

ЭКОЛОГИЯ

УДК 631.48

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ПРИАРАЛЬЯ В УСЛОВИЯХ АРИДИЗАЦИИ

Т.К. Томина, Н.Ж. Ажикина

Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У. У. Успанова. 050060, Алматы, пр-т аль-Фараби 75в, Казахста, e-mail: saparov@nursat/kz

Изучены состояние почвенного покрова современной дельты Сырдарьи и восточной части обсохшего дна Арала, тенденции изменения почв под влиянием природных и антропогенных факторов, внесены изменения в контура почвенных комплексов. Выявлена антропогенная трансформация почвенного покрова в процессе аридизации.

ВВЕДЕНИЕ

«Трансформация» - термин, обозначающий какие-либо изменения природных систем и их компонентов. Под «антропогенной трансформацией» понимается изменение экосистем и их компонентов в результате воздействия антропогенных факторов, а также стимулированных ими процессов [1].

Для выяснения острых почвенно-экологических проблем, связанных с понижением уровня Аральского моря и интенсивным развитием на территории процессов опустынивания, на обсохшем дне Аральского моря в 2006-2008 годах были проведены исследования по оценке современного состояния почвенного покрова и выявлению тенденций его трансформации в условиях аридизации.

В 2006 году проведены почвенные исследования на территории современной дельты Сырдарьи, занимающей площадь около 7 тыс. км². Маршрутами пройдены основные крупные контура почвенных комплексов с заложением почвенных разрезов.

На восточной части обсохшего дна Арала в 2007 году проведены почвенные исследования на площади 424 км². Обследованы почвенные комплексы крупных почвенных контуров, проведено их сопоставление с описаниями прошлых лет, изменение экологического состояния этих почв под влиянием аридизации. Выявлены территории с легкими почвами, где отмечено развитие процессов

опесчанивания почв под воздействием ветровой эрозии.

Исследования 2008 года включали заложение почвенных разрезов на территории юго-восточной части обсохшего дна Аральского моря. В процессе исследований выявлены территории с почвами легкого механического состава, подверженными процессам опустынивания с конечным опесчаниванием почв, вызванных ветровой эрозией. За период полевых работ проведено почвенное обследование на площади 672 км² обсохшего дна.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлся почвенный покров современной дельты Сырдарьи и обсохшего дна Аральского моря на восточной части Казахстанского Приаралья.

На основе проведения почвенных исследований территории современной дельты Сырдарьи и обсохшего дна Аральского моря дана характеристика современного состояния почвенного покрова, выявлены тенденции трансформации почв обсохшего дна и дельты за период антропогенной аридизации. Подсчет и сопоставление площадей основных типов почв Приаралья в разные годы дали картину направленности трансформации почвенного покрова с учетом изменений в аридных условиях. Для оценки современного состояния почв этих территорий и прогноза дальнейших их изменений использовались

методы: картографический, сравнительно-географический, ландшафто-динамический, аналогий, основанные на полевых маршрутных исследованиях. Химические анализы почв выполнены общепринятыми в почвоведении методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование почвенного покрова современной дельты Сырдарьи показали разнообразие признаков и свойств распространенных в дельте гидроморфных почв. Территория характеризуется гидроморфными и автоморфными почвами: типично автоморфные серо-бурые почвы останцов, тапыровидные почвы, развиваясь в настоящее время в автоморфных условиях, в недалеком прошлом испытали гидроморфную стадию формирования. Существуют переходные почвы – от гидроморфной стадии почвообразования к автоморфной.

Современное состояние, почвенного покрова дельты объясняется своеобразным сочетанием факторов почвообразования: оно обусловлено процессами аридизации на фоне острого дефицита водных ресурсов. В низовьях с зарегулированием стока прекратились паводковые разливы Сырдарьи, изменился гидрологический режим дельтовых равнин. Высохли почти все озера, за исключением наиболее крупных (Камышлыбаш) и заболоченные понижения с тростниковыми зарослями. Началось существенное повышение минерализации воды в реках [2]. Обсыхание и опустынивание дельты сопровождается усилением процессов засоления гидроморфных почв. Обсохшие аллювиально-луговые, болотно-луговые и лугово-болотные почвы трансформировались в нормальные аллювиально-луговые, болотно-луговые, лугово-болотные и болотные почвы. Интенсивность процесса соленакопления в почвах разных частей дельты неодинакова в зависимости от сложившихся гидрологических условий: засоление в слое 0-100 см луговых почв возросло в 2 раза, болотных – в 3 раза.

Критическое состояние почвенного

покрова современной дельты Сырдарьи усугубляется усилением эрозионно-дефляционных процессов. Эрозия является одним из основных факторов деградации почв [2]. Ветровая эрозия проявляется в виде дефляции песчаных и автоморфных почв, пылевых бурь и солончковой дефляции, водная эрозия проявляется локально по склонам третичных останцов, береговой зоне. В развитии дефляции почв значительная роль принадлежит антропогенному фактору: нерегулируемый выпас скота, вырубка кустарниковой растительности, беспорядочное движение автотранспорта вне дорог способствуют интенсификации дефляционных процессов, которые изменяют свойства почв, обуславливая их деградацию.

В последние годы в результате зимних и ранневесенних попусков из Чардаринского водохранилища ежегодное поступление воды в современную дельту Сырдарьи увеличилось с 3,0-3,5 км³ до 8-9 км³. В результате подтопления подвергаются не только пониженные, но иногда и повышенные участки территории дельты. Сопоставление почвенной карты 2008 года с почвенной картой 2001 года на эту территорию позволяет сделать следующие выводы. В урочище Кокколь обсохшие лугово-болотные и болотно-луговые почвы трансформировали в нормальные лугово-болотные и болотные почвы. В понижении между приустьевым валом реки Сырдарьи и Акшатауской системой озер лугово-болотные обсохшие почвы также трансформировали в нормальные лугово-болотные и болотные почвы. По приустьевому валу р. Сырдарьи (в среднем течении) зафиксирован переход части аллювиально-луговых обсохших почв в нормальные варианты. В нижнем течении реки Сырдарьи, где приустьевой вал слабо сформирован, аллювиально-луговые и болотно-луговые почвы трансформировали в лугово-болотные и болотные почвы.

На трансформацию почвенного покрова дельты оказывают влияние не

только естественные (природные) факторы, но и антропогенный фактор. В частности, орошение культуры риса сопровождается процессами засоления и заболачивания почв, чему в немалой степени содействуют сложные почвенно-мелиоративные условия территории и практика кочевого земледелия [1, 2].

По периферии дельты в районе Аксай-Кувандарьинской озерной системы отмечается наступление песков со стороны песчаных массивов Кызылкума. На лугово-болотных обсохших почвах в настоящее время мощность навейного песчаного чехла достигает 20-30 см.

Следовательно, на большей части территории дельты с автоморфными почвами (серо-бурые, такыровидные и песчаные почвы, солонцы) и обсохшими и опустынивающимися гидроморфными почвами процесс аридизации продолжается. Увеличение площадей пустынных территорий обусловлено интенсификацией эоловых процессов, аридизацией климата, антропогенными нарушениями естественной растительности, эрозией и дефляцией почв, сокращением поверхностного и грунтового стока, усыханием морей и озер [1].

На территории современной дельты выявлены изменения в почвенных контурах, где в условиях продолжающейся аридизации к 2006 году произошли изменения в следующих контурах:

- 1) $Ал + Лб + Ск \rightarrow (Бл + Б) + (Ал + Лб^{об} + (Ал + Лб^{об} + Ск))$;
- 2) $Лб^{ск об} + Бл^{ск об} + Ск \rightarrow (Ал + Лб + Ск) + (Лб^{ск об} + Бл^{ск об} + Ск)$;
- 3) $Ат + Ал^{об} + Ск \rightarrow Ат + Ал^{оп} + Ск$;
- 4) $Блск^{об} + Лб^{ск об} \rightarrow П + Лб^{ск об} + Ск$;
- 5) $Бл + Б \rightarrow (Бл + Б) + (Оз.)$;
- 6) $Сп \rightarrow (СБ) + (П)$

Формирование почвенного покрова полосы обсохшего дна определяется пустынными климатическими условиями, особенностями береговой линии и литологией донных отложений, ведущей к быстрой его аридизации и развитию процессов засоления.

Вследствие усыхания моря на обсохшем дне сформировались крупные массивы различных солончаков [3]. В настоящее время на обсохшем морском дне непосредственно к морю примыкает полоса маршевых солончаков, лишенных естественного растительного покрова. Она сменяется более широкой полосой приморских, корково-пухлых солончаков, заросшей однолетними солянками (солерос, сведа и др.). При 5-7 летнем и более лет осушении морского дна на супесчаных донных осадках поселяются многолетние солянки (сарсазан, карабрак, поташник и др.), на тяжелых грунтах – развитие растений замедляется, формируются угнетенные виды солянок. На территориях, обнажившихся из-под моря более 10-15 лет назад, формируются пустынные ландшафты, почвенные комплексы с такыровидными почвами и солончаками [4]. На поверхности формируется такыровидная достаточно прочная почвенная корка, которая является основным препятствующим фактором ветровому выносу солепылевой массы, так же, как и растительный покров (саксауловые леса, тамарикс, сарсазан, многолетние солянки).

Почвенные исследования проведены на территориях, претерпевших трансформацию почв, подверженных длительному воздействию процессов аридизации за период обсыхания морского дна. В пределах полосы обсохшего дна формируются маршевые, приморские, корково-пухлые солончаки, приморские почвы, приморские почвы с навейным песчаным чехлом, такыровидные почвы, такыровидные с навейным песчаным чехлом, лугово-болотные обсохшие почвы. Пустынные песчаные почвы формируются в полосе обнажения более 10 лет осушки.

Подсчет площадей различных типов почв Приаралья по состоянию на 2008 год показал, что из общей площади земель 1670,5 тыс. га, преобладающими являются солончаковые почвы (643,3 тыс. га). Доля маршевых и приморских солончаков в общей площади обсохшего дна уменьши-

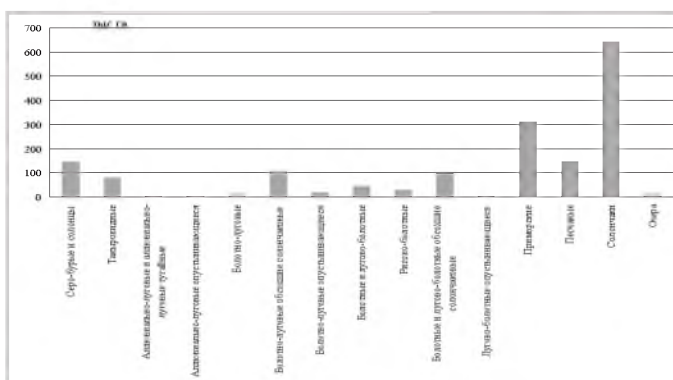


Рисунок 2 – Площади почв современной дельты Сырдарьи и обсохшего дна Арала

На почвах восточной части обсохшего дна выявлено проявление дефляции песчаных массивов в виде ветровой эрозии и пылепереноса. Здесь на легких почвах отмечен интенсивный процесс дефляции, образование полос и котлованов выдувания, наблюдаются заносы песком фитогенных бугров, образование новых песчаных контуров с тенденцией формирования бугристого-рядовых песков, песчаных барханов и дюн (рис. 3). Эоловая переработка выражена в отложении на поверхности дна песчаных наносов на обширных территориях, особенно во время пыльных бурь, в виде мелких, средних и высоких песчаных барханов на



Рисунок 3 – Заносы песком фитогенных бугров на обсохшем дне Арала. 2008 г.

поверхности которых отмечена волновая песчаная рябь, как следствие песко-пыле-соле-переносов. В общем, в условиях аридизации происходит развеивание

и вынос соле-пылевого материала с поверхности солончаков, увеличиваются площади почв с навейным песчаным чехлом. Исследования 2007 г. показали, что лугово-болотные солончаковые обсыхающие почвы трансформировали в лугово-болотные солончаковые обсохшие: $Лб^{ск\ обс} \rightarrow Лб^{ск\ об}$. За счет осушки дна моря увеличились площади солончаков до 643,3 тыс. га. Сувеличением полосы обсыхания доля маршевых и приморских солончаков в общей площади осушенного дна Арала

уменьшается: через 2-3 года они трансформируют в корково-пухлые и соровые солончаки или приморские полугидроморфные засоленные почвы. Результаты 2008 г. выявили, что в почвенных комплексах основных почвенных контуров юго-восточной части обсохшего морского дна преобладают: солончаки корково-пухлые, такыровидные почвы, такыровидные почвы с навейным песчаным чехлом, приморские почвы, приморские почвы с навейным песчаным чехлом, пески и песчаные пустынные типы почв.

В 2007-2008 годах на территории обсохшего дна было заложено 13 почвенных разрезов на различных типах почв, 1 прикопка на лесопосадочной полосе и сделаны их описания. Разрезы 2008 года: разрез 4 - такыровидная почва с навейным песчаным чехлом. (Тв^н); разрез 5 - солончак корково-пухлый с навейным песчаным чехлом (Ск^{км}); разрез 3 - приморская почва с навейным песчаным чехлом (Пм^н); разрез 3/1 - приморская почва с навейным песчаным чехлом (Пм^н); разрез 2 - приморская почва с навейным песчаным чехлом (Пм^н); разрез 8 - такыровидная почва (Тв); прикопка на лесополосе на такыровидной почве (Тв).

После снижения уровня Аральского моря, продолжающегося обсыхания значительных площадей донные осадки восточной части Приаралья в аридных условиях продолжают трансформироваться, изменяются их физико-химические свойства.

Анализ данных результатов химических анализов образцов почв юго-восточной части обсохшего дна Арала (2008 г.) выявили, что все типы почв отличаются малой гумусностью, относительно небольшой мощностью гумусового горизонта, низким содержанием элементов питания, малой емкостью поглощения.

В полосе осушки 1960-1975 гг., на юго-восточной части обсохшего дна разные типы почв содержат небольшое количество гумуса: больше в профиле такыровидной почвы с навейным песчаным чехлом разреза 4, такыровидной почве разреза 8, приморской почве с навейным песчаным чехлом разреза 3.

В почвенном профиле такыровидной почвы разреза 4, солончака корково-пухлого разреза 5 и приморской почвы с навейным песчаным чехлом разреза 3 содержание общего гумуса выше только в верхних почвенных горизонтах.

В приморской почве с навейным песчаным чехлом разрезов 2 и 3/1, в почве разреза 8 и на лесопосадках (такыровидная почва) содержание общего гумуса выше в нижних почвенных горизонтах. Таким образом, общее содержание гумуса в почвах обсохшего дна моря имеет преимущественную тенденцию распределения: увеличивается с глубиной почвенного профиля.

Почвам обсохшего дна характерна высокая карбонатность и засоленность. Количество легкорастворимых солей увеличивается по мере приближения к Аральскому морю. Источниками засоления служат: засоленные почвообразующие породы и соли, поступающие из минерализованных грунтовых вод.

В песчаных почвах на восточном побережье содержание солей в верхних горизонтах уменьшается, они накапливаются в более глубоких слоях. В составе солей верхнего полуметрового слоя содержится от 2/3 до 3/4 хлористого и сернокислого натрия и хлористого магния. Это объясняется тем, что море постепенно отступает, морская вода остается в толще прибрежных осадков и постепенно испаря-

ется, поднимаясь к дневной поверхности по капиллярам. При этом выпадают из раствора все содержащиеся в нем соли. В почвах содержится большое количество сернокислого натрия, хотя в морской воде его не было. Очевидно, это результат коллоидных обменных реакций, и соль может рассматриваться как вторичная. Во всех пробах засоление смешанное, во многих из них хлориды преобладают над сульфатами [2].

Результаты анализа водной вытяжки разрезов и прикопки, сделанных в 2008 году на разных типах почв обсохшего морского дна Арала показали засоленность и химизм засоления трансформированных почв осушки. На диаграммах представлен катионный и анионный состав разных типов почв (рис. 4-10).

В почвенном профиле приморской почвы с навейным песчаным чехлом разреза 2 преобладает по анионам хлоридно-сульфатный химизм засоления, глубже сульфатно-хлоридный, по катионам - магниевое-натриево-кальциевый (рисунок 4). Присутствуют токсичные соли: NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , CaCl_2 , MgSO_4 , и нетоксичные соли: CaSO_4 .

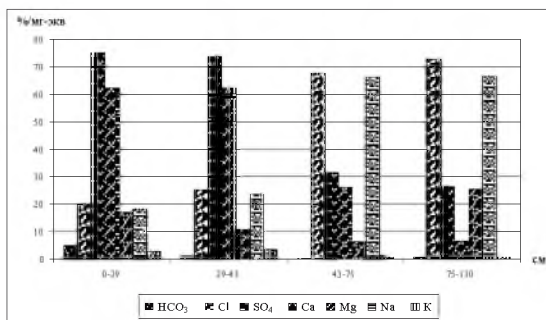


Рисунок 4 – Разрез 2. Катионный и анионный состав приморской почвы с навейным песчаным чехлом

Приморская почва с навейным песчаным чехлом разреза 3 характеризуется по глубине очень сильным засолением с преобладанием сульфатно-хлоридного, кальциево-магниевое-натриевого типа химизма (рисунок 5). Величина емкости поглощения данной почвы имеет достаточно высокие величины – до 28,75 мг-

экв/100 г почвы по почвенному профилю, при среднем значении 22,59 мг-экв/100 г почвы.

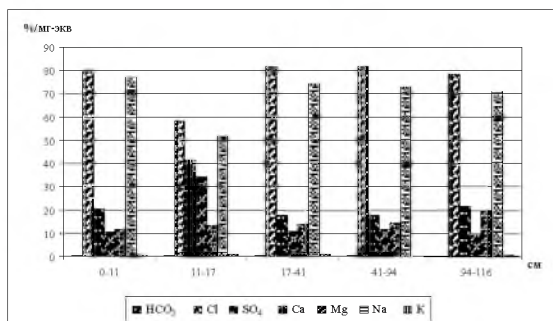


Рисунок 5 – Разрез 3. Катионный и анионный состав приморской почвы с навейным песчаным чехлом

Приморская почва с навейным песчаным чехлом разреза 3¹, среднего засоления, отличается соответственным изменением величин емкости поглощения с максимумом в верхнем почвенном горизонте, горизонтах 40-50 и 50-80 см. Средняя величина емкости поглощения по профилю – 13,24 мг-экв/100 г почвы. Преобладающий тип химизма засоления сульфатный, сульфатно-хлоридный по анионам и кальциево-натриевый по катионам (рисунок 6). Гипотетически преобладающие соли: NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂, CaSO₄. По-видимому, почва испытывала прогрессивное засоление, переплетенное с периодической сменой засоления и рассоления в разные периоды времени.

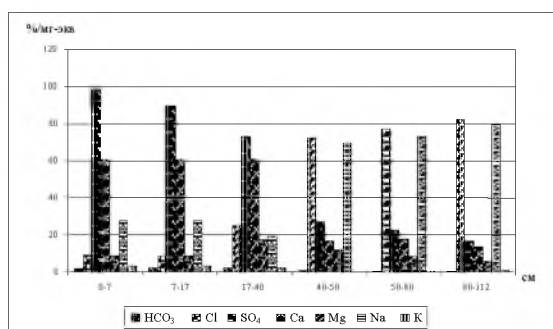


Рисунок 6 – Разрез 3¹. Катионный и анионный состав приморской почвы с навейным песчаным чехлом.

Высокая степень засоления такыровидной почвы с навейным песчаным

чехлом разреза 4 с максимумом в верхнем почвенном горизонте имеет аналогичную тенденцию изменения величин емкости поглощения: с максимальным значением в слое 0-9 см – 39,35 при средней величине 19,21 мг-экв/100 г почвы. Преобладающий химизм засоления сульфатно-хлоридный, натриевый и хлоридный натриевый. Преобладают соли: NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂, CaSO₄ (рисунок 7).

Очень сильная степень засоления

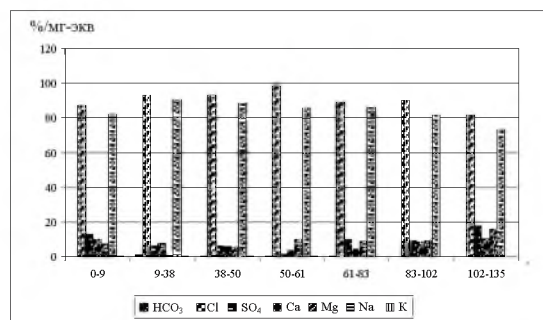


Рисунок 7 – Разрез 4. Катионный и анионный состав такыровидной почвы с навейным песчаным чехлом

солончака корково-пухлого с максимумом содержания легкорастворимых солей в верхнем горизонте 0-3 см, имеет значительные величины емкости поглощения по всему профилю: от 37,03 до 14,73, при средней величине 25,79 мг-экв/100 г почвы. Преобладает: хлоридный, хлоридно-сульфатный, кальциево-натриевый тип химизма (рис. 8).

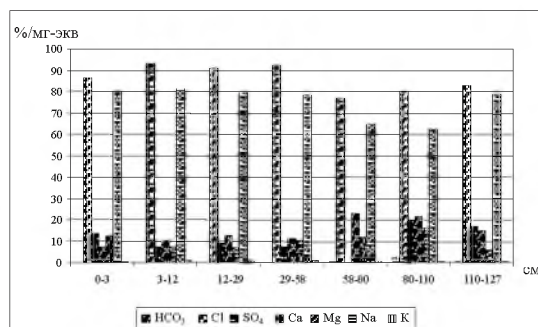


Рисунок 8 – Разрез 5. Катионный и анионный состав солончака корково-пухлого

Средняя степень засоления верхних горизонтов такыровидной почвы разреза 8 сменяется с глубиной на очень силь-

ную степень засоления, аналогично меняются и величины емкости поглощения: максимум в слое 32-50 см, при среднем значении 15,6 мг-экв/100 г почвы. Химизм засоления, в основном, сульфатно-хлоридный, кальциево-магниевонатриевый (рисунок 9).

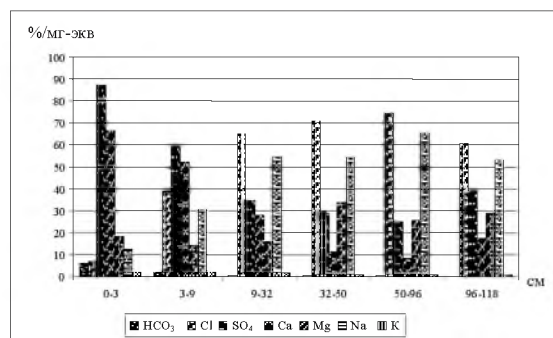


Рисунок 9 – Разрез 8. Катионный и анионный состав такыровидной почвы.

Такыровидная почва на лесопосадочной борозде имеет очень сильную степень засоления в слое 20-50 см. Величины емкости поглощения имеют аналогичную тенденцию изменения, при среднем значении 16,75 мг-экв/100 г почвы. Незасоленный верхний слой прикопки имеет гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный, кальциево-калиево-натриевый тип химизма. Очень сильно засоленная почва горизонта 20-50 см – сульфатно-хлоридный, кальциево-магниевонатриевый тип химизма.

Образец песчаных наносов, взятый с вершины бархана, имеет очень сильное засоление и сульфатно-хлоридный, кальциево-натриевый химизм засоления. Тип засоления: хлоридный, сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный по анионам; по катионам – магниевонатриево-кальциевый (рисунок 10).

Таким образом, исследования, проведенные в Приаралье в 2006-2008 годах показали, что тенденции развития негативных процессов (засоление, аридизация, дефляция) сохраняются, что приведет к дальнейшей деградации и опустыниванию почвенного покрова, обострению экологической ситуации в регионе.

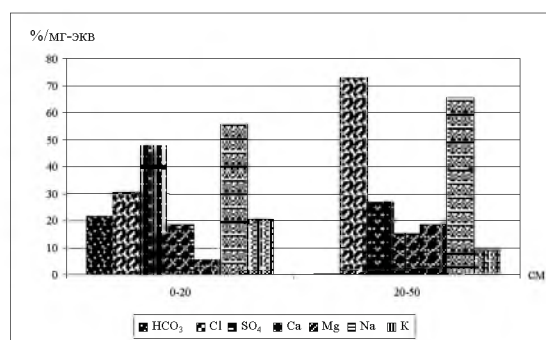


Рисунок 10 – Катионный и анионный состав такыровидной почвы лесопосадок на прикопке

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усугубление критического состояния почвенного покрова современной дельты Сырдарьи происходит за счет усиления эрозионно-дефляционных процессов. Ветровая эрозия проявляется здесь в виде дефляции песчаных и автоморфных почв, пылевых бурь и солончаковой дефляции, водная эрозия проявляется локально по склонам третичных останцов.

Снижение уровня Аральского моря и острый дефицит водных ресурсов резко изменили условия почвообразования на обсыхающей полосе и сказалось на трансформации почвенных образований обсохшего дна.

В почвенных комплексах основных почвенных контуров восточной части обсохшего морского дна преобладают: солончаки корково-пухлые, такыровидные почвы, такыровидные почвы с навейным песчаным чехлом, приморские почвы, приморские почвы с навейным песчаным чехлом, пески и песчаные пустынные типы почв. Здесь отмечен интенсивный процесс дефляции на легких почвах с эффектом постоянного пылесолепереноса и пыльных бурь, образование котлованов выдувания. Идет образование новых песчаных контуров с тенденцией формирования бугристо-грядовых песков, песчаных барханов и дюн.

Внесены изменения в основные контура почвенных комплексов в карту Приаралья, проанализированы их процен-

тные соотношения. Проведен подсчет площадей основных типов почв территории современной дельты и обсохшего дна Арала, сопоставление с данными исследований прошлых лет, т. е. выявления трансформация почвенного покрова Приаралья, его направленности с учетом изменений в процессе антропогенной аридизации.

Показателем процессов опустынивания почв Приаралья является трансформация аллювиально-луговых солончако-

вых почв в аллювиально-луговые опустынивающиеся, т. е. к 2008 году аллювиально-луговых солончаковых почв не существовало. А площади аллювиально-луговых и аллювиально-луговых тугайных в настоящее время значительно сократились. Стабильно от года к году увеличиваются площади солончаковых почв от 94,5 до 643,3 тыс. га. Аналогичная тенденция наблюдается с площадями песчаных почв: от 68,3 до 147,6 тыс. га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огарь Н.П., Брагина Т.М. Трансформация экосистем и их компонентов: основные термины и понятия // Трансформация природных экосистем и их компонентов при опустынивании. Алматы. 1999. С. 28- 32.
2. Состояние акватории и осушенного дна Аральского моря. Алма-Ата: «Наука». 1983. С. 43-44.
3. Рубинштейн М.И. Предотвращение дальнейшей деградации земель – основа борьбы с опустыниванием в Казахстане // Трансформация природных экосистем и их компонентов при опустынивании. Алматы. 1999. С. 97- 99.
4. Фаизов К.Ш., Талапова А.С. Экология кризисной территории Приаралья и проблемы их решения. Алматы. 2003. С. 97-101.

ТҮЙІН

Сырдария атырауының және Аралдың құрғаған түбіндегі топырақ жамылғысының қазіргі кездегі жағдайы зерттелді. Антропогендік және табиғи факторлардың әсерінен топырақтардың өзгерісі анықталды, топырақ кешенінің контурына өзгертулер енгізілді. Арал маңындағы әр жылдағы топырақтардың негізгі типтерінің аудандардың көлемдерін салыстырудың нәтижесінде негізгі топырақ жамылғысының аридизация жағдайында өзгерістері анықталды.

RESUME

The situation of the soil researches in the modern delta of the Syrdarya River end eastern part of the Aral Sea dry bottom and the tendencies of soil cover transformation under aridization have been learned. The tendencies of soil cover transformation in the modern delta of the Syr-Darya River and east part of the Aral Sea dried bottom have been determined based on soil expedition researches. The basic soil types have been calculated.