

СТАТЬИ

УДК 631.458

**АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВОГРУНТОВ,
ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ОБСОХШЕМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ****Дусалиев А.Т., Каттаева Г.Н., Мамажанова У.Х., Исмонов А.Ж.***Институт почвоведения и агрохимических исследований МСХ Республики Узбекистан,
Ташкент, e-mail: dusaliev@mail.ru, gulnozakattayeva@mail.ru, mamajanova-1783@mail.ru,
abduvahob60@mail.ru*

В последние годы на территориях Приаралья в результате усиления природного и антропогенного воздействия, связанного с обсыханием Аральского моря, происходит ухудшение экологической обстановки. Поднятие в некоторых районах минерализованных грунтовых вод близко к поверхности, при активизации процессов засухи и опустынивания в северной и восточной частях, приводит к усилению процессов засоления. Поднимающаяся из-за этого соляная пыль, вызванная бурями, привела к ухудшению мелниорации сельскохозяйственных угодий и значительному снижению содержания гумуса и питательных элементов в почвах. В статье освещены агрохимические свойства почвогрунтов, образовавшихся в результате глобального изменения климата на обсохшем морском дне. По результатам анализа почвы установлено, что содержание питательных элементов различается. Исследованиями установлено, что содержание гумуса в серо-бурых почвогрунтах составляет в среднем 0,290-0,694%, в остаточных луговых 0,496%, в остаточных луговых солончаках 0,960%, в остаточных солончаках 0,310% и в песчаных пустынных почвах 0,265%; общее содержание фосфора в среднем 0,14-0,22%, в остаточных луговых 0,23%, остаточных луговых солончаках 0,31%, в остаточных солончаках 0,20% и на песчаных пустынных почвах 0,22%. При исследовании также было отмечено, что количество гипса и карбонатов в почвах исследуемой территории, отступающих от воды, увеличивалось в профиле разреза от поверхностного слоя почвы. В исследованиях отмечено, что по степени гипсования почвы в горизонтах в основном гипсовые, а иногда и слабо гипсовые.

Ключевые слова: обсохшее морское дно, почвогрунты, степень гипсования, содержание гумуса, карбонаты, обеспеченность питательными элементами

**AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOILS FORMED
ON THE DRIED BOTTOM OF THE ARAL SEA****Dusaliev A.T., Kattaeva G.N., Mamajanova U.H., Ismonov A.J.***Institute of Soil Science and Agrochemical Research of the Ministry of Agriculture
of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: dusaliev@mail.ru,
gulnozakattayeva@mail.ru, mamajanova-1783@mail.ru, abduvahob60@mail.ru*

In subsequent years, as a result of increased natural and anthropogenic impacts in the territories of the Aral Sea region associated with the drying of the Aral Sea, deterioration of the environmental situation, the rise of mineralized groundwater close to the surface in some areas, with the intensification of drought and desertification in the northern and eastern parts, as a result of increased salinization processes, salt dust rising because of this and caused by storms, led to the deterioration in the reclamation of agricultural land and a significant decrease in the content of humus and nutrients in soils. The article highlights the agrochemical properties of soils formed as a result of global climate change on the dried seabed. According to the results of soil analysis, it was found that the content of nutrients varies. Studies have found that the humus content in gray-brown soils is on average 0.290-0.694%, in residual meadows it is 0.496%, in residual meadow salt marshes – 0.960%, in residual salt marshes – 0.310% and in sandy desert soils – 0.265%, the total phosphorus content is on average 0.14-0.22%, in residual meadows it is 0.23%, residual meadow salt marshes – 0.31%, in residual salt marshes – 0.20% and on sandy desert soils it constitutes 0.22%. During the study, it was also noted that the amount of gypsum and carbonates in the soils of the territory retreating from the water increased in the section profile from the surface soil layer. Studies have noted that according to the degree of soils gypsum formation in the layers, they are mainly gypsum, and sometimes slightly gypsum.

Keywords: dried seabed, soils, degree of gypsum formation, humus content, carbonate content, nutrient supply

Введение

Происходящая в настоящее время деградация почвы остается одной из самых серьезных экологических проблем во всем мире. Треть земельной площади в мире страдает от последствий ее деградации, которая негативно влияет на 20% населения мира, особенно в сельских обществах, находящихся в бедности. Экологическая проблема, в частности, затронула почти 45%

поверхности земли, а на засушливой земной поверхности проблема неуклонно ухудшается, угрожая более чем 2 миллиардам человек [1-3]. Эффективное использование земельных ресурсов, сохранение, восстановление, повышение и охрана плодородия почв являются одними из самых актуальных вопросов на сегодняшний день.

Правительство Узбекистана принимает решительные меры, направленные на смягчение последствий экологической катастрофы

фы. Разработаны национальная стратегия и план действий по охране окружающей среды, сохранению биологического разнообразия, национальная программа постепенного сокращения и прекращения использования разрушителей озонового слоя, программа действий по борьбе с изменением климата, национальный план действий по борьбе с опустыниванием ландшафтов и охране окружающей среды. Эти меры служат для постепенного снижения уровня загрязнения питьевой воды, атмосферного воздуха, почвы и пищевых продуктов.

В последующие годы в результате усиления природного и антропогенного воздействия на территориях Приаралья, связанного с обсыханием Аральского моря, ухудшения экологической обстановки в некоторых районах минерализованные грунтовые воды поднялись близко к поверхности, при активизации процессов засухи и опустынивания в северной и восточной частях, в результате усиления процессов засоления поднимающаяся из-за этого соляная пыль, вызванная бурями, привела к ухудшению мелиорации сельскохозяйственных угодий и значительному снижению содержания гумуса и питательных элементов в почвах.

Цель исследования – изучение современного состояния серо-бурых почв, остаточных луговых почв, солончаков и остаточных луговых солончаков, на которых отступают воды Аральского моря и формируются новообразованные озерно-аллювиальные и морские отложения.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на почвах, сформировавшихся на обсохшем дне Аральского моря. Методологическую основу полевых исследований, опубликованных в Республике Узбекистан [4, с. 491; 5, с. 52], составляют также геохимический, сравнительно-географический, лабораторно-аналитический методы анализа. Химический анализ образцов, взятых из почвы и воды во время исследования, а также исследовательские изыскания разработаны в УзПИТИ [6, с. 37] и осуществлены по общепринятым в республике методам.

Изменения, происходящие в районе обсохшего дна Аральского моря на формирующихся почвенных покровах, существенным образом связаны с глобальным изменением климата, в результате чего часть древних гидроморфных почв перешла к развитию в автоморфных условиях, значительная часть автоморфных почв подверглась опустыниванию. В своих исследованиях, касающихся вопросов обсыхания Аральского моря, зарубежные исследователи осветили

многие вопросы, касающиеся деградации, мелиоративно-экологического состояния Аральского моря [7, с. 246–263; 8, с. 3201; 9, с. 116–177]. Данные вопросы пытались изучить многие местные исследователи [10, с. 86–90; 11, с. 112].

Результаты исследований и их обсуждение

Агрохимические свойства почвогрунтов, формирующихся в центральной части обсохшего дна Аральского моря, были освещены на основании данных химического анализа, проведенного на образцах почв, привезенных в ходе полевых исследований.

Следует отметить, что основным источником четвертичных отложений является физико-химическое выветривание породы, а протекание процессов выветривания обусловлено характером размыта горных пород, гидротермальными условиями и другими факторами. Разнообразие материнских пород в почвах обусловлено условиями выветривания, в районе обсохшего дна Аральского моря отложено в различной степени вместе с отложениями четвертичного периода [12, с. 52–55]. Кроме того, период отложений связан не только с четвертичным периодом, конец третичного периода ознаменовался началом процесса выветривания горных пород со времен господства сухого и жаркого климата. Процесс выветривания, по мнению многих исследователей, заложен в четвертичный период, в зональном состоянии, дифференцированном виде. Распределение элементов в почвах также напрямую связано с составом горных пород, которые возникли в древности или были принесены речными водами. В этом контексте свойства почв, образующихся на обсохшем морском дне, определяются распределением этих элементов. На большей части обсохшего морского дна в результате резкого изменения климата и сильной минерализации грунтовых вод в районе распространены песчаные пустынные и солончаковые почвы. Отдельно стоит отметить, что на обсохшем дне Аральского моря, площадью 5,5 млн га, в результате усиления засухи продолжается трансформация почв [13, с. 60–75].

Одной из основных особенностей обсохшего дна Аральского моря является то, что режим подземных грунтовых вод связан с балансом поступающих (речных) вод, наблюдается уменьшение поступления грунтовых вод, что приводит к резкому снижению его уровня даже в районах осушенного дна Аральского моря. Установлено, что уровень грунтовых вод, зависящий от баланса положения, поступления и испа-

рения основных морских вод, в последние годы, в результате резкого уменьшения поступления и увеличения испарения, в районах отступления морских вод падает в среднем на 3-6 метров. Следовательно, роль грунтовых вод в этих землях выше, чем поступающих. Количество воды, испаряющейся с обсохшего морского дна (пустыни Аралкум), в основном происходит за счет грунтовых вод и частично за счет атмосферных осадков, а потому за счет них – происходит образование и накопление легко-растворимых в воде солей на поверхности почвы [14, с. 608-611].

Опустынивание при обсыхании Аральского моря можно разделить на два типа: антропогенное опустынивание и ирригационное опустынивание. Здесь можно наблюдать, что естественное опустынивание произошло в результате этих двух типов опустынивания. Деградация природных экосистем, геосистем и природных систем растительности на территории напрямую связана с вышеуказанными факторами и, как следствие, с текущими процессами деградации, а также с нарушением экологического баланса [15, с. 968-973].

Отмечено, что по агрохимическим свойствам *серо-бурые почвы* по сравнению с другими типами почв очень бедны питательными веществами, то есть гумусом, при этом по уровню обеспеченности в поверхностном слое почвы, то есть в слое 0-9 см, среднее содержание гумуса составляет около 0,69%, а в нижних слоях разреза – до 0,20% (разрез 90). В наших исследованиях было отмечено, что содержание гу-

муса значительно варьируется и идет в сторону уменьшения. Суммарное содержание азота в верхних слоях почвы составляет 0,058%, а в нижних слоях почвенного профиля – 0,014%. Общее содержание фосфора колеблется от 0,22% в верхних слоях профиля разреза до 0,18% в нижних горизонтах почвенного профиля, причем наблюдается уменьшение количества подвижного фосфора сверху вниз профиля разреза, то есть от 31,54 до 10,00 мг/кг, распределение неравномерное по профилю разреза, при этом в наших исследованиях была отмечена низкая и очень низкая обеспеченность (разрез 90). По результатам проведенного анализа отмечено, что валовое содержание калия несколько уменьшилось в разной степени по всему почвенному профилю, то есть с 0,528% в верхнем слое, до 0,432% в нижнем слое. С другой стороны, было установлено, что если количество подвижного калия составило 285 мг/кг в верхней части почвенного профиля, в нижней части уменьшилось – до 84 мг/кг, разрез 90 (табл. 1).

Однако в результате анализа почв разреза 94 было отмечено увеличение содержания подвижного фосфора в нижней части профиля разреза, что было связано с проникновением фосфорсодержащих веществ в подвижную форму в составе представленных пород и отложений в расплавленном виде, а также с их отложением. Также в течение многих лет отток вод Амударьи и Сырдарьи, различные питательные вещества, а также твердые и мелкие коллоидные частицы представлены в определенной норме.

Таблица 1

Содержание гумуса и питательных веществ в слоях серо-бурых почв Аральского моря, в % и мг/кг

Разрез №	Глубина слоя, см	Гумус, %	C:N	Валовый %			Подвижный, мг/кг		SO ₄	CO ₂
				N	P	K	P ₂ O ₅	K ₂ O		
90	0-9	0,694	6,94	0,058	0,22	0,456	31,54	285	0,319	3,91
	9-28	0,627	5,594	0,065	0,20	0,468	11,23	163	0,425	3,11
	28-64	0,590	7,604	0,045	0,18	0,528	8,46	103	0,734	3,64
	64-93	0,490	7,894	0,036	0,175	0,48	4,46	93	1,049	4,30
	93-130	0,380	6,482	0,034	0,20	0,432	10,31	100	14,510	4,01
	130-152	0,426	6,177	0,040	0,175	0,408	10,00	91	9,342	2,85
	152-186	0,309	7,467	0,024	0,15	0,432	9,38	81	1,622	1,84
186-250	0,200	8,285	0,014	0,18	0,444	10,00	84	1,039	1,54	
94	0-4	0,290	6,728	0,025	0,14	0,456	8,77	314	0,300	4,38
	4-29	0,349	6,747	0,030	0,125	0,444	10,92	295	0,226	5,54
	29-66	0,648	9,636	0,039	0,11	0,408	39,54	247	0,166	4,38
	66-100	0,375	6,796	0,032	0,10	0,36	16,46	211	0,226	2,06
	100-160	0,199	11,542	0,010	0,09	0,288	20,77	216	0,240	1,11

Из полученных результатов можно видеть, что серо-бурые почвы в разной степени обеспечены гумусом и питательными элементами, то есть неравномерно распределены по профилю разреза.

Содержание карбонатов в верхних слоях изученных серо-бурых почв составляло в среднем от 3,19% до 4,38%, в нижней (186-200 см) части профиля разреза наблюдалось от 1,11% до 1,54% с различным разбросом карбонатов по профилю разреза (разрезы 90-94), что обусловлено длительным развитием почв в гидроморфном режиме. Повышенное содержание карбонатов в поверхностной части почв обусловлено резким нагревом воздуха и подъемом в нем грунтовых вод под действием сильной минерализации. Уменьшение содержания гипса в этих почвах от верхних слоев к нижним наблюдалось во всех разрезах серо-бурых почв.

Остаточные луговые почвы. В наших исследованиях отмечено, что содержание гумуса в верхних слоях остаточных луговых почв, образующихся в центральной части обсохшего дна Аральского моря, составляет в среднем 0,49%, а на нижней стороне профиля разреза их количество уменьшается до 0,38%. Поскольку эти почвы, образовавшиеся в аллювиальных отложениях обсохшего морского дна, превратились в сушу в относительно недавние времена, было замечено, что в настоящее время эти почвы развиваются, сохраняя

при этом свои прежние морфологические признаки.

Отмечено, что содержание подвижного фосфора в этих почвах было неравномерно распределено по почвенному профилю, в среднем от 46,92 мг/кг в верхних слоях почвенного профиля до 16,15 мг/кг в нижних слоях, в то время как обменный калий составлял в среднем от 225 до 403 мг/кг. Отмечена низкая и умеренная обеспеченность исследованных почв подвижным фосфором, умеренная и обильная – обменным калием. Что касается общего запаса этих питательных веществ, общий азот составлял в среднем от 0,035% до 0,089%, общий фосфор – в среднем от 0,23% до 0,31%, а калий – от 0,420% до 1,128% (табл. 2).

Остаточные луговые почвы, первоначально сформировавшиеся в районах отступления морской воды, содержат в среднем около 0,24-0,96% гумуса и колеблются слоями. В то время как общее содержание фосфора составляет от 0,23% до 0,31%, подвижная форма формируется в нижних горизонтах (80-125 см) в гораздо меньшей степени и составляет 11,88-14,62%. Наблюдалось, что суммарное содержание калия в нижних слоях почвенного профиля составляет 1,20-1,53%, уменьшаясь вниз по профилю в зависимости от содержания гумуса и механического состава. Было обнаружено, что изученные остаточные луговые почвы различаются по содержанию гипса и карбонатов (табл. 2).

Таблица 2

Содержание гумуса и питательных веществ в слоях остаточных луговых почв и остаточных луговых солончаков, в % и мг/кг

Разрез №	Глубина слоя, см	Гумус, %	C:N	Валовый %			Подвижный, мг/кг		SO ₄	CO ₂
				N	P	K	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Остаточные луговые солончаки										
69	0-6	0,496	8,219	0,035	0,23	0,420	46,92	225	0,471	7,39
	6-21	0,592	10,098	0,034	0,24	0,468	39,85	259	0,494	6,49
	21-42	0,507	9,189	0,032	0,25	1,020	19,85	376	0,328	9,24
	42-80	0,469	7,772	0,035	0,31	1,536	14,31	350	0,457	11,19
	80-125	0,411	6,810	0,037	0,24	1,524	11,85	345	0,614	12,51
	125-170	0,381	6,138	0,051	0,23	1,536	11,85	357	0,633	12,20
Остаточные луговые почвы										
135	0-5	0,966	6,295	0,089	0,31	1,128	16,15	403	0,545	11,40
	5-26	0,604	6,04	0,070	0,29	1,152	16,77	513	0,601	14,58
	26-60	0,486	6,406	0,065	0,26	1,176	14,92	528	0,568	14,63
	60-90	0,412	7,467	0,062	0,24	1,188	15,54	513	0,624	12,46
	90-128	0,244	6,739	0,065	0,23	1,200	17,08	468	0,661	12,14
	128-190	0,246	7,509	0,077	0,27	1,200	14,62	309	0,721	13,73

Таблица 3

Агрохимические свойства остаточных солончаков, в % и мг/кг

Разрез №	Глубина слоя, см	Гумус, %	C:N	Валовый %			Подвижный, мг/кг	
				N	P	K	P ₂ O ₅	K ₂ O
120	0-10	0,310	6,421	0,028	0,20	0,264	8,46	218
	10-35	0,224	7,217	0,018	0,21	0,264	21,69	247
	35-70	0,587	7,400	0,046	0,26	0,264	15,85	484
	70-110	0,302	6,736	0,026	0,24	0,276	15,54	276
	110-170	0,217	6,624	0,019	0,20	0,312	7,850	187

В верхних слоях почвенного профиля на *остаточных солончаках* содержание гумуса в среднем колеблется от 0,22% до 0,31%, а по нижнему почвенному профилю наблюдается уменьшение их количества, то есть в слое 110-170 см – на 0,21%. В исследованных остаточных солончаках содержание подвижного фосфора было распределено от 8,46% в верхних слоях профиля до 7,85% в нижних, отмечалось очень слабое и недостаточное поступление подвижного фосфора и обменного калия. В среднем по валовому запасу этих питательных веществ общий азот составлял 0,018-0,046%, общий фосфор в среднем 0,20-0,26%, а калий в верхних слоях почвенного профиля 0,264%, тогда как в нижних слоях его количество увеличилось, то есть было отмечено, что оно находится в пределах 0,312%. Результаты нашего исследования показывают, что в изученных остаточных солончаках отмечено неравномерное распределение питательных веществ по профилю разреза (табл. 3).

Заключение

Сделав выводы, можно сказать, что при изучении степени обеспеченности гумусом и питательными элементами почв и почвогрунтов, сформировавшихся на обсохшем дне Аральского моря, отмечено неравномерное распределение образовавшихся здесь питательных элементов в почвах.

Распределение элементов в почвах также напрямую связано с составом горных пород, которые возникли в древности или были принесены речными водами. В этом контексте свойства почв, образующихся на обсохшем морском дне, определяются распределением этих элементов. Установлено, что в результате резкого изменения глобального климата и сильной минерализации грунтовых вод на большей части обсохшего морского дна в основной части района распространены песчаные пусты-

ные и солончаковые почвы. Следует особо отметить, что на обсохшем дне Аральского моря, площадью 4,500 млн гектаров земель, с отступающими водами в результате резкого изменения климата, в почвенных покровах происходит интенсивная фаза трансформации почвенных групп. Определено, что почвы, образующиеся на обсохшем морском дне, низко и очень низко обеспечены гумусом. После прекращения поступления в Аральское море вод Амударьи и Сырдарьи уровень грунтовых вод резко снизился, в результате чего на территории (в пустыне Аралкум) началась стадия автоморфного развития почв, сформировавшихся в гидроморфном режиме.

Список литературы

1. Последствия деградации почв. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/search?q=%D0%B4%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F+%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B2+> (дата обращения: 15.06.2024).
2. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства: системы на пределе. Сводный доклад 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/documents/card/ru/c/cb7654ru> (дата обращения: 15.06.2024).
3. Аральское море. Исполнительная дирекция Международного фонда спасения Арала в Республике Казахстан. [Электронный ресурс]. URL: <https://kazaral.org/> (дата обращения: 15.06.2024).
4. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1975. 491 с.
5. Инструкция по проведению обследования почвы и составлению почвенных карт для ведения государственного земельного кадастра. Нормативный акт. Ташкент, 2013. 52 с.
6. Методы исследования агрофизических, агрохимических и микробиологических свойств почв на хлопковых полях УзПИТИ / УзПИТИ. Ташкент, 1993. 37 с.
7. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А., Ижицкий А.С., Соловьев Д.М. Динамика высыхания западного бассейна Большого Аральского моря по спутниковым данным (2002–2021) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. № 5. С. 246–263.
8. Wu N. et al. Insights into Variations and Potential Long-Range Transport of Atmospheric Aerosols from the Aral Sea Basin in Central Asia // Remote Sensing. 2022. Vol. 14. № 13. P. 3201.
9. Chen Z., Gao X., Lei J. Dust emission and transport in the Aral Sea region // Geoderma. 2022. Vol. 428. P. 116-177.

10. Рафиков В.А. Исследование процессов опустынивания в бассейне Арала и пути их предупреждения // Доклады Академии наук Республики Узбекистан. 2019. №4. С. 86-90.
11. Рафиков В.А. Состояние Аральского моря и Приаралья до 2020 года. Ташкент, 2014. 112 с.
12. Исмонов А.Ж., Дусалиев А., Мамажанова У. Мелиоративное состояние осушенных донных грунтов центральной части Аральского моря // Вестник Национального университета Узбекистана. 2022. № 3/2/1. С. 52-55.
13. Томина Т.К. Почвы обсохшего дна Аральского моря // Гидрометеорология и экология. 2009. № 1. С. 60-75.
14. Исмонов А.Ж., Каландаров Н., Мамажанова У., Каттаева Г., Дусалиев А. Почвенно-экологические проблемы Аральского моря // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П.Зволинского и 30 летию ФГБНУ «ИФНС РАН». С. Солёное Займище. Астрахань, 2021. С. 608-611
15. Ismonov A.J., Kattaeva G.N., Ramazonov B.R., Some issues of improving the hydro geological conditions of the soils of Karakalpakstan // ACADEMICIA an International Multidisciplinary Research Journal. 2021. Vol. 11, Is. 4. P. 968-973.