УДК 631.417.2

ПОЧВЫ ПУСТЫННОГО РЕГИОНА УЗБЕКИСТАНА, ИХ ГУМУСНОЕ И ПИТАТЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ

[1]Парпиев Г.Т., [2]Киличова Н.А., [1]Мамарахимов Б.И.

[1]Национальный центр знаний и инноваций в сельском хозяйстве, Ташкент,
e-mail: parpiyev.77@mail.ru, bunyodmamaraximov77@gmail.com;
[2]Институт почвоведения и агрохимических исследований, Ташкент,
e-mail: q.nazokat0401@gmail.com

Цель исследования – изучение морфогенетической характеристики почв региона и изменений интенсивности плодородия почв со сравнительной точки зрения. Известно, что уровень гумуса и питательных веществ почвы определяет ее плодородие. Именно по этому поводу авторы статьи провели научные исследования на автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных бурых почвах в Конимехском районе Навоийской области Республики Узбекистан. Авторы сделали в общей сложности 24 разреза до глубины 2,0 м, в каждом из них были взяты образцы почвы. Было проведено сравнение морфогенетических свойств изученных почв. В статье научно обосновано, что процесс накопления гумуса протекает более активно в орошаемых почвах по сравнению с изученными в данных исследованиях песчаными пустынными почвами, и оценено экологическое состояние биогеохимических показателей почв. Доказано, что формирование плодородного пахотного слоя почв пустынного региона Республики Узбекистан и обеспеченность его питательными веществами на том или ином уровне находится в прямой зависимости от культуры земледелия, то есть от человеческих факторов и экономических условий. Полевые работы и лабораторные анализы в исследованиях проводились по общепринятым методикам: «Руководство к проведению химических и агрофизических анализов почвы при мониторинге земель» и «Пособие и инструкции по проведению почвенных изысканий и составлению почвенных карт». В целом степень обеспеченности гумусом в песчаных пустынных почвах – 0,279–0,290 %, в серо-бурых почвах – 0,475–1,353 %, в серо-буро-луговых – 0,518–1,386 % и в луговых почвах – 0,526–1,420 %. Отчетливо прослеживается закономерность увеличения от автоморфных почв к гидроморфным. На данных изучаемых почвах требуется применение агротехнических мероприятий, направленных на обогащение подвижным азотом. Кроме того, сохранение выращиваемых на территории сельскохозяйственных культур и повышение продуктивности требует более широкого применения фосфорных удобрений.

Ключевые слова: почвы пустынного региона Республики Узбекистан, гумус, питательные вещества, мощность почвенного слоя, уровень обеспеченности, плодородие

SOILS OF THE DESERT REGION OF UZBEKISTAN, THEIR HUMUS AND NUTRIENT STATE

[1]Parpiev G.T., [2]Kilichova N.A., [1]Mamarakhimov B.I.

[1]National Centre for Knowledge and Innovation in Agriculture, Tashkent,
e-mail: parpiyev.77@mail.ru;
[2]Institute of Soil Science and Agrochemical Research, Tashkent,
e-mail: q.nazokat0401@gmail.com

The purpose of this article is to study the morphogenetic characteristics of the soils of the region and changes, directions and intensity of soil fertility from a comparative point of view. It is known that the level of humus and nutrients in the soil determines its fertility. It is for this reason that the authors of the article conducted scientific research on automorphic, semi-hydromorphic and hydromorphic brown soils developed in the Konimekh district of the Navoi region of the Republic of Uzbekistan. Based on this, the authors excavated a total of 24 sections to a depth of 2.0 m, and soil samples were taken from each of them. A comparative comparison of the morphogenetic properties of the studied soils was carried out. This article scientifically substantiates that the process of humus accumulation occurs more actively in irrigated soils compared to the sandy desert soils studied in these studies, and the ecological state of the biogeochemical indicators of soils is assessed. It has been proven that the formation of the fertile arable soil layer in the desert region of the Republic of Uzbekistan and its provision with nutrients at one level or another directly depends on the culture of agriculture, that is, on human factors and economic conditions. Field work and laboratory-analytical analyzes in the studies were carried out according to generally accepted methods: “Guide to conducting chemical and agrophysical soil analyzes when monitoring lands” and “Manual and instructions for conducting soil surveys and compiling soil maps”. In general, the degree of humus supply in sandy desert soils is 0.279-0.290 %, in gray-brown soils – 0.475-1.353 %, in gray-brown-meadow soils – 0.518-1.386 % and in meadow soils – 0.526-1.420 %. A pattern of increase from automorphic soils to hydromorphic soils is clearly visible. The soils under study require the use of agrotechnical measures aimed at enriching the amount of mobile nitrogen. In addition, the preservation of agricultural crops grown on the territory and the increase in productivity require a wider use of phosphorus fertilizers.

Keywords: soils of the desert region of the Republic of Uzbekistan, humus, nutrients, soil layer thickness, provision level, fertility

Введение

В результате орошения почв сильно изменились морфология, агрофизические, водно-физические, физико-химические, химико-биологические и ряд других свойств орошаемых почв Центральной Азии, обрабатываемых на протяжении нескольких столетий [1, с. 548–552]. Профессор Л.Т. Турсунов [2, с. 248] на примере серо-луговых почв Каршинской пустыни Республики Узбекистан доказал, что морфология этих почв под влиянием освоения претерпела следующие изменения: прежде всего, пахотный слой образуется за счет вспашки. В этом слое естественные морфологические особенности, характерные для дернового, поддернового и переходного слоев, объединяются, образуя новые типы морфологических признаков. Процесс орошения ускоряет образование гумуса в этом слое, меняет цвет почвенной массы.

В последние годы рядом ученых-исследователей проведены комплексные научные исследования по агрохимическим свойствам почв пустынного региона Республики Узбекистан, включая уровень обеспеченности гумусом и питательными веществами, его направленность и активность. Например, Д.С. Комилова [3, с. 26], исследуя почвы пустынной зоны Узбекистана, определила зависимость количества и качества гумуса от агротехнического состояния. В ходе исследований установлено, что количественные и качественные показатели гумуса в монокультуре хлопчатника резко снизились, а при возделывании люцерны он достиг исходного количества, при этом наблюдалось увеличение свободных гуминовых кислот.

Р.К. Кузиев, В.Е. Сектименко [4, с. 251], Р.К. Кузиев и Н.Ю. Абдурахманов [5, с. 120] установили, что для восстановления и повышения плодородия почв, улучшения экологического состояния окружающей среды и почв необходимо внедрение новой системы земледелия, защищающей почву. Эта система предусматривает образование в почве гумуса и обработку, активирующую биологические процессы, послойное орошение, внесение органических удобрений, использование природных минералов. Также одним из основных элементов этой системы является севооборот, совмещение культур, обогащающее почву активным органическим веществом, и другие подобные методы.

Р.К. Кузиев [6, с. 138] изучал закономерности постепенного развития серооазисных почв, сформировавшихся на верхних террасах рек Зарафшан и Ангрен, и оценил их продуктивность. По мнению автора, как только естественные почвы орошаются и обрабатываются, они начинают иметь определенную морфологическую структуру в зависимости от почвенно-климатической зоны, и этот процесс заканчивается образованием серооазисных почв. Другой общей морфологической характеристикой этих почв является мощность гумусового слоя, за исключением слоя, образовавшегося за счет агроорошения. В частности, мощность этого слоя в серооазисных почвах соответствует мощности агроорошения. В орошаемых сероземах она достигает 40–50 см.

Исходя из вышеизложенного, научно-практические исследования проводились на автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных почвах пустынного региона Республики Узбекистан.

Цель исследования – изучение в сравнительном порядке морфогенетических особенностей почв, развитых в автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных условиях, а также изменения направления и интенсивности плодородия почв Конимехского естественно-географического района Республики Узбекистан, а также научных исследований.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования в административном отношении служат массивы «Маданият» и имени Х. Олимджана Конимехского района Навоийской области Республики Узбекистан, с географической точки зрения используется пустынно-песчаная в автоморфных условиях, полугидроморфные орошаемые серо-бурые, серо-буро-луговые и луговые почвы в гидроморфных условиях. Полевые работы и лабораторные анализы в исследованиях проводились по общепринятым методикам: «Руководство к проведению химических и агрофизических анализов почвы при мониторинге земель» [7, с. 260] и «Пособие и инструкции по проведению почвенных изысканий и составлению почвенных карт» [8, с. 48]. В период полевых почвенных исследований была определена морфологическая структура почв. При лабораторном и химическом анализе были выявлены общие и подвижные формы гумуса и питательных веществ (азота, фосфора и калия), в том числе реакция почв (pH) в исследуемых почвах.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследований сравнивался морфологический состав почв естественно-географического региона Конимех, сформировавшихся на тех же отложениях в пустынной зоне Республики Узбекистан (таблица).

Сравнительная морфогенетическая характеристика изученных почв

П/н	Показатели	Пустынные песчаные	Серо-бурые почвы	Серо-бурые луговые почвы	Луговые
1	Толщина гумусного слоя, см	1–2	28–35	28–40	30–42
2	Глубина цвета гумуса, см	20–25	35–45	40–53	42–58
3	Количество гумуса в гумусовом слое, %	0,250–0,290	0,475–1,353	0,518–1,386	0,526–1,420
4	Запас гумуса в метровом слое	35,03–36,77	50,71–155,39	45,33–152,77	63,00–174,90

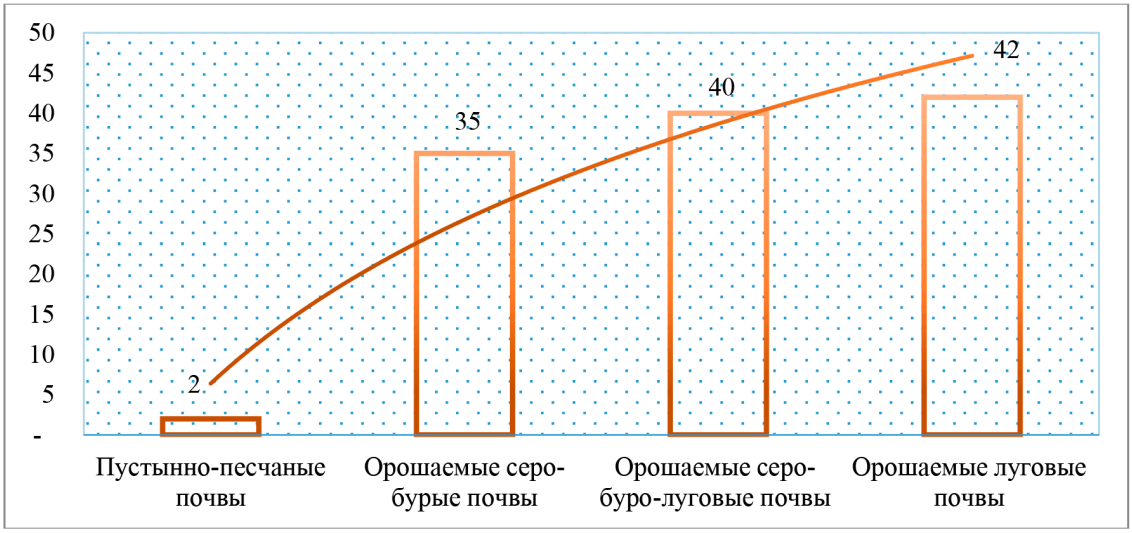

Рис. 1. Мощность аккумулятивного гумусового слоя в изученных почвах (А), см

Толщина накопительного гумусового слоя (А), образующегося в орошаемых почвах, также напрямую связана с проводимыми в регионах агротехническими мероприятиями. Это также свидетельствует о развитии земледельческой культуры на участках, где рассеяны луговые почвы, так что мощность этого слоя (А) достигает 42 см.

Толщина слоя А+В:

в песчаных пустынных почвах ($А+А_1+В$) – 20–25 см;

на орошаемых бурых почвах с бурой окраской – 35–45 см;

на орошаемых буро-луговых почвах – 40–53 см;

на орошаемых луговых почвах достигает 42–58 см.

Мощность этого слоя А+В показывает, насколько образовались «антропогенно измененные» слои в разных почвах, и, конечно, это состояние определяет и примерный относительный возраст почв. Установлено, что изученные орошаемые серо-бурые почвы относятся преимущественно к «тонким» (35–50 см), а серо-буро-луговые и луговые почвы относятся к группе «тонких» (35–50 см) и «средних» (70–80 см) (рис. 1).

В связи с этим следует сказать, что расчет запасов гумуса позволил выявить некоторые общие закономерности. Например, в слое А (0–2 см) и $А_1$ (2–20 см) пустынно-песчаных почв в автоморфных условиях количество гумуса составляет 0,279–0,290 %, а также В (20–50 см) и ВС (50–120 см) 0,199–0,263 очень мало (< 0,5 %) относятся к малообеспеченной группе (рис. 2).

Орошаемые серо-бурые почвы массива «Маданият» Конимехского района Навоийской области Республики Узбекистан содержат в пахотном слое (0–30 см) 0,537–0,550 %, в подпахотном (30–30 см) 0,132–0,351 % (50 см) и нижних слоев (185 см) наблюдается уменьшение к слоям (рис. 2).

Количество гумуса в пахотном слое орошаемых серо-бурых почв Олимджанского массива изучаемого района составляет 0,475–1,353 %, в подпахотном (30–50 см) и нижних слоях оно колеблется в пределах 0,178–1,039 %, а нижняя (~170 см) сторона слоев подчиняется закону убывания.

Содержание гумуса в пахотном (0–30 см) слое орошаемых серо-буро-луговых почв массива «Маданият» Конимехского района составляет 0,518–0,589 %, а в подпахотном

(30–50 см) и нижних слоях она колеблется в пределах 0,135–0,273 %, наблюдается уменьшение нижних (~170 см) слоев. В орошаемых буро-луговых почвах массива им. Х. Олимджана колеблется в пределах 0,541–1,386 % в пахотном слое, 0,219–0,739 % в подпахотном (30–50 см) и нижних слоях и снижается в нижних (~200 см) слоях.

В орошаемых луговых почвах массива им. Х. Олимджана Конимехского района она колеблется в пределах 0,526–1,420 % в пахотном (0–30 см) слое, 0,219–0,911 % в подпахотном (30–50 см) и нижних слоях и ниже (200 см). Установлено, что количество гумуса в нижних слоев уменьшается.

В целом по степени обеспеченности гумусом песчаных пустынных почв – 0,279–0,290 %, в серо-бурых почвах – 0,475–1,353 %, в серо-буро-луговых – 0,518–1,386 % и в луговых почвах – 0,526–1,420 %. Отчетливо прослеживается закономерность увеличения от автоморфных почв к гидроморфным.

В доказательство этого также были подсчитаны запасы гумуса в слое 0–1 м исследуемых почв. В песчаных пустынных почвах она составляет 35,03–36,77 т/га, в серо-бурых – 50,70–155,39 т/га, в серо-буро-луговых – 45,33–152,77 т/га, а в почвах находится в пределах 63,00–174,90 т/га (рис. 2).

Известно, что 90 % содержания азота в почве приходится на органические соединения, поэтому количество азота находится в органической зависимости от количества гумуса в серо-буро-луговых почвах – 0,034–0,084 % и в луговых – 0,038–0,087 %, она снижается до 0,021–0,084 % в зависимости от нижних слоев.

Соотношение углерода к азоту составляет 3,54–5,40 соответственно; 6,77–9,57; 6,68–9,92. Он равен 8,03–10,18 и наблюдается в районе 7,24–11,91 в нижних слоях (рис. 1).

На основании этого оценено экологическое состояние биогеохимических показателей исследуемых почв. Соотношение углерода и азота (C:N) песчаных почв в основном классифицируется как «экологическая катастрофа» (< 4) и «экологическая чрезвычайная ситуация» (4–8).

Пахотный и подпахотный слои орошаемых серо-буро-луговых и серо-буро-луговых орошаемых почв находятся на уровне «экологической деструкции» (4–8) и «относительно удовлетворительного состояния» (8–20), а также «относительно удовлетворительного состояния» (8–20) в луговых почвах (8–20).

Эти условия непосредственно подтверждаются тем, что соотношение углерода и азота в сельскохозяйственных угодьях Конимехского района увеличивается в сторону автоморфных > полугидроморфных > гидроморфных почв и улучшается экологическое состояние почв.

Общее количество фосфора зависит от химического состава материнской почвы и количества удобрений, приведенных в определенных нормативах. Минеральный фосфор составляет 90–95 % фосфора в почвах орошаемых территорий нашей республики.

Общий фосфор колеблется в широком диапазоне: в песчано-пустынной почве А–$А_1$ генетического слоя – 0,061–0,092 %, из этого в серо-бурых почвах – 0,061–0,275 %, в серо-буро-луговых – 0,075–0,276 % и в луговых наблюдалось 0,130–0,285 %, а в нижних слоях оно фиксировалось в диапазоне 0,061–0,254 %. При этом видно, что в гидроморфных условиях увеличилось количество общего фосфора.

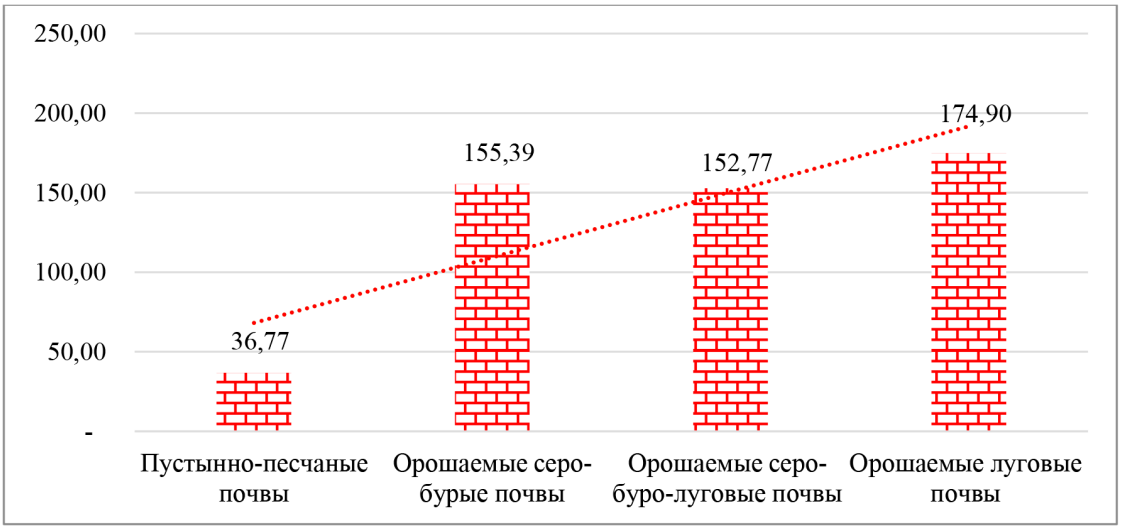

Рис. 2. Запасы гумуса в изученных почвах, т/га

В качестве доказательства этого уместно привести следующее. Известно, что при наличии базоидов в почве ионы дифосфатов поглощаются почвой, в результате чего их концентрация в почвенном растворе снижается [9, с. 26]. Растения поглощают подвижные соединения фосфатов в почве, поэтому концентрация этих соединений снижается. Нитрификация и сульфуризация увеличивают количество фосфора в растворимой форме. Кроме того, количество анионов в воде варьируется в зависимости от реакции почвы. По мере увеличения реакции почвы (pH) количество HCO_3^-, CO_3^{2-}, HPO_4^{2-} и PO_4^{3-} в воде увеличивается, а количество H_2PO^{4-}, наоборот, уменьшается. В целом лучше всего изучено поглощение фосфора почвой [10, с. 148].

Общее количество калия также колеблется в больших пределах: в песчаных пустынных почвах А–A_1-генетического слоя – 0,476–0,860 %, в серо-бурых почвах – 0,488–0,932 %, в серо-буро-луговых – 0,718–1,286 % и в луговых почвах – 0,661–1,876 %. Так, за счет процессов гидроморфизма установлено, что общее количество калия увеличивается в направлении песчаная пустыня – орошаемые серо-бурые почвы – орошаемые серо-буро-луговые почвы – орошаемые луговые почвы.

Калий – один из наиболее распространенных элементов в почве, его общее количество составляет от 0,5 до 3% или 15–90 т/га, в зависимости от гранулометрического состава почвы [11, с. 30]. Однако общий калий, наряду с другими элементами, не принимает активного участия в биохимических круговоротах в системе почва – растение, где основная (98–99 %) часть общего калия находится в нерастворимом и плохо усваиваемом растениями состоянии [12].

Общее количество калия в дерново-подзолистых почвах – 0,6–1,5 %, в глинистых – 1,5–2,5 %, в каштановых и серо-бурых почвах – 1–2 %, в серых лесных и черноземах – 1–3 % встречается вокруг. Обычно его количество значительно наблюдается в почвах тяжелого гранулометрического состава по сравнению с легкими. Именно поэтому песчаные и тяжелые глинистые почвы богаче калием, чем супесчаные и песчаные почвы. Кроме того, калий существенно влияет на гранулометрический состав почвы, ее поглотительную способность, влажность, содержание гумуса, почвенную среду, биологическую активность, а также нормы и формы внесения минеральных удобрений. По этой причине калий в почве делят на 4 группы: а) калий в почвенном растворе; б) обменный калий; в) необменный калий и г) выделенный в минеральный (скелетный) калий [13].

Обычно уровень обеспеченности почвы питательными веществами определяют не по их общему количеству, а по показателям их подвижных форм. Мобильные формы питательных веществ обычно очень немногочисленны и постоянно меняются [14, с. 307].

В связи с этим количество подвижного азота ($N\text{-}NO_3$) в верхнем пахотном слое изученных авторов почв составляет 4,25–7,75 мг/кг, в А–A_1-генетическом слое песчаных пустынных почв – 4,00 в орошаемых серо-бурых почвах – 8,00 мг/кг, в буро-луговых почвах – 4,75–6,75 мг/кг и в луговых почвах – 3,75–6,75 мг/кг, причем этого элемента в большинстве случаев «очень мало». Установлено, что он относится к представленной группе. на уровне (0–15 мг/кг).

Установлено, что подвижный фосфор (P_2O_5) в верхнем пахотном слое исследованных почв (в том числе в слое А-A_1 песчаных пустынных почв) колеблется в широких пределах по уровню обеспеченности. Например: в генетическом слое в песчаных пустынных почвах А–A_1 – 5,85–8,77 мг/кг, в серо-бурых – 4,46–30,00 мг/кг, в серо-буро-луговых – 4,62–28,81 мг/кг, в луговых – 6,12–30,40 мг/кг, а также «очень низкую» (0–15 мг/кг), «низкую» (15–30 мг/кг) и «умеренную» (30–45 мг/кг) обеспеченность подвижным фосфором.

По количеству подвижного калия (K_2O) в верхнем пахотном слое почвы в исследованных песчано-пустынных почвах генетического слоя А–A_1 – 114–174 мг/кг, в серо-бурых – 118–256 мг/кг, в серо-буро-луговых почвах – 144–270 мг/кг, в луговых почвах – 105–285 мг/кг, а также в нижних слоях в пределах 60–254 мг/кг, с количеством подвижного калий «очень низкий» (0–100 мг/кг). Установлено, что предусмотрены «низкий» (100–200 мг/кг) и «умеренный» (200–300 мг/кг).

Региональная концепция плодородного почвообразования показывает, что постепенное развитие почв под влиянием природных и антропогенных факторов находится в прямой зависимости от биогеохимических процессов, и даже в определенном регионе почвы, образовавшиеся на разных месторождениях, проявляют особые морфогенетические свойства [15, с. 56].

Поэтому формирование плодородного пахотного слоя почв пустынного региона Узбекистана и обеспеченность питательными веществами на том или ином уровне напрямую зависит от культуры земледелия, то есть от человеческих и экономических условий. То есть для сохранения и повышения продуктивности сельскохозяйственных

культур, выращиваемых на орошаемых серо-бурых, серо-буро-луговых и луговых почвах, требуется более широкое применение фосфорных удобрений [16, с. 28].

По количеству подвижного калия (K_2O) в верхнем пахотном слое почвы в исследованных песчано-пустынных почвах генетического слоя А–$А_1$ – 114–174 мг/кг, в серобурые – 118–256 мг/кг, в серо-буро-луговых почвах – 144–270 мг/кг, в луговых почвах – 105–285 мг/кг, а также в нижних слоях в пределах 60–254 мг/кг, с количеством подвижного калия «очень низкий» (0–100 мг/кг), «низкий» (100–200 мг/кг) и «умеренный» (200–300 мг/кг) обеспечен (рис. 1).

Выводы

1. Пустынно-песчаная почва в автоморфных условиях, полугидроморфные орошаемые серо-бурые и серо-буро-луговые и луговые почвы в гидроморфных условиях Конимехского естественно-географического района пустынной области Республики Узбекистан также определяют приблизительный относительный возраст почв. Установлено, что изученные орошаемые серо-бурые почвы относятся преимущественно к «тонким» (35–50 см), а серобуро-луговые и луговые почвы относятся к группе «тонких» (35–50 см) и «средних» (70–80 см) по толщине.

2. По количеству гумуса изученные орошаемые серо-бурые, орошаемые серо-буро-луговые и луговые почвы относятся преимущественно к малообеспеченным (0,5–1,0 %) и среднеобеспеченным (1,0–1,5 %), причем эти условия также показывают, что это напрямую связано с гуманитарно-экономическими условиями.

3. Пахотный и подпахотный слои орошаемых серо-бурых, серо-буро-луговых и луговых орошаемых почв находятся на уровне «экологической деструкции» (4–8) и «относительно удовлетворительного состояния» (8–20), а также к группам отнесены «относительно удовлетворительное состояние» на пастбищных почвах (8–20). Таким образом, соотношение углерода и азота в сельскохозяйственных угодьях Конимехского естественно-географического района пустынной области Республики Узбекистан подчиняется закономерности возрастания в сторону автоморфных > полугидроморфных > гидроморфных почв и прямо доказывает, что экологическое состояние почв улучшается.

4. На данных изучаемых почвах (за исключением пустынно-песчаных) требуется применение агротехнических мероприятий, направленных на обогащение подвижным азотом ($N\text{-}NO_3$). Кроме того, сохранение выращиваемых на территории сельскохозяйственных культур и повышение продуктивности требует более широкого применения фосфорных удобрений.

Список литературы

1. Нургалиев Н.А. Влияние ирригационной эрозии на морфологию и мощность слоя почвы (на примере Каршинского района) // Управление земельными руссуксами и их оценка: Новые подходы и инновационные решения. Сборник статей: в 1 кн. Республиканская научно-практическая конференция (Москва, 22–24 апреля 2019 г.). Ташкент: Национальный университет Узбекистана, 2019. С. 548–552.

2. Турсунов Л., Бобоноров Р., Вакилов А., Юсупов С. Почвы Кашкадарьинского оазиса. Ташкент: Турон-Икбал, 2018. 248 с.

3. Камилова Д.С. Изменение химических свойств почв сероземной и пустынной зоны под длительным воздействием агротехнических факторов: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук. Ташкент, 1991. 26 с.

4. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. Ташкент: EXTREMEM PRESS, 2018. 251 с.

5. Кузиев Р.К., Абдурахманов Н.Ю. Теоретические основы плодородия почв и управления им: монография. Ташкент: Навруз, 2017. 120 с.

6. Кузиев Р.К. Почвы оазиса, их эволюция и плодородие. Ташкент: Институт почвоведения УзАН, 1991. 138 с.

7. Руководство к проведению химических и агрофизических анализов почв при мониторинге земель / Под. ред. А.Ж. Баирова, М.М. Ташкузиева и др. Ташкент: ГосНИИПА, 2014. 260 с.

8. Кузиев Р.К., Абдурахманов Н.Ю., Исманов А.Ж., Омонов А.С., Менглигулов Э.Э. Методические указания по проведению почвенных изысканий и составлению почвенных карт для ведения государственного земельного кадастра // Ведомственный нормативный документ (ИМХ-27-002-13). 2018. 48 с.

9. Адель Абдель Рахмат Шиха. Физико-химические свойства аллювиальных засоленых почв долины: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2016. 26 с.

10. Тошбеков У., Намозов Х., Холбоев Б. Почвоведение и агрохимия: учебное пособие для сельскохозяйственных профессиональных колледжей. Гулистан, 2015. 148 с.

11. Артикова Х.Т. Эволюция, экологическое состояние и плодородие почв Бухары: автореф. дис. ... докт. сельхоз. наук. Ташкент, 2019. 30 с.

12. Ziin Y.L., Lal R., Resck D.V.S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil / Soil and Tillage Research. 2005. № 84 (1). P. 28–40. DOI: 10.1016/j.still.2004.08.007.

13. Rusan M.J., Hinnawi S., Rousan L. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters // Desalination. 2015. Vol. 215. P. 143–152.

14. Парпиев Г.Т. Региональные особенности сероземно-оазисных почв и их роль в формировании плодородия почв: автореф. дис. … докт. биол. наук. Ташкент: НИИПА, 2021. 307 с.

15. Чуян О.Г., Караулова Л.Н. Взаимосвязь климатических факторов почвообразования с формированием химических и физико-химических свойств почвенного покрова в агроландшафтах Центрального Черноземья // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16, № 2. С. 75–87. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-2-75-87.

16. Титова Т.В. Трансформация физических и физико-химических свойств почв Каменной степи в условиях сезонного переувлажнения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Каменная Степь, 2018. 28 с.