

TUPROQ ORGANIK MODDASINING TARKIBI VA UNUMDORLIKKA TA'SIRI

Iksanova Farida Rashidovna

Abduvoxidova Diyora Baxtiyor qizi

Odilbekova Mashhura Umidjon qizi

Toshkent davlat agrar universiteti, talabalari

Sattorova Madinabonu Sanjar qizi

Toshkent Davlat o'zbek tili va adabiyoti universiteti talabasi

Annotatsiya: Mazkur maqolada tuproq organik moddasining (TOM) tarkibi, uning fraksiyalari hamda agroekotizim unumdorligiga ko'rsatadigan ta'siri tizimli yondashuv asosida tahlil qilindi. Organik moddaning faol va barqaror fraksiyalari mikrobiologik transformatsiya jarayonlari orqali oziqa elementlar aylanishini boshqarishi hamda organo-mineral komplekslar hosil qilishi ilmiy adabiyotlar asosida asoslab berildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, TOM tuproqning agregat barqarorligi, kation almashinish sig'imi, suv rejimi va mikrobiologik faolligini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi. Organik modda zaxirasining kamayishi degradatsion jarayonlarni kuchaytirib, hosildorlikning pasayishiga olib keladi. Shu bilan birga, TOM uglerod sekvestratsiyasi jarayonida muhim rezervuar sifatida iqlim barqarorligini ta'minlashda ham ahamiyat kasb etadi. Barqaror agrotexnik tadbirlar orqali tuproq organik moddasini boshqarish yuqori va uzoq muddatli hosildorlikni ta'minlashning asosiy strategik yo'nalishi sifatida baholandi.

Kalit so'zlar: tuproq organik moddasi, gumus fraksiyasi, mikrobiologik transformatsiya, organo-mineral komplekslar, uglerod sekvestratsiyasi, tuproq unumdorligi, agroekotizim barqarorligi

Аннотация: В данной статье проведён системный анализ состава почвенного органического вещества (ПОВ), его фракционной структуры и влияния на продуктивность агроэкосистем. На основе современных научных исследований обоснована роль активной и стабильной фракций органического вещества в микробиологической трансформации, минерализации элементов питания и формировании органо-минеральных комплексов. Показано, что ПОВ является ключевым фактором, определяющим агрегатную устойчивость почвы, катионообменную ёмкость, водный режим и уровень микробиологической активности. Снижение содержания органического вещества усиливает процессы деградации, ухудшает физико-химические свойства почвы и приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Кроме того, почвенное органическое вещество рассматривается как важный резервуар углерода в контексте глобальной секвестрации CO₂ и смягчения последствий изменения климата. Обоснована необходимость внедрения устойчивых агротехнологий для поддержания и увеличения запасов органического вещества в почвах.

Ключевые слова: почвенное органическое вещество, гумус, микробиологическая трансформация, органоминеральные комплексы, секвестрация углерода, плодородие почвы, устойчивость агроэкосистем

Abstract: *This study presents a systematic analysis of soil organic matter (SOM), its compositional fractions, and its impact on agroecosystem productivity. Based on contemporary scientific literature, the roles of active and stable SOM fractions in microbial transformation, nutrient mineralization, and the formation of organo-mineral complexes are substantiated. The findings indicate that SOM is a key determinant of soil aggregate stability, cation exchange capacity, water regime, and microbial activity. A decline in soil organic matter content accelerates degradation processes, deteriorates soil physicochemical properties, and ultimately reduces crop productivity. Moreover, SOM is recognized as a major carbon reservoir contributing to CO₂ sequestration and climate change mitigation. The implementation of sustainable agricultural practices is therefore essential for maintaining and enhancing soil organic matter stocks and ensuring long-term soil fertility.*

Keywords: *soil organic matter, humus fraction, microbial transformation, organo-mineral complexes, carbon sequestration, soil fertility, agroecosystem sustainability*

Tuproq organik moddasi (TOM) tuproq unumdorligini belgilovchi eng muhim ko'rsatkichlardan biri bo'lib, u agroekotizimning fizik, kimyoviy va biologik barqarorligini ta'minlovchi markaziy komponent sifatida qaraladi. Zamonaviy ilmiy yondashuvlarga ko'ra, organik moddaning barqarorligi faqat uning kimyoviy murakkabligiga emas, balki mikrobiologik qayta ishlaniishi va mineral fraksiyalar bilan o'zaro ta'siriga bog'liqdir [4, 7]. Tuproq organik moddasi oziqa elementlar aylanishini boshqaradi, agregat strukturaning shakllanishida ishtirok etadi va suv rejimini tartibga soladi.

So'nggi yillarda intensiv dehqonchilik va noto'g'ri agrotexnik tadbirlar natijasida ko'plab hududlarda organik modda zaxirasi kamayib borayotgani kuzatilmoqda [3]. O'zbekiston sharoitida ham sug'oriladigan bo'z tuproqlarda gumus miqdorining pasayishi va degradatsiya jarayonlarining kuchayishi qayd etilgan [1, 9]. Shu sababli tuproq organik moddasining tarkibi va uning hosildorlikka ta'sirini ilmiy asosda o'rganish dolzarb masala hisoblanadi.

Tuproq organik moddasi (TOM) agroekotizimning funksional yadrosi bo'lib, u tuproqning fizik, kimyoviy va biologik xususiyatlarini yagona integratsiyalashgan tizim sifatida birlashtiradi. Zamonaviy ilmiy qarashlarga ko'ra, TOM faqat o'simlik qoldiqlarining parchalanish mahsuloti emas, balki mikroorganizmlar tomonidan qayta ishlangan va mineral zarrachalar bilan bog'langan murakkab organo-mineral komplekslar yig'indisidir [4]. Shu sababli organik moddaning barqarorligi uning kimyoviy murakkabligidan ko'ra ko'proq mikrobiologik transformatsiya va mineral matritsa bilan bog'lanish mexanizmlariga bog'liq hisoblanadi.

Tuproq organik moddasining tarkibi odatda uch asosiy fraksiyaga ajratiladi: faol (labile), o'rta barqaror va inert (gumusli) fraksiyalar. Faol fraksiya o'simlik qoldiqlari va mikrobiologik biomassa hisobiga tez aylanish xususiyatiga ega bo'lib, azot, fosfor va oltingugurtning mineralizatsiya jarayonida asosiy rol o'ynaydi. Ushbu fraksiya mikroorganizmlar fermentlari ta'sirida parchalanib, NH_4^+ , NO_3^- va boshqa o'zlashtiriladigan shakllarni hosil qiladi. Mineralizatsiya va immobilizatsiya jarayonlarining muvozanati o'simliklarning oziqlanish darajasini belgilaydi hamda hosildorlikka bevosita ta'sir ko'rsatadi [8]. Demak, TOM oziqa manbai bo'lish bilan birga, oziqa elementlari aylanishining dinamik regulyatori sifatida ham faoliyat yuritadi.

Gumus fraksiyasi esa tuproq kolloid tizimining ajralmas qismi bo'lib, yuqori kation almashinish sig'imi (KAS) orqali ozuqa elementlarini adsorbsiya qiladi va ularni yuvilib ketishdan saqlaydi. Organik modda mineral zarrachalar bilan bog'lanib, agregat barqarorligini oshiradi, natijada tuproq strukturasi mustahkamlanadi. Strukturaviy barqaror tuproq suv infiltratsiyasini yaxshilaydi, aeratsiyani oshiradi va ildiz tizimi rivojlanishini qo'llab-quvvatlaydi. Bu jarayon o'z navbatida o'simlikning qurg'oqchilikka chidamliligini oshiradi va vegetativ massaning barqaror to'planishiga imkon yaratadi [7].

Tuproq organik moddasining kamayishi degradatsion jarayonlarni keltirib chiqaradi. Birinchi bosqichda mikrobiologik biomassa kamayadi, fermentativ faollik susayadi va azot mineralizatsiyasi pasayadi. Keyingi bosqichda agregat struktura buziladi, zichlanish kuchayadi va suv o'tkazuvchanlik kamayadi. Natijada tuproqning fizik degradatsiyasi kimyoviy va biologik degradatsiya bilan uyg'unlashib, hosildorlikning pasayishiga olib keladi [3]. O'zbekiston sug'oriladigan bo'z tuproqlarida gumus miqdorining pasayishi bilan hosildorlik ko'rsatkichlarining kamayishi o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik aniqlangan [1].

Tuproq organik moddasining yana bir fundamental funksiyasi- uglerod sekvestratsiyasi jarayonidir. TOM global uglerod siklining muhim rezervuari bo'lib, atmosferadagi CO_2 ni bog'lab turadi va iqlim o'zgarishini yumshatadi [6]. Mikroorganizmlar tomonidan qayta ishlangan uglerod birikmalari mineral fraksiyalar bilan mustahkam bog'lanib, uzoq muddatli barqaror shakl hosil qiladi. Shu jihatdan organik modda boshqaruvi nafaqat agronomik, balki ekologik ahamiyatga ham ega.

Barqaror agrotexnik usullar - minimal ishlov berish, organik qoldiqlarni dalada qoldirish, yashil o'g'itlash va almashlab ekish tizimi - organik modda zaxirasini oshirish orqali tuproq unumdorligini tiklaydi. Organik moddaning ortishi mikrobiologik xilma-xillikni oshiradi, oziqa elementlar aylanishini barqarorlashtiradi va hosildorlikni uzoq muddatli istiqbolda ta'minlaydi.

Shunday qilib, tuproq organik moddasi agroekotizimda ko'p funksiyali integrativ tizim bo'lib, uning miqdori va sifat tarkibi o'simliklarning oziqlanish darajasi, suv rejimi, strukturaviy barqarorlik va yakuniy hosildorlik ko'rsatkichlarini belgilaydi.

Organik modda balansini ilmiy asosda boshqarish barqaror dehqonchilikning asosiy strategik omillaridan biri hisoblanadi.

Tuproq organik moddasi agroekotizimning funksional barqarorligini ta'minlovchi asosiy va ko'p qirrali komponent hisoblanadi. U tuproqning fizik tuzilishi, kimyoviy muvozanati va biologik faolligini o'zaro bog'lovchi integrativ omil sifatida oziqa elementlar aylanishini, agregat barqarorligini va suv rejimini tartibga soladi. Organik moddaning faol fraksiyasi oziqa elementlarining mineralizatsiyasini ta'minlab, o'simliklar uchun kirishuvchan shakllarning uzluksiz shakllanishiga xizmat qiladi, gumus fraksiyasi esa kation almashinish sig'imini oshirish, suvni ushlab turish va toksik elementlarning harakatchanligini cheklash orqali tuproqning barqarorligini mustahkamlaydi.

Organik modda zaxirasining kamayishi esa degradatsiyaning murakkab va o'zaro bog'langan jarayonlarini yuzaga keltiradi: mikrobiologik faollik susayadi, agregat struktura buziladi, suv o'tkazuvchanlik pasayadi va oziqa elementlar muvozanati izdan chiqadi. Natijada fizik, kimyoviy va biologik degradatsiya jarayonlari bir-birini kuchaytirib, hosildorlikning pasayishiga olib keladi. Shuningdek, organik moddaning kamayishi uglerod sekvestratsiyasi imkoniyatlarini cheklab, iqlim o'zgarishi jarayonlariga ham bilvosita ta'sir ko'rsatadi.

Shu bois tuproq organik moddasini saqlash va oshirish barqaror dehqonchilikning asosiy strategik yo'nalishi sifatida qaralishi lozim. Minimal ishlov berish, organik qoldiqlarni qayta tuproqqa qaytarish, yashil o'g'itlash va almashlab ekish tizimini takomillashtirish kabi agrotexnik tadbirlar organik modda balansini tiklashga xizmat qiladi. Kompleks yondashuv asosida tuproq organik moddasini boshqarish nafaqat yuqori va barqaror hosildorlikni ta'minlaydi, balki agroekotizimning ekologik barqarorligini ham mustahkamlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1) Akhatov, A., Gafurov, B., Jakhonov, A., & Khalimbetov, A. (2020). Distribution of the forms of reserves of humus in typical sierozems formed in geomorphological areas Tashkent–Keles. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 869, 042018.<https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/4/042018> O'zbekiston bo'z tuproqlarida gumus fraksiyalari va unumdorlik bilan bog'liqligi)

2) Cotrufo, M. F., Soong, J. L., Horton, A. J., Campbell, E. E., Haddix, M. L., Wall, D. H., & Parton, W. J. (2019). Formation of soil organic matter via biochemical and physical pathways of litter mass loss. Nature Geoscience, 12(12), 989–994. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0489-6>

(Mikrobiai karbon transformatsiyasi va organo-mineral komplekslar hosil bo'lishi)

- 3) Lal, R. (2020). Soil organic matter and its role in soil health and crop productivity. *Soil & Tillage Research*, 204, 104717. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104717>
(Organik modda va hosildorlik o'rtasidagi bog'liqlik)
- 4) Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528, 60–68. <https://doi.org/10.1038/nature16069> (Organik moddaning molekulyar tabiati va barqarorlashuv mexanizmi)
- 5) Minasny, B., Malone, B. P., McBratney, A. B., et al. (2017). Soil carbon 4 per mille. *Geoderma*, 292, 59–86. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.01.002>
(Uglerod sekvestratsiyasi va global barqarorlik)
- 6) Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., & Smith, P. (2016). Climate-smart soils. *Nature*, 532, 49–57. <https://doi.org/10.1038/nature17174>
(TOM va iqlim o'zgarishi o'rtasidagi bog'liqlik)
- 7) Schmidt, M. W. I., Torn, M. S., Abiven, S., et al. (2011). Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature*, 478, 49–56. <https://doi.org/10.1038/nature10386> (Organik modda barqarorligi va ekotizim xususiyati)
- 8) Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., & Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241, 155–176. <https://doi.org/10.1023/A:1016125726789> (Organik modda stabilizatsiyasi va agregat barqarorligi)
- 9) Umarov, S., et al. (2025). Land degradation in Uzbekistan: Key challenges and sustainable solutions. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
(O'zbekiston sharoitida degradatsiya va organik modda kamayishi)