Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA TUPROQDAGI ORGANIK UGLEROD ZAHIRASINI OSHIRISHNING AGROFIZIK USULLARI

Berdimuratov Zahiriddin Komiljon o‘g‘li
Toshkent davlat agrar universiteti
“Tuproqshunoslik” ixtisosligi bo‘yicha
1-kurs tayanch doktoranti

Adizova Shahribonu Nurali qizi
Tuproqshunoslik va agrokimyoviy
tadqiqotlar instituti Buxoro viloyati
mintaqaviy bo‘linmasi, Ilmiy ishlanmalarni
joriy etish va marketing bo‘limi boshlig‘i
https://doi.org/10.5281/zenodo.23164804

Annotatsiya: Iqlim o‘zgarishi sharoitida tuproq organik uglerodi qishloq xo‘jaligi ekotizimlarining barqarorligini ta’minlovchi muhim omillardan biri hisoblanadi. Tuproqdagi organik uglerod miqdori tuproq agregatlari barqarorligi, suvni ushlab turish qobiliyati, oziqa elementlarining aylanishi, eroziyaga chidamlilik va mikrobiologik faollik bilan chambarchas bog‘liq. Mazkur maqolada tuproq organik uglerodi zahirasini oshirishga qaratilgan asosiy agrofizik usullar — minimal va nol haydash, o‘simlik qoldiqlarini tuproqda saqlash, mulchalash, almashlab ekish, qoplovchi ekinlardan foydalanish, doimiy tuproq qoplamini shakllantirish hamda fizikaviy jihatdan maqbul suv va tuproq boshqaruvi tizimlari tahlil qilindi. Global meta-tahlillar natijalari konservatsion qishloq xo‘jaligi elementlarining tuproq organik uglerodi zahirasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, no-till texnologiyasining samarasi tuproq chuqurligi, iqlim, ekin turi, qoldiq biomassasi va boshqaruv tizimiga bog‘liq ekanligi aniqlandi. Markaziy Osiyo sharoitida qoldiqlarni saqlash, tuproqni kam buzish, eroziyani kamaytirish va suvdan samarali foydalanishga asoslangan kompleks yondashuv ayniqsa muhimdir. Maqolada O‘zbekistonning sug‘oriladigan va qurg‘oqchil hududlari uchun mazkur usullarni mahalliy tuproq-iqlim sharoitlariga moslashtirish zarurligi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: tuproq organik uglerodi, uglerod sekvestratsiyasi, iqlim o‘zgarishi, konservatsion qishloq xo‘jaligi, minimal haydash, nol haydash, o‘simlik qoldiqlari, mulchalash, qoplovchi ekinlar, almashlab ekish, tuproq unumdorligi.

Аннотация: В условиях изменения климата органический углерод почвы является одним из важнейших факторов устойчивости агроэкосистем. Содержание органического углерода связано с устойчивостью почвенных агрегатов, водоудерживающей способностью, круговоротом питательных элементов, устойчивостью к эрозии и биологической активностью почвы. В статье рассмотрены основные агрофизические методы повышения запасов органического углерода в почве: минимальная и нулевая обработка, сохранение растительных остатков, мульчирование, севооборот, использование покровных культур и поддержание постоянного растительного покрова. На основе результатов глобальных метаанализов показано, что отдельные компоненты

ресурсосберегающего земледелия способны повышать содержание и запасы органического углерода в почве. Вместе с тем эффективность нулевой обработки зависит от глубины отбора почвенных образцов, климатических условий, состава культур, количества растительных остатков и общей системы земледелия. Для Центральной Азии особенно важны сохранение растительных остатков, снижение интенсивности механического воздействия на почву, уменьшение эрозии и повышение эффективности использования воды. Обоснована необходимость адаптации агрофизических методов к конкретным почвенно-климатическим условиям Узбекистана.

Ключевые слова: органический углерод почвы, секвестрация углерода, изменение климата, ресурсосберегающее земледелие, минимальная обработка, нулевая обработка, растительные остатки, мульчирование, покровные культуры, севооборот, плодородие почвы.

Abstract: Under climate change, soil organic carbon is an important component of the resilience and functioning of agricultural ecosystems. Soil organic carbon contributes to aggregate stability, water retention, nutrient cycling, erosion resistance and biological activity. This article examines major agrophysical approaches for increasing soil organic carbon stocks, including reduced and no-tillage, crop residue retention, mulching, crop rotation, cover crops and permanent soil cover. Evidence from global meta-analyses indicates that conservation agriculture practices can increase soil organic carbon under appropriate environmental and management conditions. However, the effectiveness of no-tillage is not uniform and depends on soil depth, climate, crop type, residue management and the overall cropping system. For Central Asian agroecosystems, residue retention, reduced soil disturbance, erosion control and efficient water management are particularly important because of widespread aridity, irrigation dependence and vulnerability to soil degradation. The article emphasizes that carbon-oriented agricultural management should be based on locally adapted combinations of practices rather than on the isolated application of a single technology. For Uzbekistan, further long-term field experiments are required to quantify carbon accumulation under different soil types, irrigation regimes and crop rotations.

Keywords: soil organic carbon, carbon sequestration, climate change, conservation agriculture, reduced tillage, no-tillage, crop residues, mulching, cover crops, crop rotation, soil fertility.

Kirish

Tuproq organik uglerodi qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining ekologik va agrofizik barqarorligini belgilovchi asosiy komponentlardan biridir. Tuproq organik moddasi o‘simlik qoldiqlari, ildiz biomassasi va mikrobiologik jarayonlar orqali shakllanadi hamda tuproqning fizik, kimyoviy va biologik xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli tuproqdagi uglerod zahirasini saqlash va oshirish nafaqat iqlim o‘zgarishini yumshatish, balki tuproq unumdorligini uzoq muddat davomida saqlash masalasi sifatida ham qaraladi [1], [2]. Lal ma’lumotlariga ko‘ra, tarixiy yer foydalanish o‘zgarishlari va qishloq xo‘jaligi faoliyati tuproq organik uglerod zahiralarining sezilarli qismini atmosferaga qaytarilishiga olib kelgan [1].

Tuproq uglerodi dinamikasi ayniqsa qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil hududlarda muhimdir. Markaziy Osiyoda intensiv haydash, o‘simlik qoldiqlarini daladan olib chiqish, yozgi yalang‘och shudgor, eroziya va noto‘g‘ri sug‘orish tuproq organik moddasining kamayishiga xizmat qiluvchi

omillar sifatida qayd etilgan [3]. Markaziy Osiyo bo‘yicha tadqiqotlarda yer foydalanishining o‘zgarishi natijasida tuproq organik uglerodining taxminan 828±166 Tg ga kamaygani hisoblangan [4].

Iqlim o‘zgarishi mazkur muammoni yanada murakkablashtiradi. Yuqori harorat, qurg‘oqchilik va yog‘inlarning notekis taqsimlanishi organik moddalarning parchalanish tezligi, tuproq namligi va o‘simlik biomassasining shakllanishiga ta’sir qiladi. Shuning uchun tuproq uglerodini boshqarish faqat uglerodni tuproqqa kiritish bilan cheklanmasdan, uning fizikaviy himoyalanishi va uzoq muddat saqlanishini ham nazarda tutishi kerak.

Ushbu maqolaning maqsadi iqlim o‘zgarishi sharoitida tuproqdagi organik uglerod zahirasini oshirish imkonini beruvchi asosiy agrofizik usullarni ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilish, ularning samaradorligi va cheklovlarini aniqlash hamda Markaziy Osiyo, xususan O‘zbekiston sharoitida qo‘llash istiqbollarini baholashdan iborat.

Metodologiya

Tadqiqot adabiyotlarni tizimli tahlil qilish va ilmiy manbalardagi empirik hamda meta-tahliliy natijalarni qiyosiy baholash usuliga asoslandi. Tadqiqot uchun tuproqshunoslik, agronomiya, ekologiya va iqlim o‘zgarishi yo‘nalishlaridagi xalqaro ilmiy jurnallarda e’lon qilingan maqolalar, global meta-tahlillar hamda FAO va ICARDA kabi xalqaro ilmiy tashkilotlarning materiallaridan foydalanildi.

Tahlilning asosiy yo‘nalishlari quyidagilardan iborat bo‘ldi: tuproqni mexanik ishlash intensivligini kamaytirish; nol va minimal haydash; o‘simlik qoldiqlarini dalada saqlash; mulchalash; qoplovchi ekinlar; almashlab ekish va ekinlar xilma-xilligini oshirish; organik materiallardan foydalanish; tuproq agregatlari va namlik rejimini yaxshilash.

Tuproq organik uglerodining o‘zgarishini baholashda ayniqsa uzoq muddatli tajribalar va meta-tahlillar natijalariga ustuvorlik berildi. Bunday yondashuv alohida tajribalardagi hududiy farqlarni kamaytirish va turli agroekologik sharoitlarda takrorlangan natijalarni umumlashtirish imkonini beradi.

Bunda muhim metodologik masala — uglerod zahirasini faqat tuproqning ustki qatlamidagi konsentratsiya orqali baholamaslikdir. Ayrim hollarda no-till sharoitida uglerodning ustki qatlamda ko‘payishi tuproq profilidagi umumiy zahiraning haqiqiy ortishi emas, balki uning vertikal qayta taqsimlanishi bo‘lishi mumkin [5]. Shu sababli uglerod zahirasini baholashda tuproq zichligi, namuna olish chuqurligi va teng tuproq massasiga asoslangan hisoblash kabi ko‘rsatkichlarni hisobga olish zarur.

Natijalar

Minimal va nol haydashning tuproq uglerodiga ta’siri

Tuproqni intensiv mexanik ishlash organik moddalarning parchalanishi va agregatlarning buzilishini tezlashtirishi mumkin. Haydash intensivligini kamaytirish esa tuproq strukturasini saqlash, eroziya xavfini kamaytirish va organik moddalarning fizik himoyalanishini kuchaytirishga xizmat qiladi.

West va Post tomonidan 67 ta uzoq muddatli tajriba hamda 276 ta juft taqqoslash ma’lumotlari asosida o‘tkazilgan global tahlilda an’anaviy haydashdan nol haydashga o‘tish o‘rtacha 57±14 g C m^{-2} yil^{-1} uglerod sekvestratsiyasi bilan bog‘langan. Mualliflar ushbu jarayon odatda dastlabki 5–10 yilda yuqori bo‘lib, yangi muvozanat holatiga taxminan 15–20 yilda yaqinlashishini ko‘rsatgan [6].

Biroq barcha tadqiqotlar no-tillning umumiy uglerod zahirasini oshirishini tasdiqlamaydi. Luo va hammualliflarning 69 ta juft tajribani qamrab olgan meta-tahlilida no-till tuproqning 0–10 sm qatlamida uglerodni o‘rtacha 3,15±2,42 t ha^{-1} ga oshirgan, biroq 20–40 sm qatlamida 3,30±1,61 t ha^{-1} ga kamayish

kuzatilgan. 40 sm gacha bo‘lgan butun profil bo‘yicha umumiy uglerod zahirasining oshishi aniqlanmagan [5].

Mazkur qarama-qarshilik no-tillni alohida texnologiya sifatida emas, balki qoldiq biomassasini saqlash, ekin almashinuvi va tuproq qoplamini ta’minlash bilan birgalikda ko‘rish zarurligini ko‘rsatadi.

O‘simlik qoldiqlarini saqlash va mulchalash

O‘simlik qoldiqlarini dalada qoldirish tuproqqa uglerod kiritishning eng bevosita usullaridan biridir. Somon, poya, barg va ildiz qoldiqlarining parchalanishi tuproq organik moddasi shakllanishiga xizmat qiladi. Tuproq yuzasidagi qoldiqlar esa bug‘lanishni kamaytiradi, tuproqni shamol va suv eroziyasidan himoya qiladi hamda haroratning keskin o‘zgarishlarini yumshatadi.

Li va hammualliflarning 243 ta tadqiqot va 1928 ta ma’lumot juftligini qamrab olgan global meta-tahlilida no-till an’anaviy haydashga nisbatan tuproq uglerod zahirasini o‘rtacha 11%, kamaytirilgan haydash esa 6% oshirgani qayd etilgan. Qoldiqlarni saqlash bilan birlashtirilganda no-till va kamaytirilgan haydash tizimlarida tegishli ko‘rsatkichlar 13% va 12% bo‘lgan [7].

2024-yildagi 90 ta ilmiy maqoladagi 902 ta juft taqqoslashni qamrab olgan meta-tahlil ham qoldiqlarni qaytarishning SOC miqdorini oshirishdagi ahamiyatini ko‘rsatgan. Ushbu tadqiqotda somon/qoldiq qaytarish SOC miqdorini o‘rtacha 23,7% ga oshirgan eng samarali konservatsion amaliyotlardan biri sifatida qayd etilgan [8].

O‘zbekiston sharoitida bu usul ayniqsa sug‘oriladigan dehqonchilik uchun dolzarbdir. Xorazm hududida o‘tkazilgan tadqiqotlarda o‘simlik qoldiqlarini yuzada saqlash 0–0,3 m qatlamida tuproq organik moddasi miqdorini oshirgan va organik modda ko‘rsatkichi ZT>PB>IT>CT ketma-ketligida yuqori bo‘lgan [9].

Almashlab ekish va ekinlar xilma-xilligini oshirish

Ekinlar xilma-xilligini oshirish tuproqqa kiradigan uglerod manbalarining miqdori va sifatini o‘zgartiradi. Turli ildiz tizimiga ega ekinlarning navbatma-navbat yetishtirilishi tuproqning turli qatlamlaridan uglerod kiritilishini ta’minlashi mumkin. Dukkakli ekinlar esa azot aylanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatib, organik qoldiqlarning parchalanish jarayonlarini o‘zgartiradi.

West va Post global tahlilida almashlab ekish murakkabligini oshirish o‘rtacha 20±12 g C m^{-2} yil^{-1} miqdorida qo‘shimcha uglerod sekvestratsiyasi bilan bog‘langan [6].

Biroq almashlab ekishning samarasi barcha tizimlarda bir xil emas. Ekin turi, ekinlar soni, vegetatsiya davomiyligi, biomassa hosildorligi, namlik va oziqlanish sharoiti yakuniy natijani belgilaydi. Shu sababli O‘zbekiston uchun almashlab ekish tizimlarini hududning suv ta’minoti, sho‘rlanish darajasi va tuproq tipiga moslashtirish zarur.

Qoplovchi ekinlardan foydalanish

Qoplovchi ekinlar asosiy ekinlar orasidagi davrda tuproqni o‘simlik qoplami bilan ta’minlaydi. Ular tuproq yuzasining yalang‘och qolishini kamaytirib, eroziyani cheklaydi va qo‘shimcha ildiz hamda yer usti biomassasi orqali tuproqqa organik uglerod kiritadi.

Poeplau va Don tomonidan 37 ta tajriba maydonidagi 139 ta uchastka ma’lumotlari asosida o‘tkazilgan meta-tahlilda qoplovchi ekinlar qo‘llangan maydonlarda tuproq organik uglerodi nazorat variantlariga nisbatan yuqori bo‘lgan. Dastlabki taxminiy davrda uglerod o‘zgarishi yiliga 0,32 Mg C

ha⁻¹ atrofida bo‘lgan; mualliflar uzoq muddatli davrda uglerod to‘planishining to‘yinishi kuzatilishini ko‘rsatgan [10].

Qoplovchi ekinlarning samarasi iqlim va suv mavjudligiga kuchli bog‘liq. Qurg‘oqchil hududlarda qoplovchi ekinlar asosiy ekin bilan suv uchun raqobat qilishi mumkin. Shuning uchun O‘zbekistonning suv cheklangan hududlarida qoplovchi ekinlarni joriy qilishda ularning vegetatsiya muddati, suv sarfi va keyingi ekinning hosildorligiga ta’siri alohida baholanishi kerak.

Konservatsion qishloq xo‘jaligining kompleks tizimi

Konservatsion qishloq xo‘jaligi odatda uch asosiy prinsipga tayanadi: tuproqni minimal darajada buzish, tuproq yuzasini doimiy organik qoplama bilan ta’minlash va ekinlarni diversifikatsiya qilish. Markaziy Osiyoda ushbu yondashuvning ahamiyati ayniqsa yuqori, chunki mintaqada qurg‘oqchilik, shamol eroziyasi, suv tanqisligi, sho‘rlanish va organik moddalarning kamayishi bir-biri bilan bog‘langan muammolardir [11].

Bohoussou va hammualliflarning 97 ta maqoladagi 752 ta taqqoslashni qamrab olgan global meta-tahlilida konservatsion qishloq xo‘jaligi amaliyotlari 0–15 sm qatlamda SOC zahirasini nazorat tizimlariga nisbatan o‘rtacha 21,39% ga oshirgani aniqlangan. Shuningdek, mineral o‘g‘itga nisbatan go‘ng va go‘ng-mineral o‘g‘it kombinatsiyasi bilan bog‘liq SOC ortishi yuqoriroq bo‘lgan [12].

Bai va hammualliflarning 417 ta ilmiy maqoladagi 3049 juft o‘lchovni qamrab olgan meta-tahlilida biochar qo‘llash SOC miqdorini o‘rtacha 39%, qoplovchi ekinlar 6%, konservatsion haydash esa 5% oshirgani aniqlangan. Biroq mualliflar natijalar muhit, tuproq va boshqaruv sharoitlariga bog‘liqligini ta’kidlagan [13].

Markaziy Osiyo sharoitida agrofizik usullarning ahamiyati

Markaziy Osiyo tuproqlari uchun organik uglerodni boshqarish masalasi o‘ziga xos ahamiyatga ega. Lal Markaziy Osiyoning qurg‘oqchil hududlarida qoldiqlarni saqlash, konservatsion qishloq xo‘jaligi, yozgi yalang‘och shudgorni qisqartirish va qoplovchi yoki yem-xashak ekinlarini yetishtirish orqali uglerod sekvestratsiyasini oshirish imkoniyatlarini qayd etgan. Tadqiqotda yarim qurg‘oqchil hududlarning yengil mexanik tarkibli tuproqlarida 100–200 kg C ha⁻¹ yil⁻¹, subnam hududlarning og‘ir mexanik tarkibli tuproqlarida esa 150–300 kg C ha⁻¹ yil⁻¹ atrofidagi ko‘rsatkichlar keltirilgan [3].

Markaziy Osiyoda qishloq xo‘jaligi yerlarining organik uglerod holati bo‘yicha tadqiqotlarda ilgari qishloq xo‘jaligiga o‘zlashtirilgan yerlarning degradatsiyasi sezilarli uglerod yo‘qotishlari bilan bog‘langan. Hisob-kitoblarga ko‘ra, mintaqadagi yer foydalanishi o‘zgarishlari tuproq organik uglerodi zahirasini taxminan 828±166 Tg C ga kamaytirgan [4].

Bunday sharoitda O‘zbekistonda tuproq uglerodini ko‘paytirishning ustuvor yo‘nalishi bitta texnologiyani universal joriy qilish emas, balki qoldiq biomassasini saqlash, kamaytirilgan haydash, almashlab ekish, eroziyaga qarshi qoplama va suvni tejovchi boshqaruvni yagona tizimga birlashtirishdan iborat bo‘lishi kerak.

Tahlil va muhokama

Tahlil qilingan ilmiy manbalar tuproq organik uglerodini oshirishning eng samarali yo‘li bir nechta agrofizik usullarni o‘zaro uyg‘unlashtirish ekanligini ko‘rsatadi. Alohida no-till yoki minimal haydashning o‘zi doim ham butun tuproq profilidagi uglerod zahirasini oshirmasligi mumkin. Shu

sababli tuproq uglerodining ko‘payishini faqat ustki 0–10 yoki 0–15 sm qatlamdagi o‘zgarishlar bilan baholash metodologik jihatdan yetarli emas [5].

Qoldiq biomassasini saqlash esa uglerod balansining muhim komponentidir. O‘simlik qoldiqlari tuproqqa uglerodning tashqi manbasi sifatida kiradi va ayni vaqtda tuproq yuzasida fizik himoya qatlami hosil qiladi. Bu ayniqsa O‘zbekiston kabi suv tanqisligi va yuqori bug‘lanish kuzatiladigan hududlarda muhimdir.

Agrofizik usullarning yana bir afzalligi shundaki, ular faqat uglerod sekvestratsiyasiga emas, balki tuproqning suv-fizik xususiyatlariga ham ta’sir qiladi. Doimiy qoplama suv infiltratsiyasini yaxshilashi, sirt oqimini va eroziyani kamaytirishi mumkin. Markaziy Osiyo bo‘yicha umumlashtirilgan tadqiqotlarda no-till va qoldiq biomassasini saqlash tuproqning suvni qabul qilish va saqlash xususiyatlarini yaxshilashi qayd etilgan [11].

Shuningdek, uglerod sekvestratsiyasi iqlimni yumshatishning muhim elementi bo‘lsa-da, u qazilma yoqilg‘i emissiyalarini to‘liq qoplaydigan universal yechim sifatida talqin qilinmasligi kerak. Tuproq uglerodi vaqt o‘tishi bilan ma’lum muvozanat darajasiga yetishi mumkin. Shu sababli tuproq uglerodini oshirish strategiyasi uzoq muddatli tuproq unumdorligini saqlash, eroziyani kamaytirish, suvdan foydalanish samaradorligini oshirish va hosildorlik barqarorligini ta’minlash bilan birgalikda olib borilishi lozim [2].

O‘zbekiston sharoitida istiqbolli tizim sifatida quyidagi kompleks yondashuvni ko‘rsatish mumkin: birinchidan, hosil qoldiqlarining imkon qadar katta qismini dalada saqlash; ikkinchidan, mexanik ishlovlar soni va chuqurligini tuproqning fizik holatiga qarab kamaytirish; uchinchidan, ekinlarni almashlab ekish va ildiz tizimi turlicha bo‘lgan ekinlardan foydalanish; to‘rtinchidan, eroziya xavfi mavjud maydonlarda tuproq yuzasini o‘simlik yoki organik qoplama bilan himoyalash; beshinchidan, suv cheklangan sharoitlarda qoplovchi ekinlarni mahalliy suv balansiga mos tanlash.

Shu bilan birga, ushbu tizimlarni Buxoro, Qashqadaryo, Xorazm, Sirdaryo, Toshkent yoki Farg‘ona vodiysi kabi hududlarda bir xil tarzda qo‘llash maqsadga muvofiq emas. Tuproqning mexanik tarkibi, gumus miqdori, sho‘rlanish darajasi, sug‘orish rejimi, yer osti suvlari chuqurligi va ekin tarkibi hisobga olinishi zarur.

Kelgusidagi tadqiqotlarda O‘zbekiston tuproqlarida kamida 5–10 yillik dala tajribalarini tashkil etish, 0–10, 10–20, 20–30, 30–50 va undan chuqur qatlamlarda SOC zahirasini aniqlash, tuproq zichligi va agregat barqarorligini o‘lchash, qoldiq biomassasi miqdorini hisoblash hamda hosildorlik bilan uglerod balansi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash muhimdir.

Xulosa

Iqlim o‘zgarishi sharoitida tuproq organik uglerodini saqlash va ko‘paytirish qishloq xo‘jaligining ekologik barqarorligi va tuproq unumdorligini ta’minlashning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, minimal va nol haydash, o‘simlik qoldiqlarini dalada saqlash, mulchalash, qoplovchi ekinlardan foydalanish, almashlab ekish va tuproqning doimiy qoplamini ta’minlash SOC zahirasini oshirish imkoniyatiga ega.

Biroq no-till yoki boshqa bitta usulni barcha tuproq-iqlim sharoitlari uchun universal yechim deb hisoblash ilmiy jihatdan asoslanmagan. Ayrim meta-tahlillarda no-till tuproqning ustki qatlamida uglerod to‘planishini oshirgani aniqlangan bo‘lsa, chuqurroq qatlamlarni hisobga olganda umumiy

zahira bo‘yicha sezilarli ustunlik kuzatilmagan [5]. Shuning uchun tuproq uglerodini baholashda butun tuproq profilini hisobga olish talab etiladi.

Markaziy Osiyo sharoitida, ayniqsa O‘zbekistonda, o‘simlik qoldiqlarini saqlash, tuproqni ortiqcha mexanik buzilishdan himoya qilish va suv-fizik rejimni yaxshilashga qaratilgan kompleks konservatsion tizimlar katta amaliy ahamiyatga ega. Bunday tizimlar tuproq uglerodini oshirish bilan bir qatorda eroziya, namlik yo‘qotilishi va tuproq strukturasining buzilishini kamaytirishga xizmat qilishi mumkin.

Kelgusida O‘zbekistonning turli tuproq-iqlim zonalarida uzoq muddatli dala tajribalarini kengaytirish, agrofizik usullarning SOC zahirasi, tuproq namligi, agregat tarkibi, zichligi va ekin hosildorligiga kompleks ta’sirini aniqlash maqsadga muvofiq. Eng maqbul strategiya mahalliy sharoitga moslashtirilgan **“minimal haydash + qoldiq biomassasini saqlash + almashlab ekish + tuproq qoplamini ta’minlash + suvni tejash”** tamoyillarining kompleks qo‘llanilishidir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lal R. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change. Geoderma. 2004. Vol. 123, Issues 1–2. B. 1–22.
2. Lal R. World Cropland Soils as a Source or Sink for Atmospheric Carbon. Advances in Agronomy. 2001. Vol. 71. B. 145–191.
3. Lal R. Carbon Sequestration in Soils of Central Asia. Land Degradation & Development. 2004. Vol. 15, No. 6. B. 563–572.
4. Lamers J.P.A., et al. Organic Carbon in Soils of Central Asia—Status Quo and Potentials for Sequestration. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2010. B. maqolada keltirilgan mintaqaviy uglerod balansiga oid ma’lumotlar.
5. Luo Z., Wang E., Sun O.J. Can No-Tillage Stimulate Carbon Sequestration in Agricultural Soils? A Meta-analysis of Paired Experiments. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2010. Vol. 139, Issues 1–2. B. 224–231.
6. West T.O., Post W.M. Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation: A Global Data Analysis. Soil Science Society of America Journal. 2002. Vol. 66, No. 6. B. 1930–1946.
7. Li Y., Li Z., Chang S.X., Cui S., Jagadamma S., Zhang Q., Cai Y. Residue Retention Promotes Soil Carbon Accumulation in Minimum Tillage Systems: Implications for Conservation Agriculture. Science of the Total Environment. 2020. Vol. 740. Maqola raqami: 140147.
8. Meng X., Meng F., Chen P., Hou D., Zheng E., Xu T. A Meta-analysis of Conservation Tillage Management Effects on Soil Organic Carbon Sequestration and Soil Greenhouse Gas Flux. Science of the Total Environment. 2024. Vol. 954. Maqola raqami: 176315.
9. Effect of Crop Residue and Tillage System on Soil Properties in Irrigated Agriculture of the Khorezm Region, Uzbekistan. International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT) materiallari. 2008. B. 0–0,3 m qatlam bo‘yicha tajriba natijalari.
10. Poeplau C., Don A. Carbon Sequestration in Agricultural Soils via Cultivation of Cover Crops – A Meta-analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2015. Vol. 200. B. 33–41.
11. Nurbekov A., Akramkhanov A., Kassam A., Sydyk D., Ziyadaullaev Z., Lamers J.P.A. Conservation Agriculture for Combating Land Degradation in Central Asia: A Synthesis. AIMS Agriculture and Food. 2016. Vol. 1, No. 2. B. 144–156.

12. Bohoussou Y.N.D., Kou Y.H., Yu W.B., Lin B.J., Virk A.L., Zhao X., Dang Y.P., Zhang H.L. Impacts of the Components of Conservation Agriculture on Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Storage: A Global Meta-analysis. Science of the Total Environment. 2022. Vol. 842. Maqola raqami: 156822.
13. Bai X., Huang Y., Ren W., Coyne M., Jacinthe P.-A., Tao B., Hui D., Yang J., Matocha C. Responses of Soil Carbon Sequestration to Climate-smart Agriculture Practices: A Meta-analysis. Global Change Biology. 2019. Vol. 25, No. 8. B. 2591–2606.
14. Crystal-Ornelas R., Thapa R., Tully K.L. Soil Organic Carbon is Affected by Organic Amendments, Conservation Tillage, and Cover Cropping in Organic Farming Systems: A Meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2021. Vol. 312. Maqola raqami: 107356.
15. FAO, ITPS. Recarbonizing Global Soils: A Technical Manual of Recommended Sustainable Soil Management. Volume 3: Cropland, Grassland, Integrated Systems and Farming Approaches. Rome: FAO, 2021. ISBN 978-92-5-134893-2. Tegishli amaliyotlar bo‘yicha bo‘limlar.