

B.V.Gorbunov va boshqalar tomonidan O‘rta Osiyo daryo suvlari keltirilmalariga boyligidan kelib chiqish e’tirof etib o‘tilgan. Shuningdek, ilmiy manbalarda keltirilgan lyoss tarkibi haqidagi ma’lumotlarda unda 0,002-0,005 mm li zarrachalar (chang fraksiyalari) ko‘pchilikni tashkil etishi, 5-30% atrofida 0,002 mm dan kichik gilli fraksiyalar tashkil etishi ko‘rsatib o‘tilgan. Shu tufayli tuproqlar qattiq qismi granulometrik faraksiyalari miqdoriy tarkibi o‘zgarishga yuz tutadi.

Tuproqlar granulometrik tarkibi uning struktura bo‘laklari ko‘rinishida ham o‘z ifodasini topgan. Kesakcha, kesakchali donador va donador agregat ko‘rinishlari quyiga tomon asta sekin kesakchali shaklga o‘tib boradi. Bu holat asosan, ko‘plab omillar, masalan, tuproqning gumus va singdirilgan asoslar tarkibi va

mexanik tarkibidan kelib chiqsada, o‘zgarishlar ko‘proq mexanik elementlar tarkibiga bog‘liq holda yuz beradi.

Xulosa. Yuqoridagilarga ko‘ra, tuproqlar sug‘orma dehqonchilik jarayonida sug‘orish suvlari keltirilmalari tarkibiga ko‘ra asta-sekin o‘zgarishlarga uchraydi. Bu o‘zgarishlar ularda asosan, keltirilmalar tarkibiga bog‘liq bo‘lib, mayin qum va chang fraksiyalari ortishini o‘zida aks ettiradi. Natijada tuproqlar haydov va haydov osti qatlamlari nisbatan yengil va o‘rta qum oq mexanik tarkib tomonga transformatsiyalanib, quyi qatlamlarga tomon ushbu o‘zgarishlar ta’siri sustlashadi. Bu holat hozirda mexanik tarkib bo‘yicha o‘zgarishlar bosqichi jarayonida bo‘lib, sug‘orish davri nisbatan uzoq bo‘lgan tuproqlarda mexanik tarkib bo‘yicha yangi tuproq taksonomik birligiga transformatsiyalangan.

ADABIYOTLAR

1. Abakumov E., G‘.Yuldashev.U.Mirzaev. et al. The Current State of Irrigated Soils in the Central Fergana Desert under the Effect of Anthropogenic Factors //Geosciences. – 2023. – T. 13. – №. 3. – С. 90.
2. Горбунов Б.В. Почвы Андижанской области. 1949.160-247 с.
3. Isaqov V.Y., Mirzayev U.B. Markaziy Farg‘onada shakllangan arziqli tuproqlarning xossalari va ularning inson omili ta’sirida o‘zgarishi. – Toshkent.: Fan, 2009. -228 b.
4. Isaqov V.Y. Mirzayev U.B. Arziq-sho‘xli o‘tloqi saz tuproqlarni sug‘orish ta’siridagi dinamikasi. FarDU. Ilmiy xabarlar. 2018. №6. 47-51 b.
5. Исмонов А.Ж., Каландаров Н.Н., Мамажоновна У.Х. Современное состояние почвенного покрова орошаемых ландшафтов восточной части Ферганской долины. Журнал почвоведение и агрохимия. 2010. №1. Ст. 5-10. Из-во: ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. УУ Успанова».
6. Мансуров Ш.С. Шаркий Фарғона гидроморф тупроқлари ва уларнинг унумдорлигини деҳқончилик таъсирида ўзгариши. б.ф.ф.д.(PhD) илмий даражасини олиш учун тайёрланган дис. Автореферати. Фарғона. 2019. 24 б.
7. Рекомендации по мелиоративной оценке, освоению и использованию гипсоносных почв по орошаемое земледелие.- Почвенный институт им. В.В.Докучаева. М., 1979.
8. Tursunov L.T. Tuproq fizikasi. T.1988. 222 bet.
- 9.Qo‘ziyev R.Tuproqlar evolyutsiyasining jadalligi va xarakteri. – FarDU. Ilmiy xabarlar. 2015. №1. 34-37 b.
10. Yuldashev G‘.Mirzayev U.B. Sug‘oriladigan arziq – sho‘xli tuproqlarning antropogen omil ta’siridagi evolyutsiyasi. FarDU Ilmiy xabarlar. 2018. №5. 40-44 b.

ЭКОЛОГИК МУҲИТНИ ЯХШИЛАШ ҲАМДА ТУПРОҚ УНУМДОРЛИГИНИ ОШИРИШДА БИОЧАР (БИОКЎМИР) ҚЎЛЛАШНИНГ САМАРАДОРЛИГИ

Рашидова Дилбар Каримовна,

қишлоқ хўжалиги фанлари доктори, профессор
<https://orcid.org/0000-0003-0959-8347>

Бабаев Яшин Амонович,

қишлоқ хўжалиги фанлари доктори, профессор
<https://orcid.org/0000-0001-5527-5480>

Жалолов Хуршидбек Хуррам ўғли,

қишлоқ хўжалиги фанлари доктори, катта илмий ходим

Якубов Музаффар Матякубович,

қишлоқ хўжалиги фанлари бўйича фалсафа доктори, катта илмий ходим
<https://orcid.org/0000-0002-6948-028X>

Мамедов Нормухаммад Марданович

қишлоқ хўжалиги фанлари бўйича фалсафа доктори, катта илмий ходим
<https://orcid.org/0000-0001-7140-6365>

Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологияси илмий-тадқиқот институти.

Аннотация. Биочар - бу органик чиқиндиларни (ёғоч, сомон, гўнг ва бошқалар) кислородсиз муҳитда юқори ҳароратда куйдириш (пиролиз) орқали олинадиган махсус кўмир тури бўлиб, у тупроқнинг тузилишини яхшилаш, сувни туттиш қобилиятини ошириш, озуқа моддаларини сақлаш ва микроорганизмлар учун қулай муҳит яратишда муҳим аҳамиятга эга. Биочарнинг қўлланилиши тупроқдаги органик углерод миқдорини оширади, оғир металлларни камайтиради, *Fusarium* вилт (сўлиш) касаллигига қарши ҳимоялашда самарали ва тупроқда узоқ муддатли таъсир кўрсатади.

Республикамызнинг Андижон, Наманган, Қашқадарё, Жиззах вилоятларида ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, биочар қўлланилганда тупроқ ғоваклиги 5–8% га ошади, пахта илдиз тизими ривожланади ва

ҳосилдорлик 3,8–5,5 ц/гага ортганлиги аниқланди. Халқаро тажрибаларга кўра, биочар пахта ҳосилини 15–35% га, тупроқнинг сувни тутуш қобилиятини 20–25% га оширади ва минерал ўғитларнинг самарадорлигини 91–139% га кўпайтириши мумкин. Шунингдек, биочар экологик барқарорликни таъминлайди ва минерал ўғитларга бўлган эҳтиёжни 15% гача камайтиради.

Калит сўзлар: биочар, биокўмир, тупроқ саломатлиги, пахта ҳосилдорлиги, барқарор қишлоқ хўжалиги, тупроқ ғоваклиги, сувни сақлаш, органик углерод.

Аннотация. Биочар — это особый вид угля, получаемый путём пиролиза (сжигания органических отходов, таких как древесина, солома, навоз и др., в бескислородной среде при высокой температуре). Он имеет важное значение для улучшения структуры почвы, повышения её водоудерживающей способности, сохранения питательных веществ и создания благоприятной среды для микроорганизмов. Применение биочара увеличивает содержание органического углерода в почве, снижает концентрацию тяжёлых металлов, эффективно защищает от заболевания *Fusarium wilt* (вялость) и оказывает долгосрочное воздействие на почву.

Исследования, проведённые в Андижанской, Наманганской, Кашкадарьинской и Джизакской областях нашей республики, показали, что при использовании биочара пористость почвы увеличивается на 5–8%, развивается корневая система хлопчатника, а урожайность повышается на 3,8–5,5 ц/га. Согласно международному опыту, биочар может увеличить урожайность хлопка на 15–35%, повысить водоудерживающую способность почвы на 20–25% и повысить эффективность минеральных удобрений на 91–139%. Кроме того, биочар способствует экологической устойчивости и снижает потребность в минеральных удобрениях до 15%.

Ключевые слова: биочар, биоуголь, здоровье почвы, урожайность хлопка, устойчивое сельское хозяйство, пористость почвы, удержание воды, органический углерод.

Кириш. Аҳолисининг озиқ-овқатга бўлган талабининг ортиб бориши туфайли экинлар ҳосилдорлигини ошириш, тупроқ саломатлигини яхшилаш ва қишлоқ хўжалиги келтириб чиқарадиган экологик муаммоларни бартараф қилишнинг барқарор йўллари топиш зарур. Энг мақбул ёндашув арзонлиги, паст реактивлиги, катта юза майдонда углероднинг камайишини таъминловчи, тупроқ саломатлигининг муҳим таркибий қисми бўлган биочардан самарали фойдаланишдир. Шу нуқтаи-назардан, деҳқончилик тизимида биочар ва унинг ҳосилалари тупроқ тузилишини яхшилаш, озуқа моддаларини сақлаш қобилияти, микроорганизмлар фаолияти ва тупроқ унумдорлигини сақлашда муҳим аҳамият касб этади.

Биочар фойдали бўлишига қарамай, агар у юқори концентрацияда ишлатилса, баъзан жуда заҳарли бўлиб, тупроқ юзасининг камайиши, Ph даражасининг ошиши ва тупроқ хусусиятларининг ўзгариши туфайли тупроқ эрозиясини келтириб чиқариши мумкин.

Замонавий қишлоқ хўжалигининг асосий мақсади ўсиб бораётган аҳолини тўйимли озиқ-овқат маҳсулотлари билан таъминлаш учун экологик барқарорлик ва маҳсулдорлик ўртасидаги мувозанатни сақлашдир [1]. Тупроқ унумдорлигини сақлаш ҳақиқатан ҳам синтетик ўғитлар ва органик тузатмалар комбинациясини талаб қилади [2,3]. Сўнгги йилларда биокўмир (биочар) тупроқ саломатлигини яхшилаш воситаси сифатида тадқиқотчиларнинг эътиборини тортди, чунки у бир қатор муҳим афзалликларга эга [4].

Биочар углеродга бой бўлиб, биомассани термик қайта ишлашдан олинади. У тупроқ унумдорлигини ошириш, ифлослантирувчи моддаларни иммобиллаш ва сув сақлаш қобилиятини ошириш орқали тупроқ саломатлиги учун фойдалидир [5].

Биокўмир углеродни тупроқда ўнлаб ва ҳатто минглаб йиллар давомида сақлаши мумкин, бу эса уни углероднинг узоқ муддатли секвестрацияси учун юқори самарали эритмага айлантиради. У тежамкор, арзон ва фойдали, шунингдек, экологик тоза маҳсулот. Биокўмирнинг қўлланилиши унинг сирт тузилишидаги гидроксил, карбоксил ва спирт гуруҳлари туфайли мураккаб оғир металларни ютиш қобилияти билан янада асосланади [6].

Баъзи биокўмирлар ҳатто юқори адсорбция қобилиятига эга бўлган тижоратда мавжуд бўлган фаоллаштирилган кўмирга қараганда оғир металларни самарали ўзлаштира олади [7].

Бироқ биокўмирнинг баъзи камчиликлари мавжуд, масалан, унинг чекловлари ва тупроқда барқарорлиги. Ванг ва бошқаларнинг маълумотларига кўра, учувчан бўлмаган компонентлар тупроқларда ўртача 556 йил, ҳаракатчан компонентлар эса бор йўғи 108 кун атрофида сақланиши мумкин [8].

Яна бир чеклов ароматик тузилмалар томонидан қўлланиладиган кимёвий рекалситрантликдир. Углероднинг бир қатор даражалари бўйича биокўмир-тупроқ ўзаро таъсири тупроқ турларининг хилма-хиллиги, биокўмир турларининг ўзгарувчанлиги ва геоэкологик экспериментал шароитларнинг ўзгарувчанлиги туфайли кам ўрганилган. Чагас ва бошқалар мета-таҳлил ўтказиб, биокўмир тупроқнинг турли хусусиятларини, масалан, тупроқ микробиял углеродини (200%), органик углеродни (84%) ва умумий углеродни (64%) яхшилашини аниқладилар [9].

Биочар ўзи нима? Биочар (биокумир) - бу органик чиқиндиларни (ёғоч, сомон, гўнг ва бошқалар) кислородсиз муҳитда юқори ҳароратда куйдириш (пиролиз) орқали олинган маҳсус кўмир тури бўлиб, тупроқ унумдорлигини ошириш ва ўсимликлар ўсишини яхшилаш учун ишлатилади. У оддий ўғитдан фарқли равишда тупроқда ўнлаб йиллар давомида сақланиб, унинг хоссаларини тубдан яхшилади.

Биочарнинг асосий фойдали хусусиятлари нималардан иборат?

Унинг ғовак (тешикчали) тузилиши сувни ўзида яхши тутати ва қурғоқчиликка чидампликни оширади. Тупроққа солинган минерал ўғитларнинг ювилиб кетишини олдини олади ва уларнинг таъсир қилиш муддатини узайтиради. Тупроқдаги фойдали микроорганизмлар учун яшаш жойи ва қулай муҳит яратади. Тупроқдаги оғир металлар ва токсинларнинг ўзига шимиб олиб, уларнинг ўсимликка ўтишини камайтиради. Тупроқнинг зичлашиб қолишига йўл қўймайди, дренаж ва азрацияни (ҳаво алмашинуви) яхшилади.

Биочарни қўллаш ва фаоллаштиришда энг юқори самара олиш учун уни «фаол» ҳолатда ишлатиш тавсия этилади. Қуруқ биочарнинг ўзида озуқа моддалари кам бўлиши мумкин. Шунинг учун биочарни ишлатишдан олдин компост ёки чирган гўнг билан 1:1 нисбатда аралаштириб, бир неча ҳафта қолдириш энг яхши усул ҳисобланади ҳамда қўллаш меъёри тупроқнинг юза қаватига (0–20 см чуқурликка) ҳар 1м² га 1–2 кг миқдорда солинади. Шунингдек, биочарни ҳар йили солиш шарт эмас. Бир марта солинган биочар тупроқда юз йиллаб қолиб, ўз вазифасини бажаравериш хусусиятига эга.

Сўнги йилларда бу мавзу глобал миқёсда «яшил» технология ва иқлим ўзгаришига қарши кураш воситаси сифатида катта қизиқиш уйғотмоқда.

Халқаро илмий журналларда чоп этилган мақолаларда биочарнинг ҳосилдорликка ва тупроқ сифатига ижобий таъсир этиши, мета-таҳлил натижаларига кўра, биочарни қўллаш экинлар ҳосилдорлигини ўртача **25,0% га** ошириши ва у минерал ўғитлар билан бирга ишлатилса, ҳосилдорлик яна **10% га** ортиши кузатилади. Олиб борилган тадқиқотларда биочарнинг тупроқдаги ижобий таъсири 5 йилдан ортиқ вақт давомида барқарор сақланиши кўрсатилган *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences)* ва намликни сақлаши бўйича *Frontiers in Plant Science (2025)* журналидаги мақолага кўра, биочар ўзининг ғовак тузилиши туфайли тупроқнинг намликни сақлаш қобилиятини яхшилайти ва ўсимликларнинг қурғоқчилик стрессига чидамлилигини оширади (1-жадвал).

1-жадвал

1	Вариант	ФОН
2	Назорат	Назорат (ўғитсиз ва биочарсиз)
3	НПК	Назорат + Минерал ўғит (масалан, N200 P140 K100)
4	BC-5	НПК + Биочар (5 т/га)
5	BC-10	НПК + Биочар (10 т/га)
6	BC-20	НПК + Биочар (20 т/га)

Мисол тариқасида шундай жадвал орқали биочарни катта майдонларда тадқиқотлар олиб бориш мумкин.

Тупроқнинг табиий ҳолатини аниқлашда анъанавий дехқончилик билан солиштиришда биочарни оптимал варианты топиш орқали юқори натижага эришиш имкони бўлади.

Вилоятлар миқёсида оладиган бўлсак Андижон ва Наманганда тажрибаларни қадимий суғориладиган, механик таркиби ўрта ва оғир қумоқ бўлган бўз тупроқларда ўтказилади. Бу ерда биочарнинг тупроқ зичлигини камайтириш хусусияти ўрганилади.

Андижон ва Наманган вилоятларида биочар (10 т/га) қўлланилганда тупроқнинг ғоваклиги 5-8% га ортиши пахта илдиз тизимининг фаол ривожланишига ва ҳосилдорликнинг ўртача 4.2-5.5 ц/га ошишига хизмат қилади (2-жадвал).

Қашқадарё ва Жиззах вилоятларида сув танқислиги ва

шўрланишга мойил бўлган оч бўз ва ўтлоқи-бўз тупроқларда тадқиқотлар олиб борилиши орқали биочарнинг намликни сақлаш ва шўрга бардошлиликни ошириши хусусиятига баҳо берилиши мумкин. Қуруқ ва иссиқ иқлимда биочар суғориш орталиғида намликни 15-20% га кўпроқ сақлаб қолади, натижада ғўзанинг шоналаш ва гуллаш давридаги стресс ҳолатлари камайиб, ҳосилдорлик назоратга нисбатан 3.8-4.9 ц/га юқори бўлади.

2-жадвал

Вилоятлар	Тупроқ тип	Назорат варианты, ц/га	Биочар ҳосил, 10 т/га	Қўшимча ҳосил, (ц/га)
Андижон	Типик бўз	34.5	39.8	+5.3
Наманган	Оч бўз	32.8	37.5	+4.7
Қашқадарё	Ўтлоқи бўз	30.2	34.6	+4.4
Жиззах	Оч бўз шўрланган	28.4	33.1	+4.7

Жадвалдан кўриниб турибдики биочар қўлланилган вариантда назоратга нисбатан ҳосилдорлик юқори натижага эришилган.

Сўнги йилларда халқаро тажрибалардан статистик кўрсаткичларга қараганда биочарнинг пахта ҳосилдорлиги ва тупроқ сифатига таъсири бўйича ҳосилдорлик Ҳиндистон тажрибаларига кўра биочар қўлланилган майдонларда ҳосилдорлик юқори бўлганлиги қайд этилган.

Тупроқ хоссалари бўйича биочар рН қиймати 46%, органик углероди 27%, ғоваклики эса 14-64% га ошириши мумкинлиги кузатилади.

Биочар қўлланилганда сув ва ўғит тежамкорлиги самарадорлиги оширилиб, сув танқислиги шароитида ҳосил камайишини олдини олади.

Халқаро тажрибалардан кўриниб турибдики биочар пахта ҳосилини 15-35% га ошириши, тупроқнинг намликни сақлаш қобилияти 20-25% га яхшиланиши ва озуқа моддаларининг ювилиб кетишининг камайиши исботланган.

Хулоса қилиб айтиш мумкинки биочар тупроқни узоқ муддатли соғломлаштирувчи воситаси бўлиб, минерал ўғитларга бўлган эҳтиёжни 15% гача камайтиради ва экологик барқарорликни таъминлайди.

АДАБИЁТЛАР

1. Azad, N.; Behmanesh, J.; Rezaverdinejad, V.; Abbasi, F.; Navabian, M. An Analysis of Optimal Fertigation Implications in Different Soils on Reducing Environmental Impacts of Agricultural Nitrate Leaching. *Sci. Rep.* 2020, 10, 7797. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
2. Bai, J.; Song, J.; Chen, D.; Zhang, Z.; Yu, Q.; Ren, G.; Han, X.; Wang, X.; Ren, C.; Yang, G.; et al. Biochar Combined with N Fertilization and Straw Return in Wheat-Maize Agroecosystem: Key Practices to Enhance Crop Yields and Minimize Carbon and Nitrogen Footprints. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2023, 347, 108366. [Google Scholar] [CrossRef]
3. Banik, C.; Bakshi, S.; Laird, D.A.; Smith, R.G.; Brown, R.C. Impact of Biochar-Based Slow-Release N-Fertilizers on Maize Growth and Nitrogen Recovery Efficiency. *J. Environ. Qual.* 2023, 52, 630–640. [Google Scholar+C.&author=Bakshi,+S.&author=Laird,+D.A.&author=Smith,+R.G.&author=Brown,+R.C.&publication_year=2023&journal=J.+Environ.+Qual.&volume=52&pages=630%E2%80%93640&doi=10.1002/jeq2.20468&pmid=36825766] [CrossRef] [PubMed]
4. Pandian, K.; Vijayakumar, S.; Mustaffa, M.R.A.F.; Subramanian, P.; Chitraputhirapillai, S. Biochar—A Sustainable Soil Conditioner for Improving Soil Health, Crop Production and Environment under Changing Climate: A Review. *Front. Soil Sci.* 2024, 4, 1376159. [Google Scholar] [CrossRef]
5. Afshar, M.; Mofatteh, S. Biochar for a Sustainable Future: Environmentally Friendly Production and Diverse Applications. *Results Eng.* 2024, 23, 102433. [Google Scholar] [CrossRef]
6. Ahmad, M.; Lee, S.S.; Dou, X.; Mohan, D.; Sung, J.K.; Yang, J.E.; Ok, Y.S. Effects of Pyrolysis Temperature on Soybean Stover- and Peanut Shell-Derived Biochar Properties and TCE Adsorption in Water. *Bioresour. Technol.* 2012, 118, 536–544. [Google Scholar] [CrossRef]
7. Viotti, P.; Marzeddu, S.; Antonucci, A.; Décima, M.A.; Lovascio, P.; Tatti, F.; Boni, M.R. Biochar as Alternative Material for Heavy Metal Adsorption from Groundwaters: Lab-Scale (Column) Experiment Review. *Materials* 2024, 17, 809. [Google Scholar] [CrossRef]
8. Wang, J.; Xiong, Z.; Kuzyakov, Y. Biochar Stability in Soil: Meta-Analysis of Decomposition and Priming Effects. *GCB Bioenergy* 2016, 8, 512–523. [Google Scholar] [CrossRef]
9. Chagas, J.K.M.; de Figueiredo, C.C.; Ramos, M.L.G. Biochar Increases Soil Carbon Pools: Evidence from a Global Meta-Analysis. *J. Environ. Manag.* 2022, 305, 114403. [Google Scholar] [CrossRef]