UO‘K: 631.452

AMUDARYO QADIMGI DELTASI SUG‘ORILADIGAN TUPROQLARINING FERMENTATIV FAOLLIGI VA MAVSUMIY DINAMIKASI

Abduraxmonov Nodirjon Yulchiyevich,
direktor o ‘rinbosari, biologiya fanlari doktori (DSc), professor
Qorayev Aliyor Xasanovich,
b.f.f.d. (PhD), katta ilmiy xodim, bo‘lim boshlig‘i
Yerdashova Gulzar Baxrom qizi,
tayanch doktorant

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot Amudaryo qadimgi deltasi hududidagi sug‘oriladigan taqir-o‘tloqi, o‘tloqi-allyuvial va o‘tloqi-cho‘l tuproqlarning fermentativ faolligini baholashga qaratildi. Katalaza, peroksidaza, polifenoloksidaza va ureaza fermentlarining 0–30 sm va 30–60 sm qatlamlarda bahor, yoz va kuz fasllaridagi dinamikasi o‘rganildi. Natijalar mexanik tarkib, namlik rejimi va organik modda miqdori fermentativ jarayonlarning asosiy regulyatori ekanligini ko‘rsatdi. Eng yuqori ferment faolligi o‘rta qumoqli sug‘oriladigan taqir-o‘tloqi tuproqlarda qayd etildi.

Kalit so‘zlar: tuproq fermentlari, katalaza, ureaza, peroksidaza, mavsumiy dinamika, sug‘oriladigan tuproq.

Аннотация. Данное исследование направлено на оценку ферментативной активности орошаемых такырно-луговых, лугово-аллювиальных и лугово-пустынных почв древней дельты Амударьи. Изучена динамика ферментов каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы и уреазы в 0-30 см и 30-60 см слоях в весенний, летний и осенний периоды. Результаты показали, что основными регуляторами ферментативных процессов являются механический состав, водный режим и содержание органического вещества. Наибольшая ферментативная активность отмечена в среднесуглинистых орошаемых такырно-луговых почвах.

Ключевые слова: почвенные ферменты, каталаза, уреаза, пероксидаза, сезонная динамика, орошаемые почвы.

Annotation. This study is aimed at assessing the enzymatic activity of irrigated barren-meadow, meadow-alluvial, and meadow-desert soils in the ancient delta of the Amu Darya. The dynamics of catalase, peroxidase, polyphenol oxidase, and urease enzymes were investigated in the 0–30 cm and 30–60 cm soil layers during spring, summer, and autumn seasons. The results showed that soil texture, moisture regime, and organic matter content are the main regulators of enzymatic processes. The highest enzymatic activity was recorded in medium loamy irrigated barren-meadow soils.

Key words: soil enzymes, catalase, urease, peroxidase, seasonal dynamics, irrigated soil.

Kirish. Respublikamizda hozirgi kunda qishloq xo‘jaligida foydalaniladigan sug‘oriladigan ekin yerlarning katta qismi 1999,8 ming gektardan oshiqroq yerlar shamol (deflyatsiya) eroziyasiga uchragan. Mexanik tarkibi qum, qumloq va yengil qumoqli tuproqlarda shamol (deflyatsiya) eroziya jarayonlarining jadallashuviga, oqibatda esa tuproq degradatsiyasi ta’sirida tuproq unumdorligi kamayib ketishiga sabab bo‘lmoqda. Ya’ni tuproqning fizik, biologik va kimyoviy holatining yomonlashuviga olib kelmoqda. Sug‘orilib dehqonchilik

ISSN 2181-0826 1/2026 y.

qilinadigan hududlarda tuproq degradatsiyasini oldini olish, unumdorligini tiklash orqali qishloq xo‘jaligida samarali foydalanish, ularning salohiyatini to‘laligicha ishlab chiqarishga jalb etish, global iqlim o‘zgarishi jadallashgan, aholi soni tez suratlarda ko‘payib borayotgan davrda, oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash va shu kabi bir qator muammolarni hal etishga ilmiy va amaliy jihatdan yechimini topishga imkon beradi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 10-iyundagi 277-son “Yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorining - yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashish, uning salbiy ta’sirini kamaytirish va oqibatlarini yumshatish hamda tuproqlarni muhofaza qilishga qaratilgan ilmiy loyihalarni shakllantirilishi, shuningdek, moliyalashtirilishi belgilangan 8-bandiga muvofiq bo‘lib, qarorning 4-ilovasi bilan tasdiqlangan Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti tomonidan bajariladigan 2022-2025 yillar davomida yerlar degradatsiyasi va unga qarshi kurashish bo‘yicha o‘tkaziladigan ilmiy-tadqiqot ishlarining asosiy yo‘nalishlarida keltirilgan “Shamol va suv eroziyasi ta’siriga uchragan yerlarni qayta tiklash va qishloq xo‘jaligida foydalanishga kiritish agrotexnologiyasini ishlab chiqish” mavzuli loyiha asosida tadqiqot olib borilgan.

Tuproq unumdorligini belgilovchi asosiy omillardan biri uning biologik faolligi hisoblanadi. Tuproqdagi fermentlar (peroksidaza, katalaza, ureaza, polifenoloksidaza) mikroorganizmlar faoliyatining muhim ko‘rsatkichidir. Ushbu fermentlar organik moddalarning parchalanishi, azot aylanishi va gumus hosil bo‘lish jarayonlarida bevosita ishtirok etadi.

Tuproq fermentlari tuproqning biologik faolligini baholovchi eng sezgir indikatorlardan biridir. Fermentativ jarayonlar organik moddalarning mineralizatsiyasi, gumus hosil bo‘lishi va azot aylanishini belgilaydi.

Orolbo‘yi hududida, xususan Amudaryo qadimgi deltasi sharoitida sug‘oriladigan tuproqlarning biologik holatini baholash alohida ilmiy ahamiyatga ega. Amudaryoning qadimgi deltasi sharoitida, tuproq fermentlari faolligi iqlim sug‘orish va mexanik tarkibga bog‘liq holda sezilarli darajada o‘zgaradi.

Olib borilayotgan tadqiqotlarimiz shamol eroziyasiga moyil turli mexanik tarkibli sug‘oriladigan tuproqlarda fermentativ faollikning mavsumiy dinamikasini aniqlashga va ekologik baholashga qaratilgan.

Tuproq fermentlari ekologik monitoringda keng qo‘llaniladi. R. P. Dick fermentativ faollikni tuproq sifatining integrativ ko‘rsatkichi sifatida tavsiya etadi. Muallifning fikricha, katalaza va ureaza tuproq mikrobiologik faolligini tezkor baholash imkonini beradi [1].

R.G. Burns tuproq fermentlarining iqlim o‘zgarishi va agrotexnik tadbirlarga sezgirligini asoslab bergan. Uning tadqiqotlarida namlik va organik modda miqdori ferment faolligining asosiy determinanti sifatida ko‘rsatiladi [2].

M.A. Tabatabai ureaza fermentining azot aylanishidagi rolini chuqur tahlil qilib, u azotli o‘g‘itlar samaradorligini belgilovchi asosiy omil ekanligini ta’kidlaydi [3].

E. Kandeler va boshqalar ferment faolligi mavsumiy harorat o‘zgarishlariga bevosita bog‘liqligini aniqlagan. Bahor faslida maksimal faollik kuzatilishi ko‘plab agroekologik tadqiqotlarda qayd etilgan [4].

R.L. Sinsabaugh polifenoloksidaza fermentini gumus hosil bo‘lish jarayonining muhim katalizatori sifatida baholaydi. Organik substrat ko‘p bo‘lgan tuproqlarda uning faolligi ortadi [5].

L. Gianfreda va J.M. Bollag tuproq fermentlarining adsorbsiyasi va mexanik tarkib bilan bog‘liqligini ko‘rsatgan bo‘lib, o‘rta qumoqli tuproqlarda fermentlar barqaror saqlanadi [6].

C. Trasar-Cepeda va boshqalar fermentativ faollikni tuproq degradatsiyasining bioindikatori sifatida qo‘llashni taklif etgan [7].

P. Nannipieri va boshqalar tuproq fermentlari ekotizim barqarorligini aks ettiruvchi biologik mexanizm ekanligini asoslab bergan [8].

Katalaza fermenti faolligi bir qancha omillarga o‘z ta’sirini ko‘rsatadi. Shulardan organik moddalar miqdoriga, tuproq xossalariga, pH miqdoriga, mikroorganizmlar sonining o‘zgarishiga olib kelib, tuproq profili bo‘ylab gumus miqdorining o‘zgarishiga katalaza fermenti faolligining ortishi yoki pasayishi ta’sir ko‘rsatgan [9].

Tuproq profilining ustki gumusli qatlamlarida katalaza fermenti yuqori ko‘rsatkichlariga ega bo‘lib, pastki qatlamlarda esa uning faolligi pasayganligi kuzatilgan. Katalaza faolligining o‘zgarishiga tuproq ayirmalari, tuproq qatlamlarining turlicha o‘zgarishi, hudud tuproq hosil qiluvchi sharoitlari, sho‘rlanish darajalari, sug‘orish davrlari ham o‘z ta’sirini ko‘rsatganligi aniqlangan. Fenoloksidazalar guruhiga kiradigan fermentlar ishtirokida murakkab biokimyoviy jarayonlardan biri ya’ni tuproqdagi organik moddalarning gumusga aylanishi boradi. Fenoloksidazalar turli organik moddalarning parchalashida ya’ni gumifikatsiya jarayonida asosiy ro‘l o‘ynaydi va shu birga tuproqda himoya vazifasini ham bajaradi [10].

Bahor faslida tuproqning nafas olishi uning namlanish darajasiga bog‘liq ekanligi o‘rganilgan muddat va sharoitlarda undagi fermentlar faolligi va namlikning tasiri o‘rganildi. Jumladan, katalaza fermentlarning faolligi tuproqning 30% va 60% namlikda kuchayishi kuzatildi. Katalaza faolligi bilan qatorda tuproqdagi proteaza faolligi o‘rganildi. Olingan ma’lumotlar mart oyining 10 kunligidan oxirgi kunlariga qadar proteaza faolligi oshib borgan bo‘lsa, aprel oyida bu ko‘rsatkichlar bir tekis ortishi kuzatilgan. Ammo, 90% namlikda proteaza faolligi keskin kamayib ketganligi kuzatildi. Demak, tuproqning o‘z me’yorida nafas olishi va fermentlar faolligining kuchayishi tuproq namlik darajasining 30% va 60% ligida yaxshi natijalar berar ekan. Namlik darajasi yuqori bo‘lgan (90%) tuproqda biologik faolliklarning keskin kamayishi kuzatildi [11].

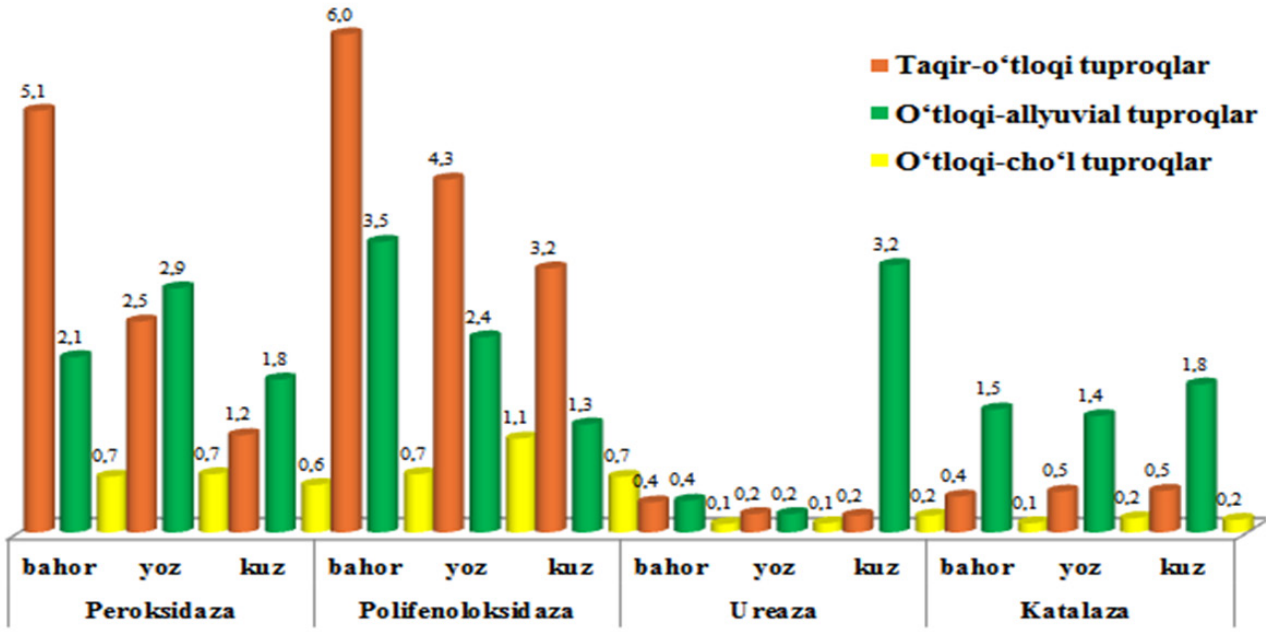
Yuqoridagi ilmiy manbalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, fermentativ faollik mexanik tarkib, namlik va organik modda bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, tuproq degradatsiyasi jarayonlarini baholashda ishonchli mezon hisoblanadi.

Tadqiqotlar ob’ekti. Tadqiqotlar Orolbo‘yi hududi Qoraqalpog‘iston Respublikasida tarqalgan shamol eroziyasiga uchragan sug‘oriladigan o‘tloqi-allyuvial, taqir-o‘tloqi va o‘tloqi-cho‘l tuproqlarda olib borildi.

Tadqiqot uslublari. Qoraqalpog‘iston Respublikasi Taxtako‘pir tumani shamol eroziyasiga uchragan sug‘oriladigan tuproqlarga olib borilgan [12]. Dala tuproq tadqiqotlarini o‘tkazish yo‘riqnoma [13] bo‘yicha, olingan ma’lumotlarning matematik-statistik tahlili esa “Методика полевого опыта” [14] bo‘yicha amalga oshirilgan.

Tadqiqot natijalari. Orolbo‘yi hududida Amudaryoning hozirgi zamon deltasining nisbatan qadimiy qismi hisoblanadigan Qoraqalpog‘iston Respublikasi Taxtako‘pir tumanida shamol eroziyasi ta’siriga uchragan sug‘oriladigan gidramorf (o‘tloqli-allyuvial), yarim gidramorf (taqir-o‘tloqi) va yarim avtomorf (o‘tloqli-cho‘l) tuproqlar fermentlar faolligining mavsumiy o‘zgarishi (tuproq namunalari mart, iyun, oktabr oylarida olingan) quyidagi rasm va jadvalda keltirilgan.

ISSN 2181-0826 1/2026 y.



Sug‘oriladigan tuproqlarining mavsumiy fermentlar faolligi.
(Katalaza (sm³ O2/100 g), Peroksidaza (mg purpurgallin/100 g), Polifenoloksidaza, Ureaza (mg NH3/5 g) berilgan)

Rasmda keltirilgan ma’lumotlariga ko‘ra, taqir-o‘tloqi tuproqlarning 0–30 sm qatlamida peroksidaza va polifenoloksidaza fermentlari faolligi ureaza va katalaza fermentlariga nisbatan ancha yuqori ekanligi aniqlangan. Peroksidaza va polifenoloksidaza fermentlari oksidoreduktaza guruhiga mansub bo‘lib, ular asosan organik moddalarni oksidlab parchalanish jarayonlarida ishtirok etadi. Taqir-o‘tloqi tuproqlarda ushbu fermentlar faolligining yuqori bo‘lishi quyidagi sabablaridan:

Namlikning pastligi sababli gidrolitik fermentlar (masalan, ureaza) faoliyati cheklanadi;

Aeratsiyaning nisbatan yuqoriligi bo‘lishi natijasida oksidlanish jarayonlari kuchayadi;

Organik qoldiqlarning qisman oksidlanishidan fenol birikmalar ko‘proq hosil bo‘ladi;

Haroratning yuqoriligi oksidlovchi fermentlar faolligini oshiradi.

Yuqoridagi omillar natijasida, ushbu tuproq tipchasida organik moddalarning oksidlanish (mineralizatsiya) jarayonlari ustun bo‘lib, bu peroksidaza va polifenoloksidaza fermentlari faolligining yuqori darajada bo‘lishiga olib keldi.

Ureaza va katalaza fermentlari taqir-o‘tloqi tuproqlarda nisbatan past ko‘rsatkichlarga ega bo‘ldi. Buning asosiy sabablari:

Namlik yetishmasligidan ureaza faoliyati susayadi chunki ureaza fermenti uchun suv muhit zarur;

Mikroorganizmlar sonining kamligi natijasida ferment sintezi pasayadi;

Sho‘rlanish va ishqoriy muhit-fermentlar faoliyatini susaytiradi;

Zich tuproq strukturasi natijasida aeratsiya notekisligidan mikrobiologik jarayonlar cheklanishi kuzatilgan.

Ureaza azot aylanishida muhim bo‘lsa-da, ushbu sharoitda uning faolligi past bo‘lib, bu tuproqda azot mineralizatsiyasi sust kechayotganini ko‘rsatadi.

Katalaza esa kislorodli muhit bilan bog‘liq ferment bo‘lib, uning pastligi biologik oksidlanish jarayonlarining cheklanganligini bildiradi.

O‘tloqi-allyuvial tuproqlarda fermentlar faolligi rasmda keltirilgan o‘tloqi-allyuvial tuproqlarda barcha fermentlar faolligi boshqa tuproq turlariga nisbatan

yuqoriroq va muvozanatli ekanligi kuzatiladi. Bu ushbu tuproq tipchasi quyidagi qulay agroekologik sharoitlari bilan bog‘liq:

gumus miqdorining o‘rtacha va yuqori darajada bo‘lishidan mikroorganizmlar faol rivojlanadi, fermentlar intensiv sintez qilinadi; namlikning yetarli va barqaror bo‘lishi natijasida gidrolitik va oksidlovchi fermentlar faol ishlaydi; havo almashinuvi yaxshiligi mikroorganizmlar uchun qulay muhit yaratadi; strukturaning g‘ovakligi va bo‘shligi sababli fermentativ jarayonlar tezlashadi.

Peroksidaza va polifenoloksidaza fermentlari yuqori darajada, bu organik moddalarning faol parchalanishi va gumus hosil bo‘lishini bildiradi.

Ureaza fermenti nisbatan yuqori, ayniqsa ayrim fasllarda keskin oshishi kuzatiladi. Bu azot aylanishining faol kechayotganidan dalolat beradi.

Katalaza fermenti o‘rtacha va yuqori darajada ta’minlangan bo‘lib, bu tuproqda oksidlanish-qaytarilish jarayonlari faol ekanligini ko‘rsatadi.

O‘tloqi-cho‘l tuproqlarda fermentlar faolligi rasmda keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, o‘tloqi-cho‘l tuproqlarda barcha fermentlar — peroksidaza, polifenoloksidaza, ureaza va katalaza — eng past darajada qayd etilgan. Bu holat mazkur tuproq tipining shamol eroziyasiga duchor bo‘lganligi va noqulay ekologik va fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan izohlanadi.

Namlikning keskin yetishmasligi sababli mikroorganizmlar faolligi sustlashadi, ferment sintezi kamayadi. Organik modda (gumus) miqdorining juda kamligi natijasida mikroflora uchun oziqa bazasi yetarli emasligi uchun fermentlar ishlab chiqarilishi cheklanadi.

ISSN 2181-0826 1/2026 y.

jadval

Shamol eroziyasiga moyil tuproqlarda mavsumiy fermentlar faolligi

Kesma №	Qatlam chuqurligi, sm	Mexanik tarkibi	100 gr tuproqda purpurgallin mg hisobida						5 gr tuproqda 24 soat $N\text{-}NH_3$ mg			Katalaza 3 daqiqa davomida 100 gr tuproqda sm^3 O_2		
			Peroksidaza			Polifenoloksidaza			Ureaza					
			bahor	yoz	kuz	bahor	yoz	kuz	bahor	yoz	kuz	bahor	yoz	kuz
Sug‘oriladigan taqir-o‘tloqi tuproqlar														
1	0-30	o‘rta qumoqli	5,07	2,54	1,17	6,00	4,25	3,18	0,36	0,22	0,20	0,43	0,49	0,50
	30-60	o‘rta qumoqli	5,74	1,96	0,39	7,56	3,40	2,71	0,41	0,15	0,19	0,56	0,60	0,44
Sug‘oriladigan o‘tloqi-allyuvial tuproqlar														
8	0-30	yengil qumoqli	2,11	2,94	1,84	3,50	2,35	1,30	0,38	0,22	3,20	1,48	1,40	1,76
	30-60	o‘rta qumoqli	1,11	1,89	1,62	3,60	1,80	1,42	0,41	0,30	0,64	0,76	0,73	0,61
Sug‘oriladigan o‘tloqi-cho‘l tuproqlar														
21	0-30	qumli	0,67	0,70	0,57	0,70	1,13	0,67	0,10	0,11	0,20	0,11	0,14	0,15
	30-60	qumloqli	0,32	0,28	0,09	0,43	0,91	0,42	0,15	0,16	0,31	0,27	0,38	0,40

Yuqori harorat va qurg‘oqchilik sababli enzimlar denaturatsiyasi tezlashadi, biokimyoviy jarayonlar sekinlashadi.

Sho‘rlanish va ishqoriy muhit fermentlarning tabiiy faolligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Bu tuproq tipchasida peroksidaza va polifenoloksidaza fermentlari juda past darajada, bu oksidlanish jarayonlarining sustligini bildiradi.

Ureaza fermenti minimal darajada ekanligi azot aylanishi deyarli faol emasligini ko‘rsatadi.

Katalaza fermenti past darajada ta’minlanganligi tuproqda nafas olish va oksidlanish-qaytarilish jarayonlari sustligini ko‘rsatdi.

O‘tloqi-cho‘l tuproqlar biologik jihatdan eng sust faol tuproqlar bo‘lib, fermentlar faolligining pastligi bu yerda mikrobiologik jarayonlar cheklanganini va tuproq unumdorligi nisbatan past ekanligini ko‘rsatdi.

Peroksidaza fermenti maksimal natija sug‘oriladigan taqir-o‘tloqi tuproqlarda 5,74 mg (bahor, 30–60 sm) bo‘lib, bu bahor faslida namlik va optimal harorat bilan ta’minlanganligi bilan izohlansa, bu tuproqlar sho‘rlanishga moyil bo‘lganligi sababli yoz va kuz oylarida tuzlar tuproq profilining yuqori qatlamiga ko‘tarilishi natijasida uning miqdori ham kamayishiga sabab bo‘lgan.

Polifenoloksidaza fermenti organik modda yuqori bo‘lgan qatlamlarda yuqori ko‘rsatkich 7,56 mg ni tashkil etgan bo‘lsa eng past ko‘rasatkich sug‘oriladigan o‘tloqi-cho‘l tuproqlarda kuzda 0,42 mg gacha tushganligini ko‘rishimiz mumkin, sababi bu tuproqlar shamol eroziyasiga moyil bo‘lganligi uchun tezda il zarrachalar miqdori kamayib tuproq namligi pasayib ketishi kuzatildi.

Ureaza fermenti eng yuqori ko‘rsatkich sug‘oriladigan o‘tloqi-allyuvial tuproqlarda (3,20 mg) uchrab, azot aylanishi faol kechayotganini ko‘rsatadi, sababi bu tuproqlarda eng optimal suv-havo xossalari yengil mexanik tarkibdan iboratligidan dalolat beradi.

Katalaza fermentining eng yuqori ko‘rsatkichi ham sug‘oriladigan o‘tloqi-allyuvial tuproqlarda (1,76 sm^3 O2) aniqlandi, eng pasti esa sug‘oriladigan o‘tloqi-cho‘l tuproqlarda minimal (0,11–0,40) gacha o‘zgarib turadi, yani bu tup=roqlar mexanik tarkibi qum va qumloqli ekanligi uchun suv bug‘lanishi yuqoriligi oqibatida bu fermentlar miqdori kamayishiga olib keladi (jadval).

Tadqiqot natijasida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Fermentativ faollik tuproq tipiga va granulometrik tarkibga bog‘liq bo‘lib, qumli mexanik tarkibdan o‘rta mexanik tarkib tomon ortib borganligi ya‘ni maksimal biologik faollik kuzatildi.

2. Shamol eroziyasiga uchragan sug‘oriladigan o‘tloqi-cho‘l tuproqlarda fermentativ jarayonlar boshqa tuproqlarga qaraganda sust kechganligi kuzatildi.

3. Sug‘oriladigan tuproqlarda bahor fasli Peroksidaza, Polifenoloksidaza va Ureaza fermentativ jarayonlarning eng faol davri hisoblangan bo‘lsa, kuzga borib Katalaza fermenti ortganligi aniqlandi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra shamol eroziyasiga uchragan sug‘oriladigan tuproqlarda biologik monitoring olib borishda fermentativ ko‘rsatkichlardan foydalanish maqsadga muvofiq ekanligini ko‘rsatdi. Shamol eroziyasiga uchragan sug‘oriladigan o‘tloqi-cho‘l tuproqlarda fermentativ jarayonlar boshqa tuproqlarga qaraganda sust kechganligi kuzatildi, bu esa o‘z navbatida tuproq degradatsiyasida biologik xossalari jiddiy o‘zgarishiga olib kelganligidan dalolat beradi. Shuning uchun bu tuproqlarda biologik faollikni tiklashni yani tuproq unumdorligini tiklashni taqozo etadi.

ISSN 2181-0826 1/2026 y.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Dick, R. P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality // Defining Soil Quality for a Sustainable Environment / ed. by J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, B. A. Stewart. – Madison: Soil Science Society of America, 1994. – P. 107–124.

2. Burns, R. G. Soil enzymes in a changing environment. – Cambridge: Cambridge University Press, 2013. – 382 p.

3. Tabatabai M. A. Soil enzymes // Methods of Soil Analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical Properties. – Madison: SSSA, 1994. – P. 775–833.

4. Kandeler E., Gerber H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium // Biology and Fertility of Soils. – 1996. – Vol. 6. – P. 68–72.

5. Sinsabaugh R. L. Phenol oxidase, peroxidase and organic matter dynamics of soil // Soil Biology and Biochemistry. – 2010. – Vol. 42. – P. 391–404.

6. Gianfreda L., Bollag J. M. Influence of natural and anthropogenic factors on enzyme activity in soil // Soil Biochemistry. – New York: Marcel Dekker, 1996. – Vol. 9. – P. 123–193.

7. Trasar-Cepeda C., Leirós M. C., Gil-Sotres F. Biochemical properties of soils as indicators of soil quality // Soil Biology and Biochemistry. – 2000. – Vol. 32. – P. 1867–1875.

8. Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M. T., Landi L., Pietramellara G., Renella G. Microbial diversity and soil functions // European Journal of Soil Science. – 2012. – Vol. 63. – P. 12–26.

9. Shamuratova G.M. Orolbo‘yi o‘tloqi-allyuvial tuproqlarning fermentlar faolligining yil mavsumlari bo‘yicha o‘zgarish dinamikasi // IQRO JURNALI – volume 9, issue 2, 2024. 554-558.

10. Sharipov O.V. Buxoro vohasi sug‘oriladigan tuproqlarining biologik faolligi va ularning maqbullashtirish yo‘llari (Buxoro tumani misolida). Biol. fan. fal. dokt.....diss.avtoref. – Toshkent. 2019. – 46 b

11. Jo‘rayeva O.T. Tuproq unumdorligini oshirishda fermentlarning roli. "Science and Education" Scientific Journal / May 2023 / Volume 4 Issue 5, -149-155 b.

12. Abduraxmonov N., Qorayev A., Yerdasheva.G. “Taxtako‘pir tumani tuproqlarining hozirgi holati va ularni tiklash yo‘llari.” Tuproqshunoslik va agrokimyo ilmiy jurnal. №2/2025. 26-31 bet.

13. Qo‘ziyev R., Abduraxmonov N. va boshqalar Davlat yer kadastrini yuritish uchun tuproq tadqiqotlarini bajarish va tuproq kartalarini tuzish bo‘yicha yo‘riqnoma / Yerdan foydalanish, yer tuzish va yer kadastri bo‘yicha me’yoriy hujjatlar. – Toshkent, 2009. – 51 b.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. с основами статистической обработки результатов исследований. -М.: Агропромиздат, 1985. -255 с.