UDK: 631.452

# SUG‘ORILADIGAN TIPIK BO‘Z TUPROQLARDA FOSFORNING NOORGANIK, ORGANIK FRAKSIYALARI VA FOSFOR ADSORBSIYASI

***Boirov Abdunabi Jo‘rayevich,***
*qishloq xo‘jalik fanlari nomzodi, katta i.x.,*
*e-mail: abdunabi.bairov@gmail.com*
***Xolmatov Otabek Ismatovich,***
*kichik ilmiy xodim*
***Jurayev Shuxrat Abdunabi o‘g‘li,***
*biologiya falsafa fanlari doktori (PhD)katta i.x*
***Nuriddinova Xurshida Toshevna,***
*qishloq xo‘jalik fanlari falsafa doktori (PhD), k.i.x.*

*Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti*

***Annotatsiya.*** Maqolada eskidan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlar noorganik va organik fosfatlarining fraksiyaviy tarkibini Hedley usulida, ularda qo’llanilgan fosforning adsorbsiyasini Nair usulida aniqlashga bag‘shlangan tadqiqotlar natijalari keltirilgan.
***Kalit so‘zlar:*** sug‘oriladigan tipik bo’z tuproqlar, fosforning noorganik va organik fraksiyalari, fosfor adsorbsiyasi.

***Аннотация.*** В статье приведены результаты исследований по изучению фракционного состава неорганических и органических фракций фосфора методом Хедли (Hedley) и адсорбцию фосфора методом Наир (Nair) в орошаемых типичных сероземах.
***Ключевые слова:*** орошаемый типичный серозем, неорганические и органические фракции фосфора, адсорбция фосфора.

***Annotation.*** The article presents the results of studies on the fractional composition of inorganic and organic fractions of phosphorus using the Hedley method and the adsorption of phosphorus using the Nair method in irrigated typical sierozems.
***Key words:*** irrigated typical sierozem, inorganic and organic fractions of phosphorus, phosphorus adsorption.

**Kirish.** 2050 yilda dunyo aholisi soni 10,5 milliardga etishi kutilayotgan bugungi kunda qishloq xo‘jaligida global muammolardan biri bo‘lgan tuproqda fosforning kuchli fiksatsiyasi ta'sirida o‘simliklar o‘zlashtiradigan fosforning kamayishi va ekinlar hosildorligining pasayishi muammolarini yechish muhim ahamiyatga ega.

O‘simliklar tomonidan fosfor o‘zlashtirilishi darajasiga ko‘ra ortofosfor kislotasi tuzlari quyidagi tartibda taqsimlanadi: almashinish darajasidan qat'iy nazar monovalentli kationlarning tuzlari ($K_2HPO_4$, $K_3PO_4$ yoki $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$, $(NH_4)_3PO_4$ va b.) oson eriydi va o‘simliklar tomonidan yengil o‘zlashtiriladi; ikki valentli kationlarning tuzlari o‘simliklar tomonidan o‘zlashtirilishiga ko‘ra quyidagi qatorga joylashtirilgan: ortofosfor kislotasining bir almashgan tuzlari ($(Ca(H_2PO_4)_2$, $Mg(H_2PO_4)_2)_2$ va b.) suvda eriydigan shaklni o‘z ichiga oladi va o‘simliklar o‘zlashtirishi mumkin; ortofosfor kislotasining ikki almashgan tuzlari ($CaHPO_4$, $MgHPO_4$ va b.) suvda erimaydi, lekin kuchsiz kislotalarda eriydi va o‘simliklar ildizi orqali o‘zlashtiriladi; uch almashgan tuzlar ($Ca_3(PO_4)_2$, $Mg_3(PO_4)_2$ va b.) o‘simliklarning aksariyati ildizlari tomonidan sezilarli darajada so‘rilmaydi, chunki bu birikmalar kuchsiz kislotalarda cheklangan eruvchanligi bilan boshqa birikmalardan katta farq

qiladi, suvda erimaydi. Bu birikmalar gelga o‘xshash holatdan apatitsimon kristalli holatga o‘tganda, ular o‘simliklar tomonidan amaliy jihatdan o‘zlashtirilmaydi; uch valentli kationlarning tuzlari ($AlPO_4$, $FePO_4$ va b. va ayniqsa asosiylari $Al_2(OH)_3PO_4$, $Fe_2(OH)_3PO_4$ va b.) o‘simliklar tomonidan deyarli o‘zlashtirilmaydi, garchi ularning kislotali tuzlari eruvchan bo‘lsa ham. Katta miqdorda $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$ mavjud tuproqlar kalsiy fosfat hosil bo‘lishiga va uning cho‘kishiga olib keladi, ya'ni, tuproq eritmasidagi fosfat ionlari miqdorining kamayishiga sabab bo‘ladi va bu jarayon muvozanat o‘rnatilguncha davom etadi.

O‘simliklar tomonidan fosforning o‘zlashtirilishi, yuqoridagilardan tashqari, organik moddalarning fosforga nisbati bilan ham aniqlanadi: S/R >7 da immobilizatsiya jarayonlari ustunlik qiladi, S/R <5 da esa fosfor mineralizatsiyasi ustunlik qiladi.

Tuproqlarning fosforli holatini boshqarishda yuqorida keltirilgan holatlar e'tiborga olinishi zarur.

Adhami E. va b. (2013) ning ta’kidlashicha tuproqlarda fosforni boshqarishni yaxshilash uchun fosfor fraksiyalarini bilish kerak. Fosfor fraksiyalari to‘g‘risidagi ma’lumotlar tuproqning fosforli holatini baholash va uning kimyoviy xususiyatlarini tushunish uchun zarur. Bu xususiyatlar tuproq unumdorligi va atrof-muhit sifatiga ta'sir qiladi [1].

Adil Mihoub va b. (2016) ning tadqiqotlari natijalariga ko‘ra karbonatlar (ohak) miqdori tuproqlarning fosforni singdirish hajmi va sorbsiya energiyasiga hamda tuproqlarning fosforli o‘g‘itlarga talabiga ta'sir qiladi. Shu sababli tuproqda fosfor adsorbsiyasi va desorbsiyasini tushunish hamda ohakli yotqiziqlar (karbonatlar) miqdori va qo‘llaniladigan fosforli o‘g‘itlar me'yorlari o‘rtasidagi mavjud bog‘liqlikning ekstrapolyasiyasi karbonatli tuproqlarda fosforli o‘g‘itlarni qo‘llashda istiqbolli va aniq yondashuv bo‘ladi [2].

M. Amrani va b. (1999) ning ko‘rsatishicha tuproqning P sorbsiyalash qobiliyati o‘simliklarning qo‘llanilgan P ga reaksiyasiga va tuproq P testlari kalibrovkasiga sezilarli darajada ta’sir qiladi [5]. Tuproqning P sorbsiyalash qobiliyatini bilish uning Pli o‘g‘itlariga bo‘lgan talabni aniq baholash uchun zarur [4].

Athanase C.R. va b. (2013) ning ta’kidlashicha konkret tuproqlarda fosforning yuqori adsorbsiyasi bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liq xususiyatlarini bilish, ekinlarning fosforli oziqlanishini yaxshilashga qaratilgan tegishli fosforni boshqarish strategiyalarini ishlab chiqishda boshlang‘ich nuqta sifatida foydalanish uchun zarur [3].

Tuproqda o‘simliklar va hayvonot uchun muhim oziqa bo‘lgan fosforning yetishmasligi sababli fosforning harakatchanligi juda muhim va murakkab masaladir [8].

O‘zbekiston tuproqlari karbonatli va ishqoriy reaksiyaga (pH) ega. Karbonatli tuproqlarda kalsiy karbonati fosfatlarning turli shakllarini adsorbsiya va cho‘ktirishi tufayli tuproqda katta miqdordagi fosforni fiksatsiya qilib, ularni o‘simliklar o‘zlashtiraolmaydigan shakllarga o‘tkazadi. Shu sababli tuproqlarda fosforning noorganik va organik birikmalari fraksiyalarini hamda tuproqlarda fosfor adsorbsiyasini o‘rganish tuproqlarning fosfor rejimini ijobiy boshqarishda muhim ahamiyatga ega. Ayni paytda fosfor adsorbsiyasini o‘rganish bilan birga tuproqda fosforning 0,2 mg/L konsentratsiyani hosil qilish ham katta amaliy ahamiyatga ega bo’lib, bu konsentratsiya tuproqning fosforga standart talabi deb ataladi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqotlar ob’ekti sifatida eskidan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlar xizmat qildi. Tadqiqotlarda fosforning organik va noorganik fraksiyalari Xedli (Hedley) usulida [7], fosforning tuproqda adsorbsiyasi va muvozanat konsentratsiyasi P.S. Nair va b.(1984) usulida aniqlandi [6].

Nair va b.(1984) usuli bo’yicha tuproqda fosforning 2,5; 5; 7; 10; 12,5 va 15 mg/kg me’yorlarini hosil qiluvchi $KH_2PO_4$



ISSN 2181-0826 3/2024 y.

eritmasi berildi. Tuproqda fosforning adsorbsiyasi va muvozanat konsentratsiyasi aniqlandi va olingan natijalar Lengmyur hamda Freyndlix modellarida tahlil qilindi.

**Tahlil va natijalar, *noorganik va organik fosfor fraksiyalari.***

Tadqiqotlarimizning ko‘rsatishicha tajriba maydoni tuprog‘ining haydalma qatlamida umumiy fosfor miqdori 2503 mg/kg ni tashkil etib, tuproq kesmasi bo‘ylab quyi tomon kamayib boradi. Mineral fosfor fraksiyalarining umumiy miqdori 90,31 % ini, organik fosfor fraksiyalarining ulushi esa 9,69 % ni tashkil etadi. Tuproq kesmasi bo‘ylab quyi gorizontlarda organik fosforning umumiy fosfordagi ulushi kamayadi, mineral fosforning ulushi esa oshib boradi. Shu bilan birga, mineral va organik fosforning absolyut miqdori quyi tomon sezilarli darajada kamayadi.

O‘rganilgan tuproqlarda fosforning fraksiyalar bo‘yicha taqsimlanishi haydov gorizontida umumiy fosforning asosiy qismini bo‘ysunmaydigan fosfor (P - HCl kons.) 296 mg/kg va qoldiq fosfor (P - $H_2SO_4$ / $H_2O_2$) 1745 mg/kg ni tashkil etishini ko‘rsatdi. Kalsiy bilan bog‘langan fosfor (P-HCl 1mol)320 mg/kg ni, temir bilan bog‘langan o‘rtacha labil fosfor (NaOH) 80 mg/kg, labil fosfor ($NaHCO_3$) 48 mg/kg ni, juda labil fosfor (suvda eruvchi P) 14 mg/kg ni tashkil etadi. Shu bilan birga $NaHCO_3$ va NaOH fraksiyalaridagi organik fosfor miqdori shu fraksiyalardagi mineral fosfor miqdoridan sezilarli darajada ko‘p. HCl kons. fraksiyasida ham organik fosfor miqdori noorganik fosforga nisbatan ustunlikka ega. Organik fosforning 166 mg/kg miqdori HCl kons. fraksiyasi tarkibida aniqlandi. $NaHCO_3$, NaOH fraksiyalarida esa uning miqdori, tegishlicha, 26 va 50,5 mg/kg ni tashkil etdi (1-jadval).

1-jadval.

**Sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlarda organik va mineral fosfor fraksiyalarining miqdori**

| Chuqurlik, sm | fosfor fraksiyalari, mg/kg | | | | | | | | | umumiydan % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suvda eruvchi P | $NaHCO_3$ | | NaOH | | HCl 1 mol. | HCl kons. | | $H_2SO_4$ / $H_2O_2$ | umumiy P | Pi | Po |
| | Pi | Pi | Po | Pi | Po | Pi | Pi | Po | Pi | | | |
| 0-35 | 14 | 22 | 26 | 29,5 | 50,5 | 320 | 130 | 166 | 1745 | 2503 | 90,31 | 9,69 |
| 35-51 | 8 | 22 | 26 | 25,5 | 46,5 | 241 | 135 | 145 | 1770 | 2419 | 91,01 | 8,99 |
| 51-84 | 6 | 7,5 | 20,5 | 8 | 45 | 204 | 111 | 125 | 1600 | 2127 | 91,04 | 8,96 |
| 84-112 | 5 | 5 | 11 | 6 | 22 | 194 | 95 | 103 | 1650 | 2091 | 93,50 | 6,50 |
| 112-131 | 5 | 7 | 13 | 6 | 16 | 192 | 88 | 128 | 1640 | 2095 | 92,51 | 7,49 |

Pi - noorganik fosfor
Po - organik fosfor

Xulosa qilib aytish mumkinki, o‘rganilgan tuproqlar fosforining asosiy qismi barqaror birikmalar tarkibida saqlanadi. Fosforning labil shakllari esa nisbatan juda kam miqdorni tashkil etadi. Shu bilan birga fosforning o‘rtacha labil fraksiyalari tarkibida organik fosfor miqdori noorganik fosfor miqdoridan ko‘pligi biologik faolligi kuchli bo‘lgan tipik bo‘z tuproqlarda yetishtirilayotgan ekinlar oziqlanishida ular muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

***Tuproqda fosfor adsorbsiyasi va muvozanat konsentratsiyasi.***

Tadqiqotlarimiz natijalarining ko‘rsatishicha o‘rganilgan hudud tuproqlari fosforni kuchli adsorbsiyalash xususiyatiga ega bo‘lib, qo‘llanilgan fosfor me’yori

oshib borishi bilan adsorbsiyalangan fosfor miqdori oshib borishi aniqlandi. Bunda fosfor 2,5 mg/kg me'yorda qo'llanilganda adsorbsiyalangan fosfor miqdori 0,077 mg/l ni, tuproq eritmasidagi fosfor muvozanati konsentratsiyasi 0,126 mg/l ni tashkil etdi. Tuproq eritmasida qishloq xo'jaligi ekinlarining o'sishi, rivojlanishi va hosildorligini ta'minlovchi miqdori-fosforga standart talabining o'rtacha (n=9) ko'rsatkichlari (0,228 mg/l)ga 10 mg/kg fosfor qo'llanilganda erishildi. Fosfor me'yori 15 mg/kg da adsorbsiyalangan fosfor miqdori 0,381 mg/l ni, fosfor muvozanati 0,322 mg/l ni tashkil etdi. Adsorbsiyalangan fosforning berilgan fosfordagi ulushi boshlang'ich me'yorlardan yuqori me'yorlar tomon kamayib bordi (2-jadval).

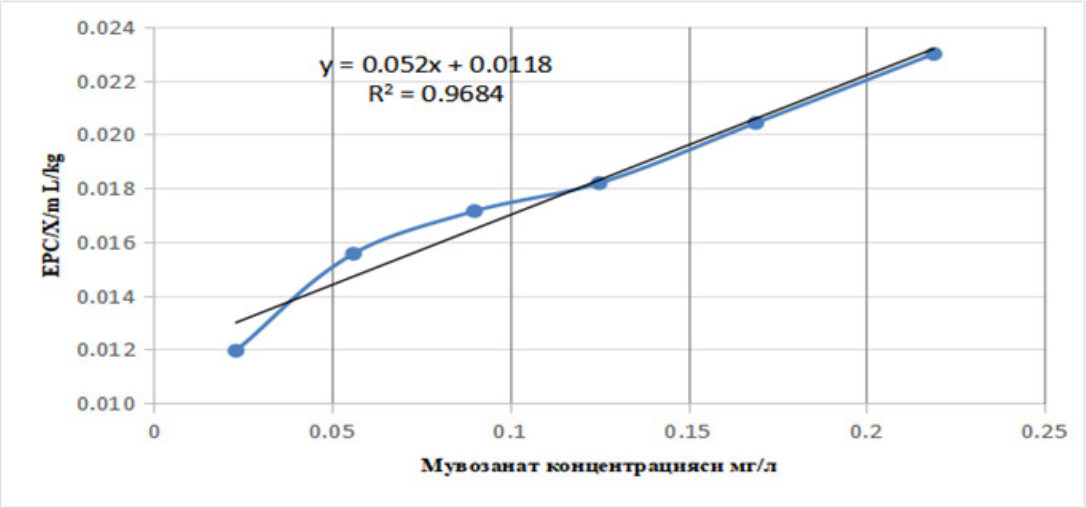
2-jadval.

**Eskidan sug'oriladigan tipik bo'z tuproqda fosfor adsorbsiyasi va uning muvozanat konsentratsiyasi.**

| Berilgan P | Berilgan P | P muvozanati | P adsorbsiyasi | P adsorbsiyasi | Xad | Kd, adsorbsiyasining (mg/kg) muvozanat konsentratsiyasiga (mg/l) nisbati | EPC/X/m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mg/L | mg/kg | mg/L | mg/L | mg/kg | % | - | L $kg^{-1}$ |
| 0 | 0 | 0,103 | 0 | | | | |
| 0,1 | 2,5 | 0,126 | 0,077 | 1,925 | 77,0 | 83,70 | 0,012 |
| 0,2 | 5 | 0,159 | 0,144 | 3,6 | 72,0 | 64,29 | 0,016 |
| 0,3 | 7,5 | 0,193 | 0,21 | 5,25 | 70,0 | 58,33 | 0,017 |
| 0,4 | 10 | 0,228 | 0,275 | 6,875 | 68,8 | 55,00 | 0,018 |
| 0,5 | 12,5 | 0,272 | 0,331 | 8,275 | 66,2 | 48,96 | 0,020 |
| 0,6 | 15 | 0,322 | 0,381 | 9,525 | 63,5 | 43,49 | 0,023 |

Izox: Xad- berilganga nisbatan fosfor adsorbsiyasi, %
EPC/X/m -fosforning maksimal adsorbsiyasini (hajmi),
EPC/X/m -fosforning maksimal adsorbsiyasini (hajmi),

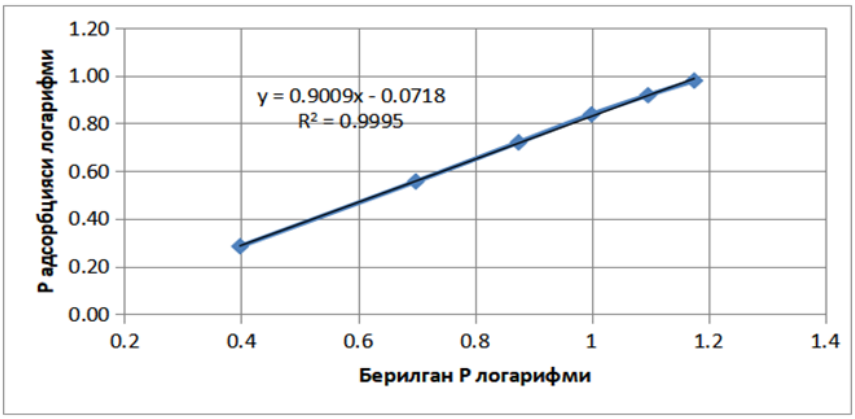
Olingan natijalar Lengmyur va Freyndlix modellarida tahlil qilindi. Lengmyur va Freyndlix modellari izotermalari tadqiqot rejasi doirasida berilgan fosfor me'yorlari ortib borishi bilan tuproqda fosfor adsorbsiyasi kuchayishini ko'rsatdi (1 va 2 rasmlar).




**1-rasm. Berilgan fosfor ta'sirida fosfor adsorbsiyasining Lengmyur modeli izotermasi**

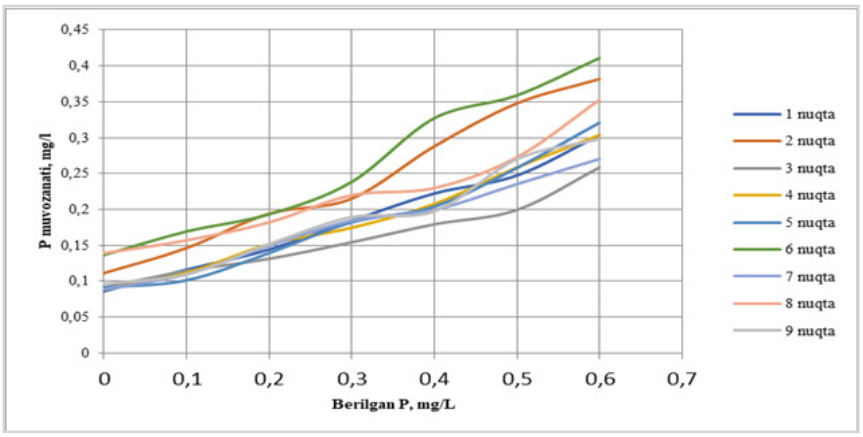


ISSN 2181-0826 3/2024 y.




**2-rasm. Berilgan fosfor ta'sirida fosfor adsorbsiyasining Freyndlix modeli izotermasi**

Tadqiqotlar natijalari eskidan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlarning o‘rganilgan 9 ta nuqtasidan olingan tuproq namunalarida qo‘llanilgan fosforning muvozanat konsentratsiyasi bir-biriga yaqin bo‘lib, umumiy xarakterga ega ekanligini ko‘rsatdi (3-rasm)




**3-rasm. Eskidan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlarda qo‘llanilgan fosfor ta’sirida tuproq eritmasida fosfor muvozanatining o‘zgarishi.**

Shu sababli o‘rganilgan 9 ta nuqta ma’lumotlarining o‘rtacha qiymatlarini tahlil qilamiz. Ushbu tuproqlarda qo‘llanilgan fosfor me’yori ortib borishi bilan tuproq eritmasidagi fosforning muvozanat konsentratsiyasi oshib bordi. Bunda, fosforni muvozanat konsentratsiyasining eng kichik ko‘rsatgichlari 0,1 mg\l fosfor berilganda kuzatildi. Eng katta ko‘rsatgichlar esa fosfor 0,6 mg/l darasida berilganda aniqlandi. Tuproqning fosforga standart talabiga 0,4 mg/l darajasida fosfor berilganda eritildi (3-jadval).

3-jadval.

**Eskidan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqda qo‘llanilgan fosfor va uning muvozanat konsentratsiyasi.**

| Berilgan P | P muvozanati, mg/l | | | |
|---|---|---|---|---|
| mg/l | min | max | n | O’rtacha |
| 0 | 0,086 | 0,136 | 9 | 0,103 |
| 0,1 | 0,101 | 0,169 | 9 | 0,126 |
| 0,2 | 0,139 | 0,194 | 9 | 0,159 |
| 0,3 | 0,174 | 0,22 | 9 | 0,193 |
| 0,4 | 0,197 | 0,288 | 9 | 0,228 |
| 0,5 | 0,199 | 0,359 | 9 | 0,272 |
| 0,6 | 0,258 | 0,411 | 9 | 0,322 |

**Xulosa va takliflar.**

1. Eskidan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlarda umumiy fosforning 9-10 % ni organik fosfatlar tashkil etadi. Ushbu tuproqlar fosforining asosiy qismi 80,1 % o‘simliklar o‘zlashtiraolmaydigan barqaror fosfor birikmalaridan (HCl $_{kons.}$, $H_2SO_4$ / $H_2O_2$) iborat. Bo‘ysunmaydigan fosfor (HCl $_{kons.}$), o‘rtacha labil (NaOH), labil ($NaHCO_3$) fosfor raksiyalarida organic fosfor miqdori noorganik fosfor miqdoriga nisbatan ko‘p. O‘simliklar bevosita o‘zlashtiradigan juda labil suvda eriydigan fosfor miqdori fraksiyalar orasida eng kichik (14 mg/kg) ko‘rsatkichlarga ega.

2. Ushbu tuproqlarda fosfor adsorbsiyasi kuchli bo‘lib, berilgan fosforning 66,2-77 % ni tashkil etadi. Tuproq eritmasidagi fosforning muvozanat konsentratsiyasi qo‘llanilgan fosfor me’yori ortib borishi bilan oshib boradi.

3. Ushbu tuproqlarni fosforga standart talabining o‘rtacha (n=9) ko‘rsatkichlari (0,228 mg/l)ga 10 mg/kg me’yorda fosfor qo‘llanilganda erishilib, bunda fosforning adsorbsiyasi 6,87 mg/kg yoki 68,8 % ga to‘g’ri keldi.

**Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:**

1. Adhami E., Owliaie H.R., Molavi R., Rezaei Rashti M., Esfandbod M. Effects of soil properties on phosphorus fractions in subtropical soils of Iran Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2013, 13(1), 11-21.

2. Adil Mihoub, Mustapha Daddi Bouhoun. Phosphorus Adsorption Isotherm: A Key Aspect for Effective Use and Environmentally Friendly Management of Phosphorus Fertilizers in Calcareous Soils Communications in Soil Science and Plant Analysis Volume 47, 2016 - Issue 16 Pages 1920-1929 https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1206923.

3. Athanase, C.R., Tenywa, J.S., Ebanyat, P., Athanase, A. and Nduwumuremyi, A. 2013. Phosphate sorption characteristics of andosols of the volcanic highlands of Central African Great Lakes Region. Journal of Environmental Science and Engineering 2: 89-96.

4.Jalali. M. Phosphorus status and sorption characteristics of some calcareous soils of Hamadan, western Iran. Environ Geol 53, 365–374 (2007). https://doi.org/10.1007/s00254-007-0652-7 53.

5. M. Amrani, D. G. Westfall & L. Moughli. Phosphate sorption in calcareous Moroccan soils as affected by soil properties. Communications in Soil Science and Plant Analysis Volume 30, 1999 - Issue 9-10, Pages 1299-1314].

6. Nair, P.S., Logan, T.J., Sharpley, A.N., Sommers, L.E., Tabatabai, M.A., and Yuan, T.L. 1984. Interlaboratory comparison of a standardized phosphorus adsorption procedure. J. Environ. Qual. 13: 591–595.

7. Tiessen H., Moir J.O. Characterization of Available P by Sequential Extraction. Soil sampling and methods of analysis / by M.R. Carter and E.G. Gregorich. - 2nd ed (2006). Chapter 25, pp. 293-306.

8. Von Wandruszka, R. Phosphorus retention in calcareous soils and the effect of organic matter on its mobility. Geochem Trans 7, 6 (2006). https://doi.org/10.1186/1467-4866-7-6.



ISSN 2181-0826 3/2024 y.