MARKAZIY QIZILQUM FOSFORITIDAN CHIQINDISIZ TEXNOLOGIYA ORQALI FOSFORLI O‘G‘IT OLISH

Shermatov Akramjon Habibjon o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti tayanch doktorant,
Sherquziyev Doniyor Shermamatovich
Namangan davlat texnika universiteti professor,
E-mail: akramjon879@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu ishda Markaziy Qizilqum fosforitini mahalliy sanoat ikkilamchi sulfat kislotasi bilan qayta ishlash asosida fosforli o‘g‘it ishlab chiqarish usuli va mahsulotning fizik-kimyoviy xossalarini o’rganish bo’yicha tadqiqot ishlari olib borilgan. Ion almashinuv smolasi ishlab chiqarishda foydalanilgan ikkilamchi 41% tarkibli chiqindi sulfat kislota filtrlash orqali tozalandi va fosforitni parchalaydigan reagent sifatida ishlatildi. Sulfat kislota me’yorini 50-110 gacha bo’lgan oraliqda fosforitlarni parchalash jarayonlari o’rganildi. Kislota miqdorini oshirish maqsadida ayrim tajribalarda qo‘shimcha ravishda sul’fat kislotaga 73% termik fosfor kislotasi (TFK) 0,3 nisbatda yoki 21% ekstraksion fosfor kislotasi (EFK) 0,75 nisbatda qo‘shildi. Tadqiqot natijalari chiqindi kislotani samarali ishlatish orqali chiqindisiz texnologiya tamoyillarini hayotga tatbiq etish imkoni mavjudligini ko‘rsatdi. Olingan fosforli o‘g‘it tarkibida suvda eruvchan fosfatlar ulushi ortib, agronomik qiymati yuqori ekani aniqlandi. Shu bilan birga, odatiy ishlab chiqarishdagi fosfogips chiqindisi hosil bo‘lmagani tufayli mazkur usulning ekologik afzalliklari qayd etildi.

Kalit so‘zlar: fosforit, ikkilamchi sulfat kislota, ekstraksion fosfor kislotasi, chiqindisiz texnologiya, superfosfat, fosfogips, agronomik samaradorlik.

Аннотация: В данной научной работе разработана технология получения фосфорных удобрений с высокой агрономической ценностью на основе переработки фосфоритов Центрального Кызылкума с использованием вторичной серной кислоты, образующейся в местной промышленности. Вторичная серная кислота (41 %), полученная при производстве ионообменных смол, предварительно очищалась фильтрацией и использовалась в качестве реагента для разложения фосфоритов. Изучено влияние нормы расхода кислоты в диапазоне 50 – 110 г. Для повышения эффективности разложения в отдельных опытах к серной кислоте добавляли 73 % термическую фосфорную кислоту (ТФК) в соотношении 0,3 или 21 % экстракционную фосфорную кислоту (ЭФК) в соотношении 0,75. Результаты показали, что использование отходящей кислоты позволяет реализовать принципы безотходной технологии (zero-waste). Полученные фосфорные удобрения содержат повышенное количество водорастворимых фосфатов, что свидетельствует о высокой агрономической эффективности, а отсутствие

ISSN 3030-3907

побочного продукта — фосфогипса — подчёркивает экологические преимущества предложенного метода.

Ключевые слова: фосфорит Центрального Кызылкума, вторичная серная кислота, экстракционная фосфорная кислота, безотходная технология, суперфосфат, фосфогипс, агрономическая эффективность.

Abstract: This study presents the development of a technology for producing high-value phosphate fertilizers based on the processing of Central Kyzylkum phosphorites using secondary sulfuric acid derived from local industrial waste streams. The secondary sulfuric acid (41 %), obtained as a by-product during ion-exchange resin production, was purified through filtration and applied as a reagent for phosphate rock decomposition. The effect of acid dosage was investigated within the range of 50 – 110 g. In several experiments, to enhance the decomposition efficiency, 73 % thermal phosphoric acid (TPA) at a 0.3 ratio or 21 % extraction phosphoric acid (EPA) at a 0.75 ratio was added to the sulfuric acid. The results demonstrated that the reuse of industrial waste acid enables the implementation of a zero-waste technology concept. The obtained phosphate fertilizer contained an increased proportion of water-soluble phosphates, indicating high agronomic value. Furthermore, the absence of phosphogypsum formation highlights the ecological advantages of the proposed method.

Keywords: Central Kyzylkum phosphorite, secondary sulfuric acid, extraction phosphoric acid, zero-waste technology, superphosphate, phosphogypsum, agronomic efficiency.

Kirish

Fosforit rudasidan olinadigan mineral o‘g‘itlar qishloq xo‘jaligida o‘simliklarni fosfor bilan ta’minlashning asosiy manbaidir. Superfosfat o‘g‘iti an’anaviy usulda fosforitni konsentrlangan sulfat kislotada parchalanishi natijasida olinadi – bunda fosforit tarkibidagi $Ca_3(PO_4)_2$ mineraliga H_2SO_4 ta’sir ettirib, suvda eruvchan monokalsiyfosfat $Ca(H_2PO_4)_2$ va gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ hosil qilinadi [1]. Ushbu birlamchi superfosfat tarkibida odatda 16–20% P_2O_5 bo‘lib, undan tashqari muayyan miqdorda Ca va S elementlarini ham o‘z ichiga oladi. Superfosfatning tarkibida kalsiy va oltingugurtning mavjudligi ba’zi holatlarda agronomik ustunlik berishi mumkin, chunki ushbu qo‘shimcha ozuqa elementlari tuproqni meliorativ yaxshilashga va o‘simliklarning oltingugurtga bo‘lgan ehtiyojini qondirishga xizmat qiladi. Biroq, odatiy texnologiyada har 1 tonna P_2O_5 olish jarayonida taxminan 4–5 tonnagacha fosfogips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) yon mahsulot sifatida hosil bo‘ladi va bu chiqindi sifatida jamlanadi. Jahonda har yili 230 million tonnadan ortiq fosfogips chiqindisi paydo bo‘lib, undan asosiy qismi maxsus poligonlarda to‘planmoqda [2]. Fosfogipsning bunday katta hajmlari atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatishi, yer va suv resurslarining ifloslanishiga olib kelishi mumkin. Shu

ISSN 3030-3907

sababli fosforitlarni chiqindisiz texnologiya asosida qayta ishlash, ya'ni fosfogipsni alohida chiqindi sifatida ajratib olmasdan, mahsulot tarkibida integratsiya qilish dolzarb vazifa hisoblanadi [3, 4].

Chiqindisiz yondashuvlardan biri – fosforitni parchalanishda texnologik sof H_2SO_4 o'rniga turli sanoat chiqindi kislotalaridan foydalanish va ularni o'g'it tarkibiga kiritishdir. Xususan, boshqa ishlab chiqarish tarmoqlaridan chiqadigan ikkilamchi sulfat kislotani o'g'it ishlab chiqarishga yo'naltirish orqali bir yo'la ikki muammo hal etiladi: zararli kislota chiqindisi neytrallanib utilizatsiya qilinadi va fosforit parchalash jarayonida yangi suyultirilgan kislota iste'moli qisqaradi. Tadqiqotchilar chiqindi sulfat kislotani fosforitni parchalaydigan reagent sifatida qo'llab, undan hosil bo'lgan ekstraksion fosfor kislotasi asosida yuqori konsentrlangan qo'sh superfosfat o'g'itini (45% P_2O_5) olish mumkinligini ko'rsatganlar [5]. Shu bilan birga, chiqindi kislota to'g'ridan-to'g'ri fosforitga ta'sir ettirilganda olinadigan o'g'it tarkibidagi fosfor ulushi odatda past bo'lib, qisman kislotali parchalangan fosforit (QKPF) turkumiga kiradi. Bunday mahsulotlarda fosforning bir qismi suvda erimaydigan holda $Ca_3(PO_4)_2$ yoki $CaHPO_4$ ko'rinishida saqlanib qoladi, shuning uchun ularning agronomik samadorligi to'la kislotali parchalangan superfosfatga nisbatan pastroq bo'ladi. Qisman kislotali o'g'itlar tarkibidagi P_2O_5 miqdori fosforitning xossalari va kislotaga nisbatan sarfi darajasiga qarab 10–23% atrofida bo'lishi mumkin. Ma'lumki, kislotaga boyroq muhitda (masalan, H_3PO_4 qo'shilganda) fosforitning parchalanish darajasi oshadi va fosforning eruvchan birikmalari ulushi sezilarli ravishda ortadi. Shu bois ushbu tadqiqotda ikkilamchi sulfat kislotani Markaziy Qizilqum fosforiti bilan reaksiyaga kiritishda turli qo'shimcha reagentlar qo'llanib, fosforning o'g'itga o'tish darajasi va yakuniy mahsulot tarkibi o'rganildi [6].

Tajriba uchun xomashyo sifatida Qizilqum fosforitining namuna kukuni va ion almashinuvchi smola (kationit) ishlab chiqarish korxonasidan olingan ikkilamchi (chiqindi) sulfat kislota foydalanildi. Ikkilamchi kislota tarkibida ~41% H_2SO_4 bo'lib, qolgan qismi suvdan iborat edi. Avvalo, ushbu kislota mexanik filtrlash yo'li bilan tozalandi va undagi qattiq aralashmalar hamda boshqa ifloslovchilar maksimal darajada olib tashlandi. Fosforitning boshlang'ich tarkibi rentgen-fazoviy tahlil (XRD) va rentgen-fluoressent tahlil (XRF) usullari yordamida aniqlanganda, uning asosiy komponentlari CaO ~54.2%, P_2O_5 ~21%, SiO_2 ~7%, Al_2O_3 ~3-4% va Fe_2O_3 ~1-1,5% ekanligi ma'lum bo'ldi (qoldiq – boshqa oksidlar, shu jumladan ≤3% SO_3) – bu ko'rsatkichlar Markaziy Qizilqum fosforitlari tarkibiga xos qiymatlar diapazonidadir. Yuqori CaO ulushi fosforit tarkibida karbonat minerallar borligidan darak beradi. Bu fosforitga sulfat kislota bilan ishlov berilgandan so'ng unga 1:0.75 massa nisbatda ekstraksion fosfat

ISSN 3030-3907

kislota bilan ishlov berilib, ~25% li NH_3 eritmasi bilan neytrallandi. Olingan natijalar quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

Kislotali ishlov berishda kislota me'yori oshishi bilan o'g'it tarkibidagi asosiy komponentlarning foiz miqdori sezilarli ravishda o'zgardi. Umumiy P_2O_5 miqdori H_2SO_4 ni 50% me'yorida ~28,7% dan 110% da ~21,9% gacha pasaygan. Bunda kislotaning ko'payishi bilan fosforit tarkibidagi ba'zi inert birikmalar parchalanib, mahsulot tarkibiga gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) kabi og'ir massali moddalar qo'shilgani tufayli umumiy P_2O_5 ulushi kamayadi. Shu bilan birga, suvda eruvchan P_2O_5 ulushi teskari qonuniyat ko'rsatib, H_2SO_4 ni 50% me'yorida 10,6% dan 110% me'yorida 16,5% gacha oshgan. Limon kislotada eruvchan P_2O_5 (neytral ammoniy sitratda eruvchan fraksiya sifatida) miqdori ham xuddi shunday, 16,7% dan 21,2% gacha ortgan. Bu o'zgarishlar shuni ko'rsatadiki, kislotali ishlov darajasi oshgan sari fosforning ko'proq qismi suv va organik kislotalarda eriydigan, ya'ni o'simlikka o'zlashtiriladigan shakllarga o'tmoqda.

O'g'it tarkibidagi umumiy CaO miqdori H_2SO_4 ni 50% me'yorida 45,5% dan bosqichma-bosqich kamayib, 110% me'yorda 25,6% ni tashkil etdi. Buning sababi shuki, fosforit tarkibidagi kaltsiy birikmalari (asosan $CaCO_3$ va $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$ shaklidagi apatit) H_2SO_4 ta'sirida parchalanib, eruvchan fosfatlarni hosil qildi va ko'p miqdorda gips ($CaSO_4$) ajraldi. Hosil bo'lgan gipsning bir qismi nihoyatda mayda zarrachalar sifatida o'g'it tarkibida qolishi yoki texnologiyada ajratilishi mumkin, har ikki holatda ham yakuniy mahsulotda CaO ulushi pasayadi.

Jadval 1.

Ikkilamchi sulfat kislotali ishlov berish natijasida olingan mahsulot tarkibidagi asosiy komponentlar (%).

H_2SO_4 me'yori	P_2O_5 umumiy	CaO umumiy	P_2O_5 suvda eruv.	CaO suvda eruv.	P_2O_5 limon kislota.	CaO limon kislota.	SO_3	CO_2	N
50	28.7	45.5	10.6	7.0	16.7	33.5	2.6	1.6	8.4
55	27.9	43.6	10.8	6.8	16.9	31.1	2.8	1.5	8.5
60	27.0	41.6	10.9	6.5	17.2	28.8	2.9	1.4	8.6
65	26.1	39.6	11.1	6.2	17.4	26.5	3.1	1.3	8.6
70	25.3	37.7	11.2	6.0	17.7	24.1	3.2	1.2	8.7
75	24.5	35.7	11.3	5.7	17.9	21.8	3.4	1.1	8.7
80	23.6	33.7	11.5	5.4	18.2	19.5	3.6	1.0	8.8
85	23.3	32.4	12.3	5.5	18.7	18.4	3.6	1.0	8.9
90	23.1	31.0	13.2	5.6	19.2	17.2	3.7	0.9	8.9
95	22.8	29.7	14.0	5.7	19.7	16.1	3.8	0.8	9.0
100	22.5	28.3	14.8	5.8	20.2	14.9	3.9	0.7	9.1
105	22.2	26.9	15.6	5.9	20.7	13.8	3.9	0.6	9.1

ISSN 3030-3907

110	21.9	25.6	16.5	6.0	21.2	12.6	4.0	0.5	9.2

Suvda eruvchan CaO miqdori oz bo‘lsa-da (7,0% dan ~6% gacha) pasayib, yuqori normada biroz barqarorlashgan. Bu ko‘rsatkich $CaSO_4$ ning suvda kam eruvchanligi bilan bog‘liq – kislotali ishlovda erigan Ca avvalo gips ko‘rinishida cho‘kma hosil qiladi va suvda erimaydi. Limon kislotada eruvchan CaO ulushi esa 33,5% dan 12,6% gacha keskin tushdi, ya’ni boshlang‘ich fosforitdagi $CaCO_3$ kabi kislota-ta’sirchan birikmalar tugab, yakuniy mahsulotda Ca asosan kislotalarda ham erimaydigan gips holida qolganini bildiradi.

Boshqa qo‘shimcha komponentlar ham kislota me’yori oshishiga muvofiq o‘zgardi. SO_3 (oltingugurt oksidi) miqdori H_2SO_4 ni 50% me’yorida 2,6% dan 110% me’yorda 4,0% gacha oshdi, bu esa ko‘proq H_2SO_4 ishlatilishi natijasida mahsulot tarkibida ko‘proq sulfat ($CaSO_4$ ko‘rinishida) to‘planayotganini ko‘rsatadi. CO_2 miqdori esa 1,6% dan 0,5% gacha pasaydi, ya’ni karbonatlarning parchalanishi va CO_2 gazining ajralib ketishi tufayli mahsulotda qoldiq karbonatlar deyarli qolmadi. N (azot) tarkibi biroz oshib, ~8,4% dan ~9,2% gacha ko‘tarildi. Azotning manbai texnologiyaga bog‘liq bo‘lib, ehtimol kislotali ishlov jarayonida yoki so‘ngra neytrallash bosqichida ammoniy shaklida qo‘shish mumkin. Har holda, kislota me’yorining oshishi bilan umumiy massa tarkibida fosfor va kaltsiy birikmalari ulushi pasaygani tufayli azotning nisbiy konsentratsiyasi biroz yuqoriladi.

Umuman olganda, sulfat kislota me’yorining oshishi bilan o‘g‘itning kimyoviy tarkibi **“kaltsiy-karbonatli fosfat”dan “sulfatli fosfat”ga** tomon siljidi: kaltsiy va karbonat ulushi kamayib, fosforning eruvchan shakllari va sulfat ulushi ortdi. Bu o‘zgarishlar o‘g‘it sifatini oshiradi, chunki fosforning eruvchan (o‘zlashtiriladigan) qismi ko‘payadi, zararli inert karbonatlar esa kamayadi.

Suvda va limon kislotada eruvchanlik xususiyatlari:

Fosforli o‘g‘itlar agronomik qiymatini baholashda ularning suvda va zaif kislotalarda eruvchanlik darajasi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Suvda eruvchan P_2O_5 – o‘simlik uchun darhol mavjud bo‘ladigan fosfor miqdori, limon kislotada eruvchan P_2O_5 esa suvda erimagan qismi qandaydir darajada o‘simlik ildizi chiqaradigan organik kislotalarda eriy olishini ko‘rsatadi. Amaliyotda o‘g‘itning suvda va neytral ammoniy sitratda eruvchan fosfor yig‘indisi uning “o‘simlikka yaroqli fosfor” miqdori sifatida qabul qilinadi va o‘g‘it yorliqlarida kafolatlangan “foydali P_2O_5” shu ko‘rsatkichga asoslanadi.

Jadval ma’lumotlariga ko‘ra, mazkur o‘g‘itda umumiy P_2O_5 ning katta qismi o‘simlikka mavjud formadadir: H_2SO_4 ni 50% me’yorida suvda + limon kislotada eruvchan P_2O_5 jamlanganda 27,3% (10,6 + 16,7) bo‘lib, bu umumiy 28,7% P_2O_5 ning ~95%-ini tashkil qiladi. Kislota me’yori oshishi bilan bu ko‘rsatkich yanada yaxshilanib, masalan, H_2SO_4 ni 50% me’yorida suvda eruvchan P_2O_5 16,5%, limon

ISSN 3030-3907

kislotada eruvchan esa 21,2% bo‘lib, yig‘indisi 37,7% umumiy P_2O_5 ga teng bo‘ladi, bu esa umumiy fosforning 99% dan ortig‘i o‘simlikka foydalanish mumkin shakllarda ekanini bildiradi. Shunday qilib, kislotaning past me’yorida ham o‘g‘it fosforining katta qismi (asosan sitratda eruvchan holda) mavjud bo‘lsa, yuqori me’yorda deyarli butun fosfor qismi o‘simliklar uchun o‘zlashtiriladigan holatga o‘tadi.

Suvda eruvchan fosfor ulushining oshishi o‘g‘itning tez ta’sir qiluvchi qismini oshiradi – ya’ni ekinga ekish paytida va vegetatsiya boshida darhol ozuqa bera oladigan fosfor miqdori yuqori bo‘ladi. Masalan, H_2SO_4 ni 50% me’yorida umumiy P_2O_5 ning atigi ~37% suvda erisa, 110% me’yorda bu ko‘rsatkich ~75% ga yetadi (16,5/21,9). Limon kislotada eruvchan fosfor esa suvda erimagan qismni qoplaydi, u o‘g‘it tarkibidagi nisbatan sekin eruvchi, lekin tuproq va o‘simlik ildizi chiqargan organik kislotalar ta’sirida asta-sekin erib, o‘simliklarga yetib boradigan fosfor manbaidir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, suvda eruvchan fosforga qaraganda pastroq eruvchanlikka ega sitrat-eruvchan fosfor kislotali tuproqlarda yaxshi natija beradi va bir necha yillar davomida bosqichma-bosqich o‘zlashtiriladi. Demak, mazkur o‘g‘it tarkibidagi fosforning bir qismi tez (suvda eruvchi), qolgan qismi sekin (limon kislotada eruvchi) ta’sir etuvchi fraksiyalardan iborat. Bu “tez va sekin ta’sir kombinatsiyasi” ekinlarga boshlang‘ich davrda kuchli o‘sish uchun zarur fosforni berib, qolganini tuproqda “tomchilatib” yetkazib beradi. Bunday yondashuv tuproq sharoitidan qat’i nazar fosforning yuqori samaradorligini ta’minlaydi – masalan, tuproqda P ni bog‘lab qoluvchi omillar kuchli bo‘lsa (masalan, alyuminiy va temir oksidlari ko‘p bo‘lgan kislotali tuproq yoki kaltsiy ko‘p bo‘lgan ishqoriy tuproq), suvda eruvchan fosforning bir qismi tezda nofaol holga o‘tishi mumkin. Ammo o‘g‘it tarkibidagi sitrat-eruvchan fosfor tuproqda nisbatan barqarorroq bo‘lib, keyinchalik o‘simlik ildizi ta’sirida asta-sekin eriydi va shu tariqa fosforning umumiy utilizatsiya ko‘rsatkichini oshiradi.

Fosforning eruvchanlik darajasi bo‘yicha mineral o‘g‘itlar bir necha sinfga ajratiladi: to‘liq suvda eruvchanlar (superfosfat, ammofos va h.k.), qisman suvda eruvchan, lekin to‘liq sitratda eruvchanlar (masalan, nitrofoska, ammoniylashtirilgan superfosfat), qisman suvda, qisman sitratda eruvchanlar va suvda erimaydigan, faqat kuchli kislotalarda eruvchanlar (masalan, xom fosforit unlari). Bizning holatimizda o‘g‘it tarkibi H_2SO_4 ni 50% me’yori bilan ishlovda ko‘proq uchinchi guruhga (qisman suvda, qisman sitratda eruvchan) yaqin bo‘lsa, norma oshishi bilan birinchi guruh – to‘liq suvda eruvchan – xususiyatlariga yaqinlashadi. Aynan shuning uchun bu o‘g‘it har qanday ekin va tuproq sharoitiga mos universal xususiyat kasb etadi. Suvda eruvchan qismi neytral va ishqoriy tuproqlarda darhol ta’sir qilsa, sitratda eruvchan qismi kislotali tuproqlarda ham o‘z foydasini ko‘rsatadi va tuproq eritmasida bosqichma-bosqich o‘simlikka o‘tadi.

ISSN 3030-3907

Natijada, turli ekinlar va sharoitlar uchun fosfor bilan ta’minlashda barqaror va uzoq muddatli samara beriladi.

Yuqoridagi tahlildan ko‘rinib turibdiki, mazkur fosforli o‘g‘it nafaqat fosfor, balki qo‘shimcha ravishda kaltsiy, oltingugurt va azot kabi elementlarni ham tuproqqa kiritadi. Bu esa o‘g‘itning ko‘p komponentli oziqlantiruvchi vosita ekanini va turli ekinlar uchun bir vaqtda bir nechta elementlarni qoplay olishini anglatadi. Har bir komponentning o‘ziga xos agronomik ahamiyati bor va bir o‘g‘it tarkibida ularning birlashuvi o‘simliklar oziqlanishini muvozanatlashtiradi.

Yuqorida keltirilgan tarkibiy xususiyatlar mazkur fosforli o‘g‘itning bir qator afzalliklarini namoyon qiladi:

Yuqori o‘zlashtiriluvchanlik: O‘g‘it fosforining deyarli barchasi o‘simlikka o‘zlashtiriladigan shakllarda (suvda yoki organik kislotalarda eruvchan) bo‘lib, samaradorligi oddiy fosforit uniga nisbatan ancha yuqori. Normani oshirish orqali suvda eruvchan fraksiyani ko‘paytirish hisobiga tez ta’sirchanlik oshirilgan. Natijada, shu turdagi o‘g‘itni qo‘llagan ekinlar tez va davomli fosfor oziqlanishidan foydalanadi. Ilmiy ma’lumotlarga ko‘ra, bunday qisman kislota bilan boyitilgan fosforli o‘g‘itlar amalda superfosfat kabi to‘liq suvda eruvchan o‘g‘itlar bilan teng agroeffekt berishi mumkin, bu esa uning qiymatli jihati hisoblanadi [7, 8].

Ko‘p komponentlilik: O‘g‘it bir vaqtning o‘zida P, N, Ca, S elementlarini yetkazadi. Bu uni kompleks ta’sirga ega o‘g‘it sifatida namoyon qiladi. Masalan, NP o‘g‘it sifatida azot va fosfor birikmasi tufayli ekinlarning ilk o‘sish bosqichida ham kuchli o‘sishini, ham chuqur ildiz otishini ta’minlaydi. Tarkibdagi S elementi protein sintezi va fermentlar faoliyati uchun qo‘shimcha stimul bo‘lib, ba’zi ekinlar (masalan, dukkaklilar, moyli ekinlar) uchun hosilni oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Ca esa tuproq muhiti va o‘simlik uchun qo‘shimcha foydali komponent: u tuproqning tuzilishini yaxshilashi, kislotalilikni qisman neytrallashi va o‘simlik hujayra devorlarini mustahkamlashi bilan ahamiyatga ega. Ko‘rinib turibdiki, bitta o‘g‘itni qo‘llash orqali bir qancha ozuqa moddalari bo‘yicha ehtiyojni qoplash va qo‘shimcha o‘g‘it sarfini kamaytirish mumkin.

Tez va sekin ta’sirning uyg‘unligi: Tarkibida suvda eruvchan va qiyin eruvchan fosfor fraksiyalarining birgalikda bo‘lishi o‘g‘itning ta’sir muddatini uzaytiradi. Ya’ni, tez ta’sir ekinning dastlabki rivojlanishiga kuchli turtki bersa, sekin ta’sir fosfor keyingi fenologik bosqichlarda ham oziqlanishni davom ettiradi. Bu faqat suvda eriydigan yoki faqat inert fosforli o‘g‘itlarga nisbatan samaraliroq bo‘lishi mumkin. Misol uchun, to‘liq suvda eriydigan fosfor (masalan, superfosfat) tuproqqa berilganda biryo‘la ko‘p miqdorda eritmaga o‘tib, qisqa fursatda uning katta qismi tuproq tomonidan adsorbsiyalanib, o‘simlikka birday foydalanilmasligi mumkin. Aksincha, qisman eruvchan fosforli o‘g‘itda bir qismi darhol, qolgan qismi vaqt o‘tishi bilan eriydi va o‘zlashtiriladi. Bu xususiyat o‘g‘itning

ISSN 3030-3907

foydalanish samaradorligini oshiradi – berilgan fosforning sezilarli qismi (faqat kichik qoldiq qismi tuproqda mahkam bog‘lanib qolishi mumkin xolos) o‘simliklar tomonidan utilizatsiya qilinadi. Shuningdek, fosforning bir qismi keyingi ekinlar uchun rezidual ta’sir ko‘rsatishi ham mumkin (tuproqda to‘planib qolgan sekin eruvchan birikmalar navbatdagi vegetatsiya davrida erib chiqadi), bu esa o‘g‘itning qiymatini yanada oshiradi.

Moslashuvchanlik va universallik: O‘g‘it tarkibidagi komponentlar muvozanati uni turli tuproq-iqlim sharoitlari va ekin turlari uchun qo‘llashga yaroqli qiladi. Fosforning eruvchanlik darajalari har xil tuproqlarda ham foydali (kislotali tuproqda suvda erimaydigan qismi ildiz chiqaradigan kislotalar yordamida o‘zlashtiriladi, ishqoriy tuproqda suvda eruvchan qismi darhol o‘tadi). Azot borligi barcha ekinlarning dastlabki o‘sishida foydali. Oltingugurt yetishmaydigan tuproqlarda bu o‘g‘it qo‘shimcha S manbai bo‘ladi. Kaltsiy esa kislotali tuproqlarda meliorativ ahamiyatga ega bo‘lsa, boshqa tuproqlarda zarar qilmaydi. Shu tariqa, bu bitta o‘g‘itni har qanday ekinga qo‘llash mumkin, u har bir ekinga zarur asosiy element – fosforni yetkazib berish bilan birga boshqa elementlar bo‘yicha ham qo‘shimcha ta’sir ko‘rsatadi.

Iqtisodiy samaradorlik: Mahalliy xom ashyo (Markaziy Qizilqum fosforiti)dan qisman kislotali usulda olinayotgan bu o‘g‘it to‘liq kislotali superfosfat ishlab chiqarishga nisbatan iqtisodiy jihatdan tejamkor bo‘lishi mumkin. Chunki kislota sarfi kamayadi (masalan, 50–80% norma ishlatish orqali) va shu bilan birga hosil bo‘lgan gips chiqindi sifatida tashlab yuborilmay, mahsulot tarkibida o‘g‘it sifatida foydalaniladi. Bu yondashuv fosforit resurslaridan samarali foydalanish, xorijiy yuqori sifatli o‘g‘itlar importini qoplash nuqtai nazaridan ham foydali sanaladi. O‘simliklar uchun esa yuqorida ta’kidlanganidek agronomik samaradorligi yuqori, ya’ni berilgan har bir kilogramm o‘g‘it uchun ko‘proq hosil oshishi ta’minlanadi.

Yuqoridagi afzalliklar majmui, xususan yuqori ozuqaviy qiymat, ko‘p yo‘nalishli ta’sir va universal qo‘llanilish, ushbu fosforli o‘g‘itni ilmiy va amaliy jihatdan qishloq xo‘jaligida qo‘llash uchun istiqbolli mahsulot sifatida tavsiflaydi.

Xulosa

Jadval ma’lumotlarini tahlil qilar ekanmiz, har qanday ekinga mos fosforli o‘g‘itni olish uchun fosforitga beriladigan kislotali ishlov darajasini o‘zgartirish orqali o‘g‘it tarkibini va xususiyatlarini kerakli tomonga yo‘naltirish mumkinligi aniq bo‘ldi. Norma 50% dan 110% gacha oshirilganda:

Fosforning eruvchan shakllari sezilarli ravishda ko‘paydi: suvda eruvchan P_2O_5 miqdori 10,6% dan 16,5% gacha, limon kislotada eruvchan P_2O_5 esa 16,7% dan 21,2% gacha ortdi. Natijada, umumiy P_2O_5 ning deyarli barchasi (95–99%) o‘simlikka foydalanish mumkin fraksiyalar ko‘rinishida bo‘lishiga erishildi. Bu

ISSN 3030-3907

o‘g‘itning fosfor bo‘yicha agronomik samaradorligi yuqori ekanini ilmiy tasdiqlaydi.

Kaltsiy miqdori kamayib, oltingugurt ulushi ortdi: umumiy CaO 45,5% dan 25,6% gacha pasayib, SO_3 2,6% dan 4,0% gacha oshdi. Bu o‘g‘it tarkibida ortiqcha inert karbonatlarning bartaraf etilib, o‘rniga o‘simlikka foydali sulfatlar ulushi ko‘payganini anglatadi. Qoldiq Ca asosan gips shaklida bo‘lib, o‘simliklarga Ca va S manbai sifatida xizmat qiladi.

Azotli komponent saqlanib qoldi (8–9% atrofida) va shu bilan o‘g‘itning qimmatini oshiruvchi NP xususiyatini ta’minladi.

Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, har qanday ekinga mos keluvchi ushbu fosforli o‘g‘it kimyoviy tarkibi va eruvchanlik xususiyatlari jihatidan juda maqbul hisoblanadi. Fosforning o‘simlik uchun o‘zlashtiriluvchan foizi yuqori, tarkibida azot va oltingugurt kabi qo‘shimcha makroelementlar mavjud, kaltsiy sulfati esa tuproq va o‘simlikka foydali ta’sir ko‘rsatadi. Bu o‘g‘itni qo‘llash orqali ekinlarning fosforga bo‘lgan talabini yuqori darajada qondirish, shu bilan birga boshqa elementlar bilan birgalikda murakkab oziqlantirishga erishish mumkin. Jadvaldagi raqamlar asosida shuni ilmiy asoslash mumkinki, kislotali ishlovning optimallashgan darajasi (taxminan 70–100% oralig‘i) eng ma’qul tarkibni ta’minlaydi: bunda umumiy P_2O_5 ning katta qismi suvda va sitratda eruvchan, o‘g‘itning agronomik samarasi yuqori, hamda fosforit xom ashyosidan maksimal foydalanish ta’minlanadi. Natijada, bunday o‘g‘it qishloq xo‘jaligida yuqori hosildorlikka erishishda, tuproq unumdorligini oshirishda va o‘g‘it resurslaridan samarali foydalanishda katta ijobiy rol o‘ynaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. International Plant Nutrition Institute (IPNI). *Single Superphosphate.* Nutrient Source Specifics No.21, IPNI, Norcross, GA, 2013. (Mosaic Crop Nutrition ma’lumotnomasi)

2. Plotegher F., Ribeiro S. Characterization of single superphosphate powders – a study of milling effects on solubilization kinetics. *Materials Research.* 2016; 19(1): 98–105.

3. Otaboev, K.A., Sherkuziev, D.S., Badalova, O.A. et al. Mineralogical Composition of Kyzylkum Washed Dry Concentrate and Its Processing into Simple Superphosphate. Russ J Gen Chem 92, 505–517 (2022). https://doi.org/10.1134/S1070363222030203.

4. D Sherkuziev 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 939 012057

5. DOI 10.1088/1755-1315/939/1/012057.

6. Shermatov A.H., Sherquziyev D.Sh. Sanoat chiqindisi tarkibidagi mikro va makro elementlarni aniqlash va ularni qo‘llanish sohalarini o‘rganish. // *“Oziq-*

ISSN 3030-3907

ovqat va kimyo sanoatida innovasion texnologiyalarni joriy qilish” respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. 2023-yil 2–3-iyun. – B. 77–80.

7. Chojnacki A., Matynia A., Górecki H. Utilization of waste sulfuric acid in the production of mineral and mineral-organic fertilizers. *Przemysł Chemiczny.* 2003; 82: 881–884.

8. Friesen D.K., Sale P.W.G., Blair G.J. Long-term greenhouse evaluation of partially acidulated phosphate rock fertilizers: II. Effect of acidulant and degree of acidulation on phosphorus availability. *Fertilizer Research.* 1987; 13(1): 31–44.

9. International Fertilizer Association (IFA). *Phosphogypsum: From Waste to Inventory.* IFA Report, 2025. (IFDC/UNECE ma’lumotlari)

ISSN 3030-3907