

TÓMEN SORTLI FOSFORITLER TIYKARINDA SUYIQ TÓGIN ISLEP SHÍGARIW PROCESSLERI

Tolepbergenov Sharyar Aliyar uli

Nókis mámleketlik texnika universiteti Ximiyalıq texnologiya fakulteti

2-kurs magistrantı.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18966376>

Annotaciya. *Bul maqalada tómén sortlı fosforit rudalarından nátiyjeli paydalanıw tiykarında suyuq mineral tóginler islep shıǵarıw processleri haqqındaǵı teoriyalıq maǵlıwmatlar talqılanadı. Izertlewlerimiz dawamında tómén sortlı fosforitlerdiń mineralogiyalıq qásiyetleri hám ximiyalıq quramı, olardıń fizikalıq-ximiyalıq ózgeshelikleri hám de ximiyalıq qayta islew mexanizmlerine tiykarlangan processler úyreniledi. Sonıń menen birge, tómén sortlı fosforitler tiykarında suyuq tógin islep shıǵarıw texnologiyaların jetilistiriw mineral shiyki zat resurslarınan aqılǵa muwapıq paydalanıw, awıl xojalıǵı ónimdarlıǵın asırıw hám ekologiyalıq turaqlılıqtı támiyinlewdе áhmiyetli orın iyeleytuǵını atap ótilgen. Izertlew nátiyjeleri fosforitlerdi kompleksli qayta islew hám zamanagóy suyuq tóginler islep shıǵarıw texnologiyaların rawajlandırıwdıń úlken áhmiyetke iye ekenligin kórsetti.*

Gilt sózler: *Fosforitler, fosforit rudaları, suyuq mineral tóginler, ammoniy fosfatları, fizikalıq-ximiyalıq tásirler, fosforlı tóginler texnologiyası, neytrallaw, tómén sortlı fosforitler.*

PROCESSES FOR PRODUCING LIQUID FERTILIZERS FROM LOW-GRADE PHOSPHORITES

Abstract. This article discusses the theoretical data on the processes of producing liquid mineral fertilizers based on the effective utilization of low-grade phosphorite ores. Our research examines the mineralogical properties and chemical composition of low-grade phosphorites, their physicochemical characteristics, and processes based on chemical reprocessing mechanisms. It is also emphasized that improving technologies for producing liquid fertilizers from low-grade phosphorites is crucial for the rational use of mineral resources, increasing agricultural productivity, and ensuring environmental sustainability. The research results indicate that the complex processing of phosphorites and the development of modern liquid fertilizer production technologies are of significant importance.

Keywords: Phosphorites, phosphorite ores, liquid mineral fertilizers, ammonium phosphates, physicochemical effects, phosphate fertilizer technology, neutralization, low-grade phosphorites.

KIRISIW

Ósimliklerdiń normal ósiwi hám rawajlanıwı ushın zárúr bolǵan tiykarǵı azıqlıq elementler arasında fosfor ayrıqsha orın iyeleydi. Fosfor ósimlik kletkalarında energiya almasıw processlerine qatnasadı, fotosintez iskerligin jedellestiredi hám tamir sistemasınıń rawajlanıwın xoshametleydi. Sonıń ushın da awıl xojalıǵında fosforlı tóginlerge bolǵan talap jıldan-jılǵa artıp barmaqta. Dúnya kóleminde fosforlı tóginler islep shıǵarıwdıń tiykarǵı shiyki zatı fosforit hám apatit káni bolıp esaplanadı. Biraq joqarı sapalı fosforit kánleriniń rezervleri sheklengen bolıp, kóplegen aymaqlarda tómén sortlı fosforitler keń tarqalǵan. Bul kánlerde fosfordıń muǵdarı salıstırmalı túrde tómén bolıp, olarda kóbinese karbonatlar, kremniy oksidi, temir hám alyuminiy birikpeleri hám de basqa qosparlar ushırasadı. Bunday kánlerdi tuwrıdan-tuwrı dástúriy texnologiyalar arqalı qayta islew ekonomikalıq tárepten nátiyjeli emes. Sol sebepli tómén sortlı fosforitlerden nátiyjeli paydalanıw ushın jańa texnologiyalıq usıllardı islep shıǵıw áhmiyetli ilimiy hám ámeliy máselelerdiń biri bolıp tabıladı.

Suyıq mineral tóginler zamanagóy awıl xojalıǵında barǵan sayın keńnen qollanılmaqta.

Olardıń tiykarǵı artıqmashılıqları joqarı ózlestiriliw dárejesi, topıraqqa bir tegis tarqalıwı, texnologiyalıq processlerdi avtomatlastırıw imkaniyatı hám de saqlaw menen tasıwdıń qolaylılıǵınan ibarat. Suyıq tóginler quramında azıqlıq elementler eritpe jaǵdayında bolǵanlıǵı sebepli ósimlik tamırları tárepinen tez ózlestiriledi. Bunnan tısqarı, bunday tóginlerdi tamshılalıp suwǵarıw sistemaları arqalı beriw múmkinligi olardıń nátiyjeliligini jáne de arttıradı. Tómen sortlı fosforitler tiykarında suıq fosforlı tóginler islep shıǵarıw texnologiyasını jaratıw tek ǵana mineral shıyǵı zat resurslarınan nátiyjeli paydalanıw imkaniyatın berip qoymastan, bálkim awıl xojalıǵı ushın arzan hám sapalı tóginler islep shıǵarıwdı da támiyinleydi. Bul ásirese fosfor resursları sheklengen mámleketler ushın ayrıqsha áhmiyetke iye. Fosforitlerdi qayta islew processleri kóplegen ximiyalıq hám texnologiyalıq basqıshlardı óz ishine aladı.

Dástúriy texnologiyalarda fosforitler sulfat kislotası menen bóleklenip, superfosfat yamasa fosfor kislotası alınadı. Biraq tómen sortlı fosforitler quramındaǵı karbonatlar hám basqa qosparlar bul processtıń nátiyjeliligini páseytedi. Sol sebepli bunday shıyǵı zatı qayta islewde arnawlı texnologiyalıq usıllar – mexanikalıq aktivlestiriw, kislotalı eritiw, termoximiyalıq islew beriw hám de kompleks reagentlerden paydalanıw sıyaqlı usıllar qollanıladı. Sońǵı jıllarda suıq kompleks tóginler islep shıǵarıw texnologiyalarına úlken itibar qaratılmaqta. Bunday tóginlerdiń quramında fosfor menen bir qatarda azot hám kaliy elementleri de bolıwı múmkin. Bul bolsa ósimliklerdi teń salmaqlı azıqlandıırıw imkaniyatın beredi. Suyıq tóginler islep shıǵarıwda tiykarǵı ónim sıpatında ammoniy fosfatları, polifosfatlar yamasa fosfor kislotası eritpeleri qollanıladı. Tómen sortlı fosforitlerden suıq tógin islep shıǵarıw processlerin úyreniw kóplegen ilimiy izertlewlerdi talap etedi. Bul processte fosforit kánleriniń mineralogiyalıq quramı, olardıń ximiyalıq qásiyetleri, reaktivlik dárejesi hám de eritiw kinetikaası sıyaqlı faktorlar áhmiyetli rol atqaradı. Fosforit quramında karbonatlardıń bolıwı kislotalı eritiw procesinde kóp muǵdarda karbonat angidridtiń ajıralıp shıǵıwına alıp keledi, bul bolsa texnologiyalıq processtı qıyınlastıradı. Sonıń ushın da reagenttiń optimal sarfın hám process shárayatların anıqlaw áhmiyetli wazıypa bolıp esaplanadı. Fosforitlerdi qayta islewde mexanikalıq aktivlestiriw usılı da keńnen qollanılmaqta. Bul usılda fosforit bóleksheleriniń maydalanıwı nátiyjesinde olardıń reaktiv júzesi artadı hám ximiyalıq reakciyalardıń tezligi asadı. Nátiyjede tómen sortlı fosforitlerdi de nátiyjeli eritiw imkaniyatı payda boladı. Mexanikalıq aktivlestiriw procesi ádette sharlı diyirmenlerde yamasa joqarı energiyalı maydalaǵıshlarda ámelge asırıladı.

Suyıq tógin islep shıǵarıw processiniń jáne bir áhmiyetli basqıshı fosforitlerdiń kislotalı bólekleniwidir. Bul processte fosforit quramındaǵı kalcıy fosfat birikpeleri mineral kislotalar menen reakciyaǵa kirisip, suwda eriytin fosfatlardı payda etedi. En kóp qollanılatuǵın reagentler qatarına sulfat kislotası, fosfor kislotası hám nitrat kislotası kiredi. Hár bir reagenttiń ózine tán texnologiyalıq artıqmashılıqları bar. Nitrat kislotası menen islew berilgende ammoniy nitrati tiykarındaǵı kompleks tóginler alıw múmkin. Fosforitlerdiń kislotalı bólekleniw procesinde payda bolatuǵın eritpeler keyin ala neytrallaw, koncentracıyalaw hám stabilizaciyalaw basqıshlarınan ótkeriledi. Bul processler nátiyjesinde awıl xojalıǵında qollanıw ushın qolaylı bolǵan suıq tóginler alınadı. Eritpeniń fizikalıq-ximiyalıq qásiyetlerin turaqlı saqlaw ushın hár túrli stabilizatorlar hám qosımshalar qollanıwı múmkin. Suyıq fosforlı tóginler islep shıǵarıw processleriniń nátiyjeliligi kóp jaǵdayda texnologiyalıq parametrlerdı durıs tańlawǵa baylanıslı.

Tómen sortlı fosforitlerden suıq tóginler islep shıǵarıw texnologiyasını jetilistiriw ekologiyalıq kózqarastan da áhmiyetli esaplanadı. Fosforitlerdi qayta islew procesinde shıǵındılar payda bolıwı múmkin.

Olardıń arasında fosfogips, karbonat shıǵındıları hám gaz tárizli ónimler bar. Bul shıǵındılardı qayta islew yaki ekinshi dárejeli ónim sıpatında paydalanıw texnologiyasını ekologiyalıq qáwipsizligin támiyinleydi. Házirgi waqıtta kóplegen mámleketlerde fosforitlerdi kompleksli qayta islew texnologiyaların islep shıǵıwǵa úlken itibar qaratılmaqta. Bunda tiykarǵı maqset fosforit quramındaǵı barlıq paydalı komponentlerden maksimal dárejede paydalanıw bolıp tabıladı. Tómen sortlı fosforitler tiykarında suyıq tógin islep shıǵarıw processlerin izertlew ilimiy jaqtan da úlken áhmiyetke iye. Bul processler ximiyalıq kinetika, geterogen reakciyalar mexanizmi processleri hámde fazalararalıq óz-ara tásir sıyaqlı fundamental ilimiy máselelerdi úyreniwge imkaniyat jaratadı. Sonıń menen birge, bunday izertlewler jańa texnologiyalar jaratıw ushın teoriyalıq tiykar bolıp xızmet etedi. Awıl xojalıǵı óndirisinde suyıq tóginlerden paydalanıwdıń keńeyiwi bul ónimlerge bolǵan talaptı arttırmaqta. Bul bolsa fosforit shiyki zatlarınan nátiyjeli paydalanıw, jańa texnologiyalıq sheshimlerdi engiziw hámde óndiris processlerin optimallasırıwdı talap etedi. Tómen sortlı fosforitler tiykarında suyıq tógin islep shıǵarıw texnologiyasını jaratıw usı mashqalanıń áhmiyetli sheshimlerinden biri bolıp tabıladı.

Solay etip, tómen sortlı fosforitlerdi qayta islew arqalı suyıq tóginler islep shıǵarıw processlerin úyreniw zamanagóy ximiya texnologiyası hám awıl xojalıǵı ushın aktual ilimiy baǵdarlardan biri bolıp tabıladı. Bul baǵdardaǵı izertlewler mineral shiyki zat resurslarınan nátiyjeli paydalanıw, awıl xojalıǵı ónimdarlıǵın arttırıw hámde ekologiyalıq turaqlılıqtı támiyinlewge xızmet etedi. Fosforit rudaları tábiyiy fosfat shiyki zatlarınan áhmiyetli toparın quraydı hám olar tiykarınan shóǵindi tegisli fosfat mineralları ibarat boladı. Fosforitlerdiń tiykarǵı komponenti apatit toparına tiyisli bolǵan kalcıy fosfat mineralları bolıp, olar hár qıylı ximiyalıq quramǵa hám kristallıq dúziliske iye. Tábiyatta fosforitler kóbinese karbonatlı, kremniyli yaki temirli qosparlar menen birge ushırasadı.

Ásirese, tómen sortlı fosforit rudalarında bul qosparlardıń muǵdarı joqarı bolıp, bul olardı qayta islew processin qıyınlastıradı. Sonıń ushın fosforit rudalarınıń mineralogiyalıq quramın tereń úyreniw suyıq tógin islep shıǵarıw texnologiyasını islep shıǵıwda úlken áhmiyetke iye.

Tómen sortlı fosforitler quramında fosfordıń muǵdarı ádetde 11–18 % P_2O_5 átirapında boladı. Joqarı sapalı fosforit kánlerinde bolsa bul kórsetkish 25–35 % ke shekem jetedi. Fosfor muǵdarınıń azlıǵı kánde qayta islewde qosımsha texnologiyalıq basqışlardı talap etedi. Bunday kánlerde fosfat mineralları menen bir qatarda karbonat mineralları, atap aytqanda kalsit hám dolomit keń tarqalǵan. Bul karbonat birikpeleri kislotalı ıdıraw processinde úlken muǵdarda karbonat angidrid ajırılıp shıǵıwına alıp keledi. Nátiyjede reagent sarıp artadı hám texnologiyalıq processtıń ekonomikalıq ónimdarlıǵı tómenleydi. Fosforitlerdiń mineral quramı tiykarınan karbonat-apatit yamasa fluorapatit túrinde ushırasadı. Karbonat-apatit mineralları kristallıq torında karbonat ionlarınıń bar bolıwı menen ajırılıp turadı.

Bul bolsa olardıń ximiyalıq reaktivligin arttıradı. Sol sebepli ayırım jaǵdaylarda karbonatlı fosforitler ximiyalıq ıdıraw processinde salıstırılmalı túrde tez reakciyaǵa kirisedi.

Biraq karbonatlardıń artıqsha muǵdarı texnologiyalıq proceske unamsız tásir kórsetedi, sebebi olar kislotanıń bir bólegin neytrallap jiberedi. Tómen sortlı fosforit kánleriniń jáne bir áhmiyetli ózgesheligi olardıń granulometriyalıq quramı bolıp tabıladı. Tábiyiy fosforitler kóbinese hár túrli ólshemdegi bólekshelerden quralǵan boladı. Bólekshelerdiń ólshemi ximiyalıq reakciyalardıń tezligine tikkeley tásir etedi, sebebi maydalangan bólekshelerdiń ulıwma maydanı úlken boladı. Sol sebepli fosforitlerdi qayta islewden aldın olardı maydalaw hám mayda frakciyalardı ajratıw texnologiyalıq processtıń áhmiyetli basqışlarınan biri esaplanadı.

Fosforit kánleriniń fizikalıq qásiyetleri de olardı qayta islew texnologiyasını tańlawda áhmiyetli rol oynaydı. Bunday qásiyetlerge tıǵızlıq, qattılıq, ıǵallıq sıyımdılıǵı hám de ıssılıq ótkiziwsheńligi kiredi. Fosforitlerdiń tıǵızlıǵı ádette 2,7–3,2 g/sm³ aralıǵında boladı. Al qattılıǵı bolsa Moos shkalası boyınsha 3–5 birlik átirapında bolıwı múmkin. Bul kórsetkishler maydalaw úskenerin tańlawda esapqa alınadı. Tómen sortlı fosforitlerdiń ximiyalıq quramı da olardıń texnologiyalıq qayta isleniw imkaniyatların belgileydi. Fosforit quramında P₂O₅ tan tısqarı CaO, CO₂, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ sıyaqlı komponentler boladı. Ásirese kremniy oksidi hám temir oksidi muǵdarınıń joqarı bolıwı eritiw processinde qosımsha qıyınshılıqlardı keltirip shıǵaradı.

Fosforitlerdiń reaktivligi olardıń kristallıq dúzilisi hám bólekshe betiniń aktiv orayları menen baylanıslı. Kristallıq tordagı kemshilikler hám amorf fazalardıń bar bolıwı ximiyalıq reakciyalardıń tezligin arttırıwı múmkin. Sol sebepli ayırım izertlewlerde fosforitlerdi mexanikalıq yamasa termikalıq aktivlestiriw usılları qollanladı. Mexanikalıq aktivlestiriw processinde maydalaw nátiyjesinde kristallıq torda deformaciya payda boladı hám bul zattıń ximiyalıq aktivligin arttıradı. Fosforit kánleriniń ıǵallıq dárejesi de áhmiyetli faktorlardan biri bolıp tabıladı. Ígal fosforitlerdi maydalaw hám saqlaw procesleri quramalasadı. Bunnan tısqarı, ıǵallıq kislotalı ıdıraw processinde reagent koncentraciyasınıń ózgeriwine alıp keliwı múmkin.

Sol sebepli kóbinese fosforitler qayta islewden aldın qurǵatıladı. Tómen sortlı fosforitlerdiń texnologiyalıq bahasını ańqlawda olardıń bayıtılıw imkaniyatları da esapqa alınadı.

Ayırım fosforit kánlerin flotaciya, gravitaciya ajratıw yamasa magnitli ajratıw usılları járdeminde bayıtıw múmkin. Biraq ayırım jaǵdaylarda kánniń mineral quramı bunday usıllardı qullanıwǵa imkaniyat bermeydi. Bunday jaǵdaylarda ximiyalıq qayta islew texnologiyaları ústinlikke iye boladı. Fosforitlerdiń strukturalıq ózgeshelikleri de olardıń eriwsheliğine tásir kórsetedi. Mikroskopiyalıq analizler sonı kórsetedi, kóplegen fosforit kánleri mikrokristallıq yamasa amorf dúziliske iye bolıwı múmkin. Bul bolsa olardıń kislotalı eritiwshiler menen reakciyaǵa kirisiw tezligin arttıradı. Sonıń menen birge, kánniń tıǵız hám kristallıq dúziliske iye bolǵan bólekleri salıstırılmalı túrde áste reakciyaǵa kirisedi. Fosforit kánleriniń beti kóbinese hár túrli minerallar menen qaplangan bolıwı múmkin. Tómen sortlı fosforitlerdi qayta islewde olardıń termikalıq qásiyetleri de esapqa alınadı. Joqarı temperatura tásirinde ayırım karbonat birikpeleri ıdırap, karbonat angidridin ajratadı. Bul process kánniń dúzilisin bosatadı hám keyingi ximiyalıq reakciyalar ushın qolaylı sharayat jaratadı. Sol sebepli ayırım texnologiyalarda fosforitlerdi aldınnan qızdırıw yamasa kalsinaciyalaw usılı qollanladı.

Fosforit kánleriniń jáne bir áhmiyetli ózgesheligi olardıń mikroelementler quramı bolıp tabıladı. Kóbinese fosforitlerde fluor, stronciy, magniy hám basqa elementler ushırasadı. Bul elementler geyde tóginniń sapasına oń tásir kórsetiwı múmkin. Fosforitlerdiń fizikalıq-ximiyalıq qásiyetlerin tereń úyreniw olardı qayta islewdiń optimal texnologiyasını tańlaw imkaniyatın beredi. Ásirese, suyıq tógin islep shıǵarıwda fosforitniń eriwsheliği, reakciyaǵa kirisiwsheńligi hám ximiyalıq quramı tiykarǵı áhmiyetke iye. Bunıń ushın fosforitlerdiń mineralogiyalıq, fizikalıq hám ximiyalıq qásiyetlerin kompleksli túrde úyreniw kerek. Bul bilimler keyingi texnologiyalıq basqıshlardı joybarlaw hám process parametrlerin ańqlaw ushın ilimiy tiykar bolıp xızmet etedi. Suyıq fosforlı tóginlerdiń ximiyalıq tiykarın túrli suwda eriytuǵın fosfat birikpeleri quraydı. Bular arasında ammoniy fosfatları, ortofosfatlar hám polifosfatlar keń tarqalǵan. Ammoniy fosfatları bir waqıttıń ózinde fosfor hám azottı óz ishine alǵanlıǵı sebepli awıl xojalıǵında úlken áhmiyetke iye. Bul birikpeler ósimlikler ushın ańsat ózlestiriletuǵın formada bolıp, topıraқта tez eriydi hám ósimlik tamırları tárepinen aktiv sińdiriledi.

Ortofosfat ionları suyıq fosforlı tóginlerdiń tiykarǵı komponentlerinen biri esaplanadı.

Olar fosfor kislotasiniń dissociaciyası nátijesinde payda boladı.

Fosfor kislotası suwda eritilgende úsh basqışta dissociaciyalanıp, hár túrli fosfat ionların payda etedi. Usı ionlardıń bar bolıwı eritpeniń pH mánisi hám ximiyalıq teń salmaqlılıǵına baylanıslı boladı. Suyıq fosforlı tóginlerdiń áhmiyetli qásiyetlerinen biri olardıń joqarı koncentraciyada tayarlanıwı múmkinligi bolıp tabıladı. Zamanagóy texnologiyalar járdeminde quramında 30-40% ke shekem azıqlıq elementleri bolǵan suyıq tógin eritpelerin alıw múmkin.

Bul bolsa tóginlerdi tasıw hám saqlaw processlerin ekonomikalıq jaqtan nátijeli etedi.

Suyıq tóginlerdiń ximiyalıq quramı kóbinese birneshe azıqlıq elementlerden ibarat boladı.

Suyıq fosforlı tóginlerdiń jáne bir áhmiyetli qásiyeti olardıń topıraqta joqarı háreketshenlikke iye ekenligi bolıp tabıladı. Qattı tóginlerden parıqlı rawishte, suyıq tóginler topıraq kapıllıqları arqalı tez tarqaladı. Bul bolsa ósimlik tamır sistemasınıń úlken bólimi menen kontaktqa kiriw imkaniyatın beredi. Sol sebepli suyıq tóginlerden paydalanıw ósimliklerdiń azıqlıq elementlerdi ózlestiriw nátijeliligini arttıradı. Fosforlı tóginlerdiń agronomiyalıq nátijeliligi kóp jaǵdayda topıraqtıń fizikalıq-ximiyalıq qásiyetlerine baylanıslı.

Ayırım topıraqlarda fosfor tez erimeytuǵın birikpelerge aylanıwı múmkin. Suyıq tóginler qollanılganda bunday processler salıstırmalı túrde áste júredi, sebebi eritpedegi fosfat ionları ósimlikler tárepinen tez ózlestiriledi. Suyıq tóginlerdiń qollanıw usılları da júdá hár qıylı. Olar topıraqqa tikkeley beriliwi, japıraq arqalı púrkilip yamasa suwǵarıw sistemaları arqalı qollanıwı múmkin. Tamshılátıp suwǵarıw sistemalarında suyıq tóginlerden paydalanıw ásirese nátijeli esaplanadı. Bul usıl tógindi ósimliktiń tamır zonasına anıq jetkerip beriw imkaniyatın beredi hám tógin shıǵınıń azaytadı.

Suyıq fosforlı tóginlerdiń islep shıǵarılıwı kóbinese fosfor kislotası yamasa fosfat duzları tiykarında ámelge asırıladı. Fosfor kislotası eritpesi ammoniy birikpeleri menen neytrallanganda ammoniy fosfatları payda boladı. Bul process ekzotermik reakciyalar menen júredi hám nátijede joqarı koncentraciyalı tógin eritpeleri payda boladı. Suyıq tógin islep shıǵarıwda eritpeniń fizikalıq qásiyetleri de úlken áhmiyetke iye.

Eritpeniń jabısqaqılıǵı, tıǵızlıǵı hám kristallanıw temperaturası onıń saqlanıwına hám tasılıwına tásir etedi. Sol sebepli texnologiyalıq processlerde eritpeniń quramı sonday etip tańlanadı, ol uzaq waqıt dawamında turaqlı saqlanadı hám shókpe payda etpeydi. Suyıq fosforlı tóginlerdiń agronomiyalıq nátijeliligi kóplegen ilimiy izertlewler menen tastıyqlanǵan.

Juwmaq

Juwmaqlap aytqanda, suyıq tóginler qollanılganda ósimlikler fosfordı 10–20% ke kóbirek ózlestiriwi múmkin. Bul bolsa ónimdarlıqtıń ádewir dárejede artıwına alıp keledi. Ásirese, dánli eginler, palız ónimleri hám texnikalıq eginler jetistiriwde suyıq tóginler joqarı nátijeler beredi.

Suyıq tóginlerdiń jáne bir artıqmashılıǵı – olardı mikroelementler menen bayıtıw imkaniyatı. Eritpe quramına bor, cink, marganes yamasa molibden sıyaqlı elementler qosılıwı múmkin. Bul bolsa ósimliklerdiń kompleksli azıqlanıwın támiyinleydi hám olardıń keselliklerge shıdamlılıǵın arttıradı. Solay etip, suyıq fosforlı tóginler ximiyalıq quramı hám agronomiyalıq qásiyetleri tárepinen awıl xojalıǵında júdá áhmiyetli orın iyeleydi.

Olardıń joqarı eriwshenligi, tez ózlestiriliwi hám qollanıwdıń qolaylılıǵı zamanagóy diyqanshılıq sistemalarında keńnen qollanıwına sebep bolmaqta. Tómen sortlı fosforitlerden suyıq tógin islep shıǵarıw texnologiyaların rawajlandırıw bolsa bul ónimlerdi jáne de arzan hám keń tarqalǵan etiw imkaniyatın beredi.

Paydalanilgan ádebiyatlar

1. Syvyi, Miroslav, et al. "Phosphates of Ukraine as raw materials for the production of mineral fertilizers and ameliorants." *Gospodarka Surowcami Mineralnymi-Mineral Resources Management* (2019): 5-26.
2. De Boer, Marissa A., Lukas Wolzak, and J. Chris Slootweg. "Phosphorus: reserves, production, and applications." *Phosphorus recovery and recycling*. Singapore: Springer Singapore, 2018. 75-100.
3. Anawati, John, and Gisele Azimi. "Recovery and separation of phosphorus as dicalcium phosphate dihydrate for fertilizer and livestock feed additive production from a low-grade phosphate ore." *RSC advances* 10.63 (2020): 38640-38653.
4. Li, Luyi, et al. "Preparation of multifunctional fused magnesium phosphate fertilizer from low-grade phosphate ores." *Characterization of Minerals, Metals, and Materials 2021*. Cham: Springer International Publishing, 2021. 111-120.
5. Jumamuratov, R., and A. Kaipbergenov. "Application of information and computer technologies in teaching Chemistry." *Евразийский журнал академических исследований* 3.7 (2023): 21-26.
6. Бектурганова, З. К., Р. Е. Жумамуратов, and Г. Б. Бектилеуова. "Использование новых информационных технологий в обучении химии." *современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования*. 2017.
7. Жумамуратов, Ренат Есенбаевич, and Светлана Сарсеновна Айназарова. "РАЗРАБОТКА УРОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПО ТЕМЕ" СПИРТЫ". *Интернаука* 3-1 (2020): 86-87.
8. Rakhimov, Bekzod B., et al. "INVESTIGATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF ROAD BITUMEN MODIFIED WITH SULFUR AND HIGH-DENSITY POLYETHYLENE." (2025).