

UO‘K: 631.82:622.785

doi 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.25

NOKONDITSION FOSFORITLAR VA OQOVA SUVLAR CHO‘KINDILARI ASOSIDA ORGANIK-MINERAL O‘G‘ITLAR OLISH



**Muxammadova Umida
Xusan qizi**

Assistent, Navoiy davlat konchilik
va texnologiyalar universiteti,
Navoiy, O‘zbekiston
E-mail:
talabandki2014@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-0035-2083
Science ID: MNV-0326-0012



**Temirov O‘ktam
Shavkatovich**

Texnika fanlari doktori, professor,
Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, Navoiy,
O‘zbekiston
E-mail: temirov-2012@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-0598-9335



**Sharipov San‘at Shuxrat
o‘g‘li**

Texnika fanlari doktori, dotsent,
Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, Navoiy,
O‘zbekiston
E-mail: element_2993@mail.ru
ORCID ID: 0009-0003-2178-852X



**Taxiroya Nargisa
Baxriddinovna**

Dosent, Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, Navoiy,
O‘zbekiston
E-mail: taxiroya1983@mail.ru
ORCID ID: 0009-0009-5016-4525
Science ID: FNV-1225-0029

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda nokonditsion fosforit minerallashgan massasi va kanalizatsiya oqova suvlarini biokimyoviy tozalash inshootlarida hosil bo‘ladigan oqova suvlar cho‘kindilari (OSCh) asosida organik-mineral o‘g‘itlar olish imkoniyatlari o‘rganildi. Fosforit va OSCh 90:10 dan 30:70 gacha bo‘lgan og‘irlik nisbatlarida aralashtirilib, 30 % li sulfat kislotasi bilan kalsiy oksidiga nisbatan 50–90 % stixiometrik me‘yorlarda kimyoviy ishlov berildi. Ishlov natijasida hosil bo‘lgan bo‘tqalar suyuq va qattiq fazalarga ajratilib, ularning tarkibidagi umumiy P_2O_5 , organik moddalar, gumin va fulvo kislotalar miqdori tahlil qilindi. Olingan natijalar fosforit ulushi yuqori bo‘lgan namunalarda fosfor miqdori ortishi, OSCh ulushi oshirilganda esa organik moddalar, ayniqsa suyuq faza tarkibidagi fulvo kislotalar miqdorining sezilarli ko‘payishini ko‘rsatdi. Sulfat kislotasi me‘yorining oshirilishi fosforning suyuq fazaga o‘tishini va organik moddalar bilan barqaror komplekslar hosil qilishini ta‘minladi. Tadqiqot natijasida fulvo kislotalariga boy tez ta‘sir etuvchi suyuq o‘g‘it hamda gumin kislotalar ustun bo‘lgan uzoq ta‘sir etuvchi qattiq organik-mineral o‘g‘it olish imkoniyati ilmiy jihatdan asoslandi.

Kalit so‘zlar: fosforit, oqova suvlar cho‘kindisi, organik-mineral o‘g‘it, sulfat kislotasi, gumin kislotalar, fulvokislotalar.

ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ ФОСФОРИТОВ И ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

**Мухамматова Умида
Хусан кизи**

Ассистент, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан

**Темиров Уктам
Шавкатович**

Доктор технических наук,
профессор, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан

**Шарипов Санат
Шухрат угли**

Доктор технических наук,
доцент, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан

**Тахирова Наргиса
Бахриддиновна**

Доцент, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан

Аннотация. В данном исследовании изучены возможности получения органоминеральных удобрений на основе некондиционной фосфоритной минерализованной массы и осадков сточных вод (ОСВ), образующихся на сооружениях биохимической очистки канализационных стоков. Смеси фосфорита и ОСВ готовили в массовых соотношениях от 90:10 до 30:70 и подвергали химической обработке 30%-ной серной кислотой в количестве 50–90% от стехиометрической нормы по отношению к оксиду кальция. Полученные пульпы разделяли на жидкую и твёрдую фа-

зы, после чего определяли содержание общего P_2O_5 , органических веществ, гуминовых и фульвокислот. Установлено, что при увеличении доли фосфорита возрастает содержание фосфора, тогда как повышение доли ОСВ приводит к существенному росту органических веществ, особенно фульвокислот в жидкой фазе. Увеличение дозы серной кислоты способствует переходу фосфора в жидкую фазу и образованию устойчивых комплексов с органическими компонентами. По результатам исследования научно обоснована возможность получения быстродействующего жидкого удобрения, обогащённого фульвокислотами, а также пролонгированного твёрдого органоминерального удобрения с преобладанием гуминовых кислот. **Ключевые слова:** фосфорит, осадки сточных вод, органоминеральные удобрения, серная кислота, гуминовые кислоты, фульвокислоты.

PRODUCTION OF ORGANO-MINERAL FERTILIZERS BASED ON OFF-GRADE PHOSPHORITES AND SEWAGE SLUDGE

Mukhammatova Umida
Khusan kizi

Assistant, Navoi State Mining and
Technology University, Navoi,
Uzbekistan

Temirov Uktam
Shavkatovich

Doctor of Technical Sciences,
Professor, Navoi State Mining and
Technology University, Navoi,
Uzbekistan

Sharipov Sanat Shuhrat
ugli

Doctor of Technical Sciences,
Associate Professor, Navoi State
Mining and Technology University,
Navoi, Uzbekistan

Takhirova Nargiza
Bakhiddinova

Docent, Navoi State Mining and
Technology University, Navoi,
Uzbekistan

Abstract. This study investigates the feasibility of producing organo-mineral fertilizers based on off-grade phosphorite mineralized mass and sewage sludge generated at biochemical municipal wastewater treatment facilities. Phosphorite–sludge mixtures were prepared at mass ratios ranging from 90:10 to 30:70 and chemically treated with 30% sulfuric acid at 50–90% of the stoichiometric requirement relative to calcium oxide. The resulting slurries were separated into liquid and solid phases, and the contents of total P_2O_5 , organic matter, humic acids, and fulvic acids were determined. The results showed that increasing the phosphorite fraction led to higher phosphorus levels, whereas increasing the sludge fraction caused a pronounced rise in organic matter, particularly fulvic acids in the liquid phase. A higher sulfuric acid dosage enhanced phosphorus transfer to the liquid phase and promoted the formation of stable complexes with organic components. The study provides scientific justification for producing a fast-acting liquid fertilizer enriched with fulvic acids, as well as a slow-release solid organo-mineral fertilizer dominated by humic acids.

Keywords: phosphorite, sewage sludge, organo-mineral fertilizers, sulfuric acid, humic acids, fulvic acids.

Кирish. So‘nggi yillarda qishloq xo‘jaligida fosforli o‘g‘itlar samaradorligini oshirish, tabiiy fosforit zaxiralaridan oqilona foydalanish hamda organik chiqindilarni qayta ishlash masalalari global ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, past navli yoki nokonditsion fosforitlarni qayta ishlash orqali qishloq xo‘jaligi ehtiyojiga qo‘shimcha qiymatli mahsulotlar olish, hamda oqova suvlar cho‘kindilari (OSCh) ni agroekologik jihatdan xavfsiz holda organik mineral o‘g‘it sifatida qo‘llash masalalariga keng e‘tibor qaratilmoqda. Bu yo‘nalishdagi ilmiy tadqiqotlar fosforitlarni kislotalar bilan faollashtirish, organik moddalar bilan kompleks hosil qilish va organomineral o‘g‘itlar olish imkoniyatlarini ochib bermoqda [1-2].

Past navli fosforitlarni qayta ishlash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlarda turli mineral kislotalar bilan ishlov berish eng samarali usullardan biri sifatida keng qo‘llanilgan. Ko‘pchilik tadqiqotlarda kalsiyli fosfatlarning kislotalar ta‘sirida parchalanishi, kalsiy tuzlar hosil bo‘lishi va fosfor besh oksidini eruvchan hamda o‘simliklar tomonidan o‘zlashtiriladigan shakllarga o‘tishi keng yoritilgan. Bu borada fosforitlar tarkibidagi CaO miqdoriga bog‘liq holda kislotaning me‘yorini boshqarish zarurligi asoslangan. Shuningdek, fosforitlarni past me‘yorlarda (50-100) kislotali ishlov berish orqali resurs tejamkor o‘g‘itlar olish imkoniyatlari keng taklif etilgan [3-4].

Oqova suvlar cho‘kindilarini qishloq xo‘jali-

gida qayta foydalanish masalasi ham so'nggi o'n yilliklarda faol o'rganilmoqda. OSCh tarkibida organik moddalar, azot, fosfor va kaliyning mavjudligi uni yuqori qiymatli organomineral o'g'it xom ashyosiga aylantiradi. Olib borilgan tadqiqotlarda OSCh ni qayta ishlash orqali sanitar xavfsizligini ta'minlash va undan agroekologik maqsadlarda foydalanish mumkinligi qayd etilgan. Yevropa tadqiqotlarida kislotalar bilan ishlov berish OSCh dagi patogen mikroorganizmlarni yo'q qilish bilan birga, fosforning o'zlashuvchanligini ta'minlashi isbotlangan [5-6].

Organik moddalar, ayniqsa gumin va fulvo kislotalarning mineral komponentlar bilan o'zaro ta'siri organomineral o'g'itlar samaradorligini belgilab beruvchi muhim omil hisoblanadi. Bu yo'nalishdagi tadqiqotlarda gumin va fulvo kislotalarning Ca^{2+} , Fe^{3+} hamda fosfat ionlari bilan barqaror komplekslar hosil qilishi nazariy jihatdan asoslab berilgan. Ilmiy maqolalarda fulvo kislotalarning suvda yuqori eruvchanligi sababli suyuq o'g'itlar tarkibida tez ta'sir etuvchi komponent sifatida qo'llanilishi, gumin kislotalarning esa qattiq fazada saqlanib, uzoq muddatli agrokimyoviy ta'sir ko'rsatishi ta'kidlanadi [7-8].

So'nggi tadqiqotlarda fosfat o'g'itlarini gumin moddalari bilan birgalikda qo'llash fosforning tuproqda ballastlar hosil qilishini kamaytirishi va uning o'simlik tomonidan o'zlashuvchanligini oshirishi isbotlangan. Tadqiqotlarda e'lon qilingan ishlar fosfor-gumin komplekslarining o'simlik ildiz tizimi tomonidan yaxshiroq o'zlashtirilishini ko'rsatadi. Bu esa fosforit va OSCh ni birgalikda qayta ishlash orqali yuqori samarali organomineral o'g'itlar olish imkoniyatini ilmiy jihatdan qo'llab-quvvatlaydi [9-10].

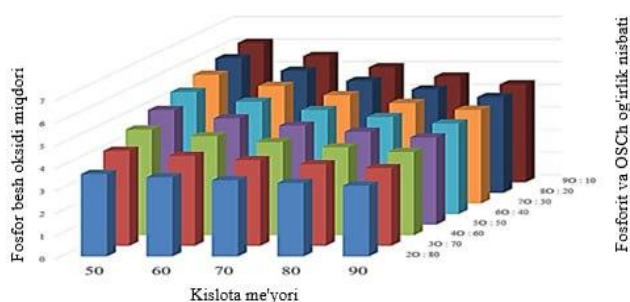
Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, fosforitlarni kislotalar bilan ishlov berish va OSCh ni o'g'it sifatida qo'llash alohida yo'nalishlar sifatida etarlicha o'rganilgan. Biroq fosforit va OSCh ni birgalikda ishlov berish, keyinchalik ulardan suyuq va qattiq fazalarga ajratish hamda ulardan ikki xil tez ta'sir etuvchi suyuq va uzoq ta'sir etuvchi qattiq organomineral o'g'it olish masalasi adabiyotlarda kam yoritilgan. Shu jihatdan, mazkur tadqiqot mavjud ilmiy ishlanmalarni birlashtirilgan holda yangi texnologik yondashuvni taklif etishi bilan ajralib turadi va ilmiy yangilikka ega.

Metodika. Ushbu tadqiqotda organomineral

o'g'itlar olish imkoniyatlarini baholash maqsadida fosforit minerallashtirilgan massasi va kanalizatsiya chiqindilarini biokimyoviy tozalash stansiyalarida hosil bo'ladigan oqova suvlar cho'kindilari (OSCh) boshlang'ich xom ashyo sifatida tanlandi. Tadqiqotda qo'llanilgan fosforit xom ashyosi quyidagi tarkibga ega bo'ldi (og'irlik bo'yicha, %): umumiy P_2O_5 -14,49; o'zlashtiriluvchan P_2O_5 -1,61; CaO -43,81; MgO -1,17; Fe -1,24. OSCh tarkibi esa namlik - 64,12 %, kul - 10,14%, umumiy organik moddalar - 25,74%, gumin kislotalar - 3,12%, fulvo kislotalar-7,58%, suvda eruvchi organik moddalar - 2,27%, P_2O_5 -2,08%, umumiy azot - 1,85%, K_2O - 1,47 %, CaO - 4,79% ni tashkil qildi. Tajriba jarayonida fosforit va OSCh og'irlik nisbatlari 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60 va 30:70 bo'lgan aralashma namunalari tayyorlandi. Tayyorlangan har bir aralashmaga 30% li sulfat kislotasi bilan kimyoviy ishlov berildi, bunda kislotalar miqdori aralashma tarkibidagi fosforit xom ashyosida mavjud kalsiy oksidiga nisbatan stixiometrik hisob me'yorida, ya'ni 50, 60, 70, 80 va 90 % miqdorlarda qo'shildi. Ishlov berish natijasida hosil bo'lgan bo'tqa namunalari fizik-kimyoviy va tarkibiy o'zgarishlar kuzatildi hamda ularning tarkibiy qismlari kompleks tahlil qilindi. Hosil bo'lgan bo'tqa namunalari sentrifuga yordamida suyuq va qattiq fazalarga ajratildi. Olingan har ikkala fazaning tarkibidagi umumiy P_2O_5 , organik moddalar, gumin va fulvo kislotalar miqdori standart kimyoviy tahlil usullari asosida o'rganildi.

Olingan natijalar. 1 rasm ma'lumotlari tahliliga ko'ra, nokonditsion fosforit va oqova suvlar cho'kindilari (OSCh) asosida olingan bo'tqa tarkibidagi fosfor besh oksidi (P_2O_5) miqdori og'irlik nisbati hamda sulfat kislotasi me'yoriga sezilarli darajada bog'liq ekanligini yaqqol ko'rsatadi. Bunda, sulfat kislotasi me'yori ortishi bilan aralashmalarda P_2O_5 miqdori kamayib borganligi aniqlandi. Masalan, fosforit va OSCh 90:10 og'irlik nisbatida 50% kislotalar me'yorida P_2O_5 miqdori 6,16% ni tashkil etgan bo'lsa, kislotalar me'yori 60% gacha oshirilganda ushbu ko'rsatkich 5,57% gacha, 70% da 5,08% gacha, 80% da 4,67% gacha va 90% me'yorda 4,32% gacha kamaygan. Bu holat fosforit va OSCh 80:20 va 70:30 nisbatlarda ham kuzatilib, 80:20 nisbatda P_2O_5 5,94% dan (50%) 4,23% gacha (90%) pasaygan, 70:30 nisbatda esa mos ravishda 5,68% dan 4,13%

gacha kamaygan. OSCh ulushi ortib borishi bilan bo'tqa tarkibidagi P_2O_5 umumiy miqdorining pasayishi kuzatildi. Masalan, fosforit va OSCh 60:40 nisbatda P_2O_5 50% kislota me'yorida 5,39% bo'lgan bo'lsa, fosforit va OSCh 50:50 nisbatda esa ushbu qiymatlar mos ravishda 5,06% ni tashkil etgan bo'lsa 30:70 nisbatda P_2O_5 miqdori 50% kislota me'yorida 4,19% bo'lib, 20:80 nisbatda qayd etilib, bu erda P_2O_5 3,63% gacha kamayganligi aniqlangan.

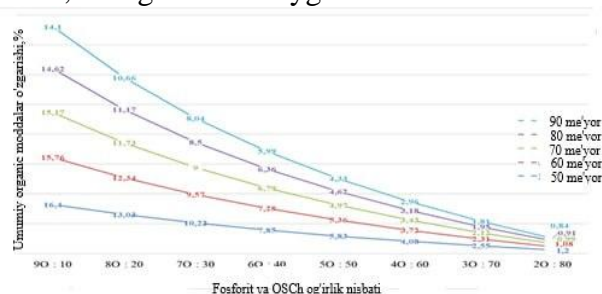


1-rasm. Nokonditsion fosforit va OSCh asosida olingan bo'tqa tarkibidagi fosfor besh oksidi o'zgarishining og'irlik nisbati va kislota me'yoriga bog'liqligi (%).

Nokonditsion fosforit va oqova suvlar cho'kindilari asosida olingan bo'tqa tarkibidagi umumiy organik moddalar miqdori o'zgarishi og'irlik nisbati hamda sulfat kislotasi me'yoriga bog'liq bo'lib ekanligini aniq ko'rsatadi. Avvalo, fosforit ulushi yuqori bo'lgan aralashmalarda organik moddalar miqdori past qiymatlarda saqlanib qolgani kuzatiladi. Masalan, fosforit va OSCh 90:10 og'irlik nisbatida umumiy organik moddalar miqdori 50% kislota me'yorida 1,20% ni tashkil etgan bo'lsa, kislota me'yori 90% gacha oshirilganda ushbu ko'rsatkich 0,84% gacha pasaygan bo'lsa, fosforit va OSCh 80:20 nisbatda mos ravishda organik moddalar 2,55 % dan 1,81 % gacha kamaygan. Bu holat fosforit ulushi yuqori bo'lgan aralashmalarda organik moddalar asosan OSCh hisobiga kiritilishi va kislota me'yori oshishi bilan ularning umumiy miqdori kamayishi bilan izohlanadi.

OSCh ulushi ortib borishi bilan bo'tqa tarkibidagi umumiy organik moddalar miqdori keskin oshgani aniqlandi. Fosforit va OSCh 70:30 nisbatda organik moddalar 50% kislota me'yorida 4,08% ni tashkil etgan bo'lsa, 60:40 nisbatda ushbu

qiymat 5,83% gacha, 50:50 nisbatda esa 7,85% gacha etgan. Eng yuqori qiymatlar OSCh ulushi yuqori bo'lgan aralashmalarda kuzatilib, 40:60 nisbatda organik moddalar 10,22% ni, 30:70 nisbatda 13,03% ni va 20:80 nisbatda esa 16,40% ni tashkil etgan. Shu bilan birga, kislota me'yoringing oshishi barcha og'irlik nisbatlarida organik moddalar miqdorining ma'lum darajada kamayishiga olib kelgan. Masalan, fosforit va OSCh 50:50 nisbatda organik moddalar 50% kislota me'yorida 7,85% bo'lgan bo'lsa, 90% da 5,99% gacha pasaygan, 30:70 nisbatda esa ushbu qiymat 13,03% dan 10,66% gacha kamaygan.



2-rasm. Nokonditsion fosforit va OSCh asosida olingan suyuq organik mineral o'g'it tarkibidagi fosfor besh oksidi o'zgarishining og'irlik nisbati va kislota me'yoriga bog'liqligi (%).

1-jadval
Nokonditsion fosforit va OSCh asosida olingan suyuq organik mineral o'g'it tarkibidagi fosfor besh oksidi o'zgarishining og'irlik nisbati va kislota me'yoriga bog'liqligi (%)

Fosforit va OSCh og'irlik nisbati	Kislota me'yori				
	50	60	70	80	90
90:10	5,05	4,21	3,58	3,29	2,95
80:20	4,82	4,00	3,44	3,17	2,86
70:30	4,46	3,62	3,20	2,96	2,68
60:40	4,16	3,35	3,01	2,80	2,55
50:50	3,84	3,06	2,82	2,64	2,41
40:60	3,43	2,68	2,55	2,40	2,21
30:70	2,93	2,19	2,22	2,09	1,94
20:80	2,54	1,77	1,97	1,87	1,74

1-jadvalda keltirilgan natijalar nokonditsion fosforit va oqova suvlar cho'kindilari asosida tayyorlangan bo'tqani sentrifugalash orqali olingan suyuq organik-mineral o'g'it tarkibidagi fosfor besh oksidi (P_2O_5) miqdori og'irlik nisbati hamda sulfat kislotasi me'yoriga bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Bunda fosforit ulushi yuqori bo'lgan aralashmalarda suyuq faza tarkibidagi P_2O_5 miqdori eng katta qiymatlarga ega ekani aniqlandi. Masalan, fosforit va OSCh 90:10 og'irlik nisbatida 50% kislota me'yorida P_2O_5 miqdori 5,05% ni tashkil etgan

bo'lsa, kislota me'yori 60% gacha oshirilganda 4,21% gacha, 70% da 3,58% gacha, 80% da 3,29% gacha va 90% da 2,95% gacha kamaygan. OSCh ulushi ortib borishi bilan suyuq o'g'it tarkibidagi P₂O₅ miqdorining pasayishi aniqlangan bo'lib, fosforit va OSCh 70:30 nisbatda P₂O₅ 50% kislota me'yorida 4,46% ni tashkil etgan bo'lsa, 90% da 2,68% gacha kamaygan, 50:50 nisbatda esa ushbu qiymatlar mos ravishda 3,84% va 2,41% ni tashkil etgan. Eng past qiymatlar OSCh ulushi yuqori bo'lgan 20:80 nisbatda kuzatilib, P₂O₅ miqdori 2,54% dan 1,74% gacha pasaygan.

2-jadval

Nokonditsion fosforit va OSCh asosida olingan suyuq organik mineral o'g'it tarkibidagi umumiy organik moddalar o'zgarishining og'irlik nisbati va kislota meyoriga bog'liqligi (%)

Fosforit va OSCh og'irlik nisbati	Kislota meyori				
	50	60	70	80	90
90:10	0,79	0,70	0,65	0,58	0,51
80:20	1,68	1,51	1,40	1,25	1,10
70:30	2,67	2,43	2,27	2,04	1,81
60:40	3,79	3,49	3,30	2,99	2,66
50:50	5,32	4,97	4,76	4,34	3,90
40:60	6,60	6,27	6,09	5,62	5,09
30:70	8,39	8,14	8,04	7,52	6,88
20:80	10,32	10,25	10,18	9,85	9,15

Nokonditsion fosforit va oqova suvlar cho'kindilari asosida olingan suyuq organik-mineral o'g'it tarkibidagi umumiy organik moddalar miqdori og'irlik nisbatining ta'siri bo'ladi, Bunda fosforit ulushi yuqori bo'lgan fosforit va OSCh 90:10 va 80:20 nisbatlarda organik moddalar miqdori 0,79–1,68% oralig'ida bo'lib, suyuq fazaning asosan mineral xarakterga ega ekanligini ko'rsatadi. Bu holat fosforit tarkibida organik komponentlar deyarli mavjud emasligi va organik moddalarning manbai sifatida OSCh hisobidan ortishi bilan izohlanadi. OSCh ulushi bosqichma-bosqich oshirilishi natijasida (fosforit va OSCh -

70:30 → 20:80) suyuq faza tarkibida umumiy organik moddalar miqdori mos ravishda 2,67% dan 10,32% gacha o'sib, organik moddalar ortishini tasdiqlaydi. Yana bir muhim jihati kislota me'yoring ta'siri bilan bog'liq bo'lib, barcha og'irlik nisbatlarida sulfat kislotasi me'yori 50% dan 90% gacha oshirilganda organik moddalar miqdorining ma'lum darajada pasayishi kuzatiladi. Ayniqsa, OSCh ulushi yuqori bo'lgan fosforit va OSCh 40:60–20:80 og'irlik nisbatlarda organik moddalar miqdorining kamayishi kuzatilgan bo'lib (taxminan 10–12%), bu fulvo kislotalar va past molekulyar organik birikmalarning kislotali muhitda suyuq fazada barqaror saqlanish qobiliyatini ko'rsatadi.

Xulosa. Olingan natijalar fosforit ulushi yuqori bo'lgan aralashmalarda fosfor besh oksidi miqdorining yuqori, biroq organik moddalar ulushining past bo'lishini, OSCh ulushi oshirilishi esa organik moddalar, ayniqsa fulvo kislotalar miqdorining keskin ortishiga olib kelishini aniq ko'rsatdi. Sulfat kislotasi me'yoring 50–90% oralig'ida oshirilishi fosforit mineral fazalarining parchalanishini kuchaytirib, fosforning suyuq fazaga o'tishini hamda organik moddalarning bilan komplekslar hosil qilishiga sharoit yaratdi. Ajratilgan suyuq faza tarkibida fulvo kislotalarga boy, tez ta'sir etuvchi organik-mineral o'g'it, qattiq faza tarkibida esa gumin kislotalar ustun bo'lgan, uzoq ta'sir etuvchi o'g'it olish imkoniyati o'rganildi. Umuman olganda, fosforit va OSCh 60:40–40:60 og'irlik nisbatlari va 60–80% kislota me'yorlari fosfor va organik moddalarning miqdoriy va sifat jihatdan ta'minlab, ekologik xavfsiz, resurs tejamkor hamda ikki xil funksional o'g'it turlarini olishga qaratilgan texnologiya yaratish imkonini berdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Гаспарян, И. Н., & Сорокин, К. Н. (2022). Проблемы производства гуминовых удобрений и их решения. *Агроинженерия*, 24(1), 23–27.
- [2] Роганов, В. Р., Касимова, Л. В., Телянова, А. В., & Елисеева, И. В. (2014). Исследование способов извлечения из низинного торфа гуминовых препаратов. *Современные проблемы науки и образования*, (6), 1411.
- [3] Вишнякова, А. А. (1986). Фосфорные удобрения из каратауских, гулиобских и других фосфоритов. Москва: Химия.
- [4] El-Banna, A. A., & Abd El-Rahman, S. H. (2018). Partial acidulation of phosphate rock and its agronomic effectiveness. *Journal of Plant Nutrition*, 41(12), 1547–1558.

- [5] Stevenson, F. J. (1994). Humic substances in soil, sediment, and water: Geochemistry, isolation, and characterization. New York: John Wiley & Sons.
- [6] Zhang, H., Wang, X., & Li, Y. (2023). The effective combination of humic acid and phosphate fertilizer on phosphorus availability and crop uptake. *Agronomy*, 13(6), Article 1581.
- [7] Kelessidis, A., & Stasinakis, A. S. (2012). Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. *Waste Management*, 32(6), 1186–1195.
- [8] Liu, R., & Zhao, D. (2019). Fulvic acid enhanced phosphorus availability and mobility in calcareous soils. *Soil Science Society of America Journal*, 83(2), 375–384.
- [9] Harrison, E. Z., Oakes, S. R., & Hysell, M. (2006). Organic chemicals in sewage sludges. *Science of the Total Environment*, 367(2–3), 481–497.
- [10] Rahman, M. M., & Tsukamoto, J. (2014). Chemical transformation of phosphorus during composting and acid treatment of organic wastes. *Bioresource Technology*, 168, 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.06.018>