







А.Е. Оразбаев\* , Ж.Қ. Әшірәлиева , Е.А. Киршибаев ,  
Д.А. Байсейтов , А. Б. Керимкулова , А.Д. Жигитбекова 

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: orazbaevadilkhan75@gmail.com

## ФОСФОГИПС ҮЙІНДІСІНІҢ ӘСЕРІНЕ ҰШЫРАҒАН ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Қазіргі таңда, Қазақстан Республикасында фосфор және фосфор тыңайтқыштары өндірісінің негізі Жамбыл облысындағы «Қазфосфат» ЖШС Минералды тыңайтқыштар зауытында шоғырланған.

Фосфатты шикізатты ыдырату процесінде түзілетін Фосфогипс минералды тыңайтқыштар зауытының үйінділерінде сақталу нәтижесінде, ондағы экожүйеге тигізетін кері әсерін зерттеу және антропогендік әсерге ұшыраған аймақтың өзін-өзі қалпына келу процесін зерттеу өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Біздің зерттеу жұмысының алға қойған мақсаты фосфогипс үйіндісінің кері әсеріне ұшыраған топырақ жамылғысын экологиялық бағалау және сол аймақтың қайта қалпына келу әлеуетіне баға беру болып табылады.

Зерттеу нәтижесінде алынған мәліметтерді болашақта фосфогипс қалдықтары жинақталған нысандарға мониторинг жүргізуге және зақымдалған топырақ жамылғыларын қайта қалпына келтіру жұмыстарына пайдалануға болады.

Зерттеу барысында химиялық, геоботаникалық және ландшафттық-экологиялық әдістер қолданылды.

Зерттелу аймағындағы топырақ үлгілердегі жалпы фосфордың мөлшерін сараптау оның барлық аймақтарда уыттылығының қауіпті емес екендігін көрсетті. Барлық алынған топырақ үлгілердегі мырыштың және мыстың жылжымалы мөлшері ШРК-дан аспағаны айқын көрініп тұр, ал кадмийдың концентрациясы алынған нүктелердің бәрінде де ШРК дан асатындығын және шығыстан басқа бағыттардың бәрінде орталықтан қашықтаған сайын мөлшерінің артатындығы көрсетті. Ал, біздің шартты түрде алынған импактты-буферлі-фондық аймақтардың топырақ және өсімдік жамылғысының өзін-өзі қалпына келу әлеуеті сәйкесінше өте төмен-төмен-қанағаттанарлық болып келеді.

**Түйін сөздер:** фосфогипс, сукцессия, түйіршіктелген қож, қайта қалпына келтіру.

A.E. Orazbayev\*, Zh.K. Ashiraliyeva, E.A. Kirshibaev, D.A. Baiseytov,  
A.B. Kerimkulova, A.D. Zhigitbekova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: orazbaevadilkhan75@gmail.com

### Ecological assessment of the soil cover exposed to phosphogypsum dumps

Nowadays, the basis of the production of phosphorous and phosphorous fertilizers in the Republic of Kazakhstan is concentrated at the mineral fertilizers plant of "Kazphosphate" LLP in Zhambyl region.

One of the current problems is the study of the negative impact on the ecosystem as a result of the storage of phosphogypsum in the landfills of the mineral fertilizers plant formed during the decomposition of phosphate raw materials, and the study of the self-healing process of an object exposed to anthropogenic impact.

The research purpose – ecological assessment of the soil cover exposed in phosphogypsum dumps and the assessment of reclamation potential of this object.

The data obtained as a result of the study can be used in the future to monitor objects where phosphogypsum residues have accumulated, and for restoration work of damaged soil coverings.

During the research were used chemical, geobotanical and landscape-ecological methods.

Analysis of the total phosphorus content in soil samples in the study area showed that its toxicity in all objects is not dangerous. It can be seen that the mobile content of zinc and copper in all the obtained soil samples did not exceed the maximum permissible concentration, and the concentration of cadmium in all the obtained points exceeded the maximum permissible concentration and in all other

directions except the east increased as it moved away from the center. The self-healing potential of the soil and vegetation cover, conditionally obtained by us, impact-buffer-background zones, respectively, very low-low-satisfactory.

**Key words:** phosphogyps, successions, granulated slag, recovery.

А.Е. Оразбаев\*, Ж.Қ. Әшірәлиева, Е.А. Киршибаев, Д.А. Байсейтов,

А. Б. Керимкулова, А.Д. Жигитбекова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: orazbaevadilkhan75@gmail.com

### **Экологическая оценка почвенного покрова, подверженного воздействию фосфогипсовых отвалов**

В настоящее время основа производства фосфорных и фосфорных удобрений в Республике Казахстан сосредоточена в Жамбылской области.

Одной из актуальных проблем является изучение негативного воздействия, оказываемого на экосистему в результате хранения фосфогипса в отвалах завода минеральных удобрений, образующихся в процессе разложения фосфатного сырья, и изучение процесса самовосстановления объекта, подверженного антропогенному воздействию.

Целью нашей исследовательской работы является экологическая оценка почвенного покрова, подвергнутого воздействию в отвалах фосфогипса, и оценка потенциала рекультивации этого объекта.

Полученные в результате исследования данные могут быть использованы в дальнейшем для мониторинга объектов, на которых накапливались остатки Фосфогипса, и для восстановительных работ поврежденных почвенных покрытий.

В ходе исследования были использованы химические, геоботанические и ландшафтно-экологические методы.

Анализ содержания общего фосфора в почвенных образцах в зоне исследования показал, что токсичность его во всех объектах не опасна. Видно, что подвижное содержание цинка и меди во всех полученных почвенных образцах не превышало ПДК, а концентрация кадмия во всех полученных точках превышала ПДК и во всех других направлениях, кроме востока увеличивалась по мере удаления от центра. А потенциал самовосстановления почвенного и растительного покрова условно полученных нами импактно-буферно-фоновых зон, соответственно, очень низок-низок-удовлетворителен.

**Ключевые слова:** фосфогипс, сукцессия, гранулированный шлак, рекультивация.

### **Кіріспе**

Қазақстан Республикасы табиғи ресурстарды игеруде, соның ішінде «Қазфосфат» ЖШС химия өнеркәсібінде жақсы жолға қойылған. Компанияның өнімдері бүкіл әлемде сұранысқа ие болуына байланысты минералды тыңайтқыштар өндірісі үздіксіз жүргізілуінен фосфогипс қалдық таулары түзілуде. Фосфогипстің жиналу мәселесі өте күрделі және оны кешенді түрде шешу қажет.

Фосфатты шикізатты ыдырату үдеріс кезінде фосфогипс қатты қалдықтары түзіледі және ол кәсіпорынның территориясында орналасқан үйінділерінде сақталады. Осы химия кәсіпорында – фосфогипстің көп мөлшерінің жинақталуы және 96 гектар алып жатқан аймақты қандай да бір түрде азайту мүмкін болмай тұр (Толешов А.К., Тургумбаева Х.Х., Лапшина И.З., Бейсекова Т.И., Абдуалиева Ж.У., Жанпеисова А.Ш., Жаржанова А.С., 2016: 380-388).

Тараз қаласында орналасқан «Қазфосфат» ЖШС филиалы, минералды тыңайтқыштар зауыты аумағында фосфор қышқылын өндіру кезінде алынатын қалдық өнім – фосфогипс – 10 миллион тоннадан астам жинақталған.

Зауыттың шаруашылық қызметі процесінде пайда болатын өндіріс қалдықтары арнайы дайындалған жобалық жинақтағыштарға орналастырылады.

Зауытының өндірістік қызметі кезеңінде түйіршіктелген қож – 6438031,436 тонна жинақтауыштарда орналастырылған.

Түйіршіктелген қож фосфоритті шикі құрамнан фосфор өндіру кезінде рудотермиялық пештерде сублимация әдісімен түзіледі. Түйіршіктелген қож цемент өндірісінде шихта компоненттері ретінде, автокөлік жолдарын, теміржолдарды және құрылыс жұмыстарының басқа түрлерін де тұтқырлығы үшін қолданылады (M. Singh, 2002: 1033-1038) СТ ЖШС 390838120141-006-2010 «Электротермофос-

форлы түйіршіктелген қож» стандартына сәйкес шығарылады. Түйіршіктелген қож – қауіпті емес

(қауіптілік классы -5 ). 1-кестеде түйіршіктелген қождың химиялық құрамы көрсетілген.

1-кесте – Түйіршіктелген қождың химиялық құрамы (%)

Элемент	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	F <sub>жалпы</sub>	S	Сульфаттар
%	1,425	0,464	27,558	20,00	2,453	40,592	2,070	0,262	0,262

Оның уыттылығын анықтайтын түйіршікті қождың негізгі компоненттері кальций (Кі = 0.11008), магний (Кі = 0.363) және кремний (Кі = 0.1879) қосылыстары болып табылады, ал алюминий (Кі = 0.01135), темір (Кі = 0.00214), фтор (Кі = 0.0066), күкірт (Кі = 0.0012), фосфор (Кі = 0.00057) қосылыстарының мөлшері аз болуына байланысты уытты болып табылмайды.

Түйіршіктелген қождың уыттылығының жиынтық индексі (Кс) әрбір компоненттің қауіпсіздік параметрлері негізінде алынған 0,68284 тоннаны құрайды, сондықтан осы өнім қауіптіліктің 5-классына (қауіпті емес) жатады (Программа по управлению отходами производства и потребления на 2013-2022 гг., 2013).

Қазіргі уақытта минералды тыңайтқыштар зауытында түйіршіктелген қождың үйіндісі астында 14,7 га бүлінген жер учаскесін қалпына келтіру жобасы әзірленген. Жобаға сәйкес техникалық кезең жыл сайын 160,0 мың тонна көлемінде түйіршіктелген қожды жөнелтуді қарастырады. Қалпына келтіру жобасын орындауда жыл сайын 100% тиіп-жөнелту жүргізіледі.

Жаңадан пайда болған түйіршіктелген қожды тұтынушылар 50% – ға дейін сатады, ал қалдық бөлігі ауданы 50,4 га түйіршіктелген қожға жаңа үйіндіге орналастыру үшін тасымалданады.

Табиғи шикізатты өнеркәсіптік өңдеу қалдықтарының үнемі толықтырылып отыратын үйінділері биоценоздардың тұрақты жұмыс істеуіне қауіп төндіретіндігі күмән келтірмейді.

Фосфогипс пайдаланудың негізгі бағыты ауылшаруашылық өндірісінде болуы керек: сортаң жерлерді химиялық мелиорациялауда, мал қалдықтарын кәдеге жарату үшін минералды органикалық тыңайтқыштарды өндіруде.

Фосфогипс ауыл шаруашылығында, құрылыста, целлюлоза-қағаз өнеркәсібінде кеңінен қолданылады (Каниськин М.А., Терехова В.Л.,

Яковлев Л.С., 2007: 48-51). Оның құрамында кальций, фосфор, күкірт сияқты маңызды өсімдік қоректік заттардың болуы фосфогипсті тыңайтқыш ретінде тартымды етеді. Фосфогипс сортаң кешендерде топырақ мелиорант ретінде де қолданылады (Каниськин М.А., Семенова Т.А., Терехова В.А., 2009: 37-43).

Алайда, негізгі компонентпен (гипспен) қатар тұрақты мырыш, мыс, кадмий және басқа (соның ішінде сирек кездесетін) элементтердің қосылыстары түріндегі қоспалардың көп мөлшері, сондай-ақ күкірт және фосфор қышқылдарының қалдықтары бар фосфогипс топырақтың экологиялық жағдайына әсері жеткілікті зерттелген жоқ (Yakimenko O., Izosimov A., Kanis'kin M., Terekhova V., 2011: 121).

Әдеби деректерді талдау нәтижелері, фосфогипс құрамында фосфор, кальций, күкірт және кремний сияқты маңызды қоректік заттардың, сондай-ақ микроэлементтердің үлкен санының болуымен қатар, қоспалар ретінде тұрақты стронций мен фтор қосылыстары бар, бұл топырақ құнарлылығына және экологиялық жағдайына кері әсер етуі мүмкін (Carvalho; Raij, 1997; Free et al., 1999; Lee et al., 2004; Al-Hwaiti et al., 2010; Hurtado et al., 2011 және т.б.). Топырақтың ластануы қоршаған ортаның тұрақты дамуы мен жұмыс істеуіне кедергі болуы мүмкін. Топырақ гетерогенді орта, көп деңгейлі жүйе ретінде көп функциялылығымен сипатталатын және химиялық ластаушы заттардың негізгі қоймасы болып табылатын жер асты сулары мен өсімдіктердің экологиялық жағдайының бұзылуының көзі болуы мүмкін, бұл адам мен жануарлар үшін жағымсыз салдарға әкеледі. Биогеоценоздардың және тұтастай алғанда биосфераның тұрақты өмір сүруін қамтамасыз ету үшін топырақ орындайтын экологиялық функциялардың ішінде педобионттардың әртүрлі түр-

лерінің қауымдастықтары мен жердегі экожүйелердің тұрғындарының тіршілік ету ортасын сақтау функциялары маңызды орын алады (Гельцер Ю., 1986; Добровольский Г., Никитин Е., 2000).

Зиянды әсерлерді экологиялық реттеудің заманауи тұжырымдамасы химиялық және биологиялық талдау әдістерінің үйлесуіне негізделген интегралды тәсілді жүзеге асыруды қамтиды. Қазіргі таңда табиғи ортаны экологиялық бағалаудағы биотикалық көрсеткіштерге ерекше мән беріледі.

Соңғы жылдары табиғи ортаны экологиялық бағалауда сукцессиялық процестерді зерттеу бұзылған экожүйелерді қалпына келтіру үшін маңызды. Рекультивация, шын мәнінде, қажетті нәтиже алу үшін сукцессияны манипуляциялау болып табылады. Әр түрлі жағдайларда қалпына келтіру жұмыстарына сукцессияның басталуы, оның үдеуі немесе баяулауы, сукцессияның қандай да бір имитациясы жатады. Екінші жағынан, рекультивация практикасы, оның жетістіктері немесе зақымданулары сукцессиялық модельдерін түзетуге, сукцессиялық теориясын сынауға мүмкіндік береді. Сукцессиялық теориясы рекультивацияның ең тиімді әдістерін, орны мен уақытын таңдауды қамтамасыз етуі керек. Жалпы алғанда, сукцессиялық қалпына келтіру тұрақты экожүйені қалыптастыруға бағытталған процестер (Prach K., Walker L.R., 2011: 119-123).

Зерттеудің мақсаты фосфогипс әсеріне ұшыраған топырақ жамылғысын экологиялық бағалау және қайта қалпына келтіру әдістерін қарастыру болып табылады. Зерттеу барысында келесі міндеттер қарастырылды: фосфогипс қалдықтарын орналастыру объектісіне іргелес аумақтың топырақтарының экологиялық жағдайын сипаттау және техногендік ландшафтардың өзін-өзі қалпына келу әлеуетін бағалау.

#### *Зерттеу аймағы*

«Қазфосфат» ЖШС, «Минералды тыңайтқыштар зауыты» Жамбыл облысы, Тараз қаласының солтүстік-батыс өндірістік аймағында орналасқан. Аумағы тегіс, теңіз деңгейінен орташа биіктігі 600 м. Ауданның сейсмикалығы

өте жоғары – 9 балл. Алаңның рельефі солтүстік-батыс бағытта айқын көлбеу. Геологиялық жағынан учаске аллювиальды-пролювийлік саздақтардан құралған, ірі түйіршікті топырақтар үшінші топқа жатады.

### **Зерттеу материалдары мен әдістері**

Зерттеулер табиғи жағдайда фосфогипс қалдықтарын көму алаңынан қашықтағы градиент бойында орналасқан сынақ алаңдарында топырақ үлгілері және топырақ жамылғысындағы доминантты өсімдік үлгілері алынды.

Зерттелу аймағындағы топырақ жамылғысынан үлгілер оңтүстік, солтүстік, батыс, шығыс бағыттарда 100 – 1500 метр аралықта алынғаны 1-суретте көрсетілген. Топырақ үлгілеріне Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институтында зерттеулер жүргізілді. Үлгілер МемСТ 17.4.4.02-84 «Табиғатты қорғау. Топырақтар. Сынама алу және сынамаларды химиялық, бактериологиялық, гельминтологиялық талдауға дайындау әдістері» талаптарына сәйкес жүргізілді.

Нүктелік үлгілер бір немесе бірнеше қабаттардан және полигондағы көлденең қималарынан конверттік әдіспен диагональ бойынша алынды, бұл ретте әрбір үлгі генетикалық горизонттардың немесе берілген топырақ типінің қабаттарының топырақ сипаттамасының бір бөлігі ретінде ескерілді.

Топырақ үлгілері Specord 210 PLUS, иономер И-160 МИ, жалынды фотометр FLAPHO-4, электронды таразы AR 2140, электронды таразы ScoutProSPS202 F атты құрылғы түрлерімен анықталды.

Далалық зерттеулер химиялық, геоботаникалық және ландшафттық-экологиялық әдістермен (сынақ алаңдары мен пішіндеу) орындалды. Өсімдіктердің сабақтастығын зерттеу үшін тұрақты сынақ алаңдарында қайталанатын геоботаникалық сипаттамалар және экологиялық – генетикалық қатарлар әдісі қолданылды. Сынақ алаңдарының көлемі – 25-100 м<sup>2</sup>.



1-сурет – Зерттелетін аумақтың схемалық картасы және сынақ алаңдарының орналасуы

### Зерттеу нәтижелері және талқылау

Зерттеулер барысында сынақ алаңдары үйінділерден әртүрлі қашықтықта, өсімдік жамылғысының жай-күйі бойынша ерекшеленеді, осыған сәйкес біз шартты түрде зерттеу аймағын “импактты” (1), “буферлік” (2) және “фондық” (3) деп үш аймаққа бөліп қарастырдық (М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева., 2003).

1. «импактты» – фосфогипс үйіндісінен 100 м қашықтықта орналасқан аумақ, топырақ жамылғысы ақшыл сұр, толық профильді. Өсімдіктерде *Artemisia annua* және *viriditas* басым.

2. «буферлі» – фосфогипс үйіндісінен 500 м қашықтықта орналасқан аумақ, топырақ жамылғысы орташа ашық сазды, сирек құмды сазды. Өсімдіктерде *Artemisia annua*, *viriditas* және *Plantago arenaria* басым.

3. «фондық» – фосфогипс үйіндісінен 1500 м қашықтықта орналасқан аумақ. Өсімдіктерде *Artemisia annua*, *viriditas* және *Chenopodium album* басым. Зерттелетін аумақтың орфографиясына байланысты өсімдіктерді шөлді жазықтар, төмен таулар, тау бөктері, таулы жерлер деп санауға болады. Бұл аймақтық өсімдіктердің белдеуі шөлді болғанымен, шөлді топырақ аймағының рельефінің абсолютті биіктігі әр түрлі бола-

тындығына байланысты. Ылғалдылық режиміне байланысты өсімдіктер де өзгертіндігі анық.

*Алынған топырақтардың химиялық сараптамасы.*

Топырақтың гранулометриялық құрамы – маңызды физикалық параметр, оның көлемі жөнінен әртүрлі түйіршік бөлшектерден тұратынын айтады. Топырақтың түйіршікті құрамында механикалық фракциялар неғұрлым көп болса, соғұрлым ол жақсырақ, бай және көп мөлшерде өсімдіктердің толық дамуына және олардың қоректенуі үшін қажетті әртүрлі минералды элементтерді қамтиды. Бұл қасиет құрылымның қалыптасу процестеріне әсер етеді.

2-кестеде алынған топырақ сынаманың гранулометриялық құрамы көрсетілген. Алынған топырақ сынаманың гранулометриялық құрамында 0,01 мм-ден аз бөлшектердің қосындысы – 23,119 % тең. Топырақ сортының негізгі атауы (топырақтың гранулометриялық құрамы) жеңіл саздақ. Гранулометриялық құрамға қосымша атауды механикалық элементтердің екі басым фракциялары береді: қиыршықтас (3-1 мм), ірі құм (1-0,5 мм), құмды (0,5-0,25 мм), ұсақ құм (0,25-0,05 мм), ірі шаңды (0,05-0,01 мм), шаңды (0,01-0,005 мм), ұсақ шаңды (0,005-0,001 мм), лайлы (<0,001 мм). Топырақ сорттың қосымша атауы – құмды.

**2-кесте** – Топырақтың гранулометриялық құрамы

Сынама орны	А.С.Н % Н <sub>2</sub> О	Абсолютті құрғақ топырақ фракциясының құрамы, %					
		Фракцияның өлшемдері, мм					
		Құм		Шаң			Лай
		1,0 -0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Шығыс 100м	1,90	32,323	42,935	1,622	0,406	8,923	13,790

Зерттелу аймақтарынан алынған топырақ үлгілерінде, оның фосфогипс қоспаларының әсерінен топырақ уыттылығының өзгеруінің ықтимал себептерін анықтау үшін жалпы

фосфордың, ауыр металлдардың (Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>) мөлшерін және рН мәндерінің мазмұнына талдау жүргізілді, оның нәтижелері 3, 4-кестелерде көрсетілген.

**3-кесте** – Топырақтағы жалпы фосфорды анықтау

№	Сынаманың бағыты	Сынаманың ұзақтығы, м	Жалпы фосфордың мөлшері, %
1	Оңтүстік	100	2,680
		300	1,900
		500	1,500
		1000	2,120
		1500	1,840
2	Солтүстік	100	0,760
		300	1,500
		500	2,000
		1000	0,480
		1500	1,500
3	Батыс	100	2,800
		300	1,680
		500	3,120
		1000	2,680
		1500	1,440
4	Шығыс	100	1,760
		300	1,760
		500	1,680
		1000	3,240
		1500	3,240

Алынған үлгілердегі жалпы фосфордың мөлшерін сараптау оның, барлық аймақтарда уыттылығының қауіпті емес екендігі анықталды, ал топырақтың рН мәні (9,31-9,50 аралықта) сілтілі ортаны көрсетті. Барлық алынған үлгілердегі мырыштың және

мыстың жылжымалы мөлшері ШРК-дан аспағаны айқын көрініп тұр, ал кадмийдың концентрациясы алынған нүктелердің бәрінде де ШРК-дан асатындығын және шығыстан басқа бағыттардың бәрінде орталықтан қашықтаған сайын мөлшерінің артатындығы байқалды.

## 4-кесте – Топырақтың рН мәні және химиялық сапасының кейбір көрсеткіштері

№	Сынама орны	Микроэлементтердің жылжымалы формасы, мг /кг			рН мәні
		Zn	Cu	Cd	
1	Оңтүстік 100м	3,15	0,50	0,30	9,30
2	Оңтүстік 500м	3,10	0,65	0,35	9,35
3	Оңтүстік 1500м	3,20	0,50	0,40	9,38
4	Солтүстік 100м	3,30	1,25	0,40	9,40
5	Солтүстік 500м	3,50	1,30	0,50	9,45
6	Солтүстік 1500м	3,35	1,20	0,60	9,50
7	Шығыс 100м	3,20	0,70	0,70	9,31
8	Шығыс 500м	2,60	1,20	0,70	9,50
9	Шығыс 1500м	3,10	0,60	0,40	9,42
10	Батыс 100м	3,50	1,10	0,30	9,35
11	Батыс 500м	3,30	0,90	0,60	9,40
12	Батыс 1500м	3,70	0,80	0,80	9,46
ШРК		55,0 мг/кг	33,0 мг/кг	0,5 мг/кг	

*Фосфогипс үйінділеріндегі сукцессия.*

Бұзылған ландшафттарды қалпына келтіру үшін өсімдіктердің өздігінен сукцессиялығын қолдану қалпына келтірудің сукцессиялық әдісі деп аталады. Сукцессиялық тәсіл бұзылған ландшафттарын қалпына келтіру үшін перспективалы әдіс болып табылады, өйткені ол өсімдік жамылғысын қалпына келтіруге мүмкіндік береді, белгіленген шығындарсыз өздігінен өмір сүруге және дамуға қабілетті болып келеді (В.А. Черникова, А.И. Чекереса, М. Колос, 2000: 536).

Авторлармен техногендік нысандардағы сабақтастық процестерді зерттеу жұмыстары Тараз қаласының солтүстік – батыс өндірістік аймағында 2018-2021 жж. жүргізілді. Қалпына келтіру сабақтастығын сипаттайтын маңызды көрсеткіштер:

- абиогендік кезеңнің ұзақтығы (субстрат пайда болған сәттен бастап Пионер топтарының пайда болуына дейінгі уақыт);
- бастапқы сатылардың ұзақтығы (Пионер сатысының ұзақтығы);
- Пионер кезеңіндегі өсімдіктердің жалпы проективтік жабыны;
- Пионер сатысындағы қауымдастықтардың түрлерінің байлығы;
- Өсімдік түрлерінің табиғи жаңаруының пайда болу уақыты, құрамы және саны (Гусев А.П., 2012а: 231-23).

Абиогендік кезеңнің ұзақтығы эрозия процестерінің даму қауіпін және минералды тамақтану элементтерінің қорларын жоғалтуды анықтайды. Пионер кезеңіндегі жалпы проективтік жабын өсімдіктердің минералды қоректену элементтерінің жоғалуын болдырмау қабілетін көрсетеді, оларды фитомассада жинақтайды (проективтік жабын неғұрлым көп болса, фито – масса да соғұрлым көп элементтер өсімдік жамылғысына бекітіледі). Өсімдіктердің ерте кезеңдерінде төмен проекциялық жамылғы су мен жел эрозиясының белсенді ағынына және онымен байланысты минералды қоректенуге, органикалық заттардың жойылуына және гумустың көкжиек қабатының бұзылуына ықпал етеді. Қалпына келтіру сукцессиясындағы абиогендік және пионерлік кезеңдер неғұрлым жылдамдық болса, соғұрлым бөлме өсімдіктерінің түзілуі тезірек жүреді, экотоптың деградация қаупі азаяды және оның қалпына келу ықтималдығы соғұрлым жоғары болады (Гусев А.П. 2012б, 231-23).

Зерттеу нәтижелерін сараптау, импактты – буферлі – фондық аймақтарына қарай онда өсімдіктер қауымдастығының пионер кезеңі төмендейді, өсімдіктердің түр байлығы және тән өсімдіктер түрлерінің артатындығы 5-кестеде көрсетілген.

**5-кесте** – Техногендік аймақтардағы сукцессияның қалпына келу көрсеткіштері

Көрсеткіш	«импакты»	«буферлі»	«фондық»
Пионер кезеңінің ұзақтығы, жыл	5-10	3-5	1-2
Түр байлығы, 100 м <sup>2</sup>	0-1	1-5	5-17
Тән өсімдіктер түрлері	Artemisia annua	Artemisia annua, viriditas, Plantago arenaria	Artemisia annua, viriditas, Chenopodium album

Тараз қаласының солтүстік – батыс өндірістік аймақтарындағы техногендік нысандарға жүргізілген зерттеулер негізінде шартты түрде таңдап алынған аймақтарда өсімдіктердің өзін-өзі қалпына келтіру әлеуетін бағалау төмендегі кестеде көрсетілген (6-кесте):

1) «импакты» аймақ – өте төмен (қалпына келтіру үшін техникалық және биологиялық рекультивация жүргізу қажет);

2) «буферлі» аймақ – төмен (қалпына келтіру негізінен биологиялық қалпына келтіруді талап етеді);

3) «фондық» аймақ – қанағаттанарлық (бастапқы кезеңде сабақтастықты жандандыру арқылы қалпына келтіру мүмкін).

**6-кесте** – Техногендік ландшафттардағы өсімдіктердің өздігінен қалпына келу әлеуетін бағалау шкаласы

Көрсеткіш	Әлеуетін бағалау			
	Өте төмен	төмен	қанағаттанарлық	жоғары
Пионер кезеңінің ұзақтығы, жыл	>10	5-10	2-5	<2
Пионер сатысындағы ағаш өскіндерінің саны, мың дана/га	0	<0.5	0.5-2	>2
Пионер сатысындағы өсімдіктердің жобалық жамылғысы, %	<10	10-50	50-70	>70
Ағаштардың пайда болу уақыты, жыл	10-20	5-10	2-5	1

6-кестеде көрсетілгендей шартты түрде алынған импакты-буферлі-фондық аймақтар, сәйкесінше: өте төмен-төмен-қанағаттанарлық болып келеді.

Өзін-өзі қалпына келтірудің қанағаттанарлық және жоғары әлеуеті болған жағдайда сабақтастық әдісін оларды қалпына келтіру және ландшафттарды қалпына келтіру үшін тиімді пайдалануға болады.

**Қорытынды**

Минералды тыңайтқыштар зауытында түйіршіктелген қож жинақталған нысандарға жүргізілген зерттеу нәтижелерін сараптау ондағы топырақ жамылғысының жеңіл саздақ және гранулометриялық құрамға қосымша атауды механикалық элементтердің екі басым фракциялары береді: қиыршықтас (3-1 мм), ірі құм (1-0,5 мм), құмды (0,5-0,25 мм), ұсақ құм

(0,25-0,05 мм), ірі шаңды (0,05-0,01 мм), шаңды (0,01-0,005 мм), ұсақ шаңды (0,005-0,001 мм), лайлы (<0,001 мм). Топырақтың қосымша атауы – құмды болып табылады.

Алынған үлгілердегі жалпы фосфор мөлшері бойынша барлық аймақтарда уыттылығының қауіпті емес екендігін көрсетті, сондай-ақ барлық алынған үлгілердегі мырыштың және мыстың жылжымалы мөлшері ШРК-дан төмен, ал кадмийдың концентрациясы алынған нүктелердің бәрінде де ШРК-дан асатындығын және шығыстан басқа бағыттардың бәрінде орталықтан қашықтаған сайын мөлшерінің артатындығы анықталды.

Тараз қаласының солтүстік – батыс өндірістік аймақтарындағы техногендік нысандарға жүргізілген зерттеулер негізінде шартты түрде таңдап алынған аймақтарда негізінен біржылдық жусан және арамшөп басым екендігі анықталды және өзін-өзі қалпына келтіру әлеуеті алынған



аймақтарға байланысты келесі нәтижелерді көрсетті:

– «импактты» аймақ – өте төмен (қалпына келтіру үшін техникалық және биологиялық рекультивация жүргізу қажет);

– «буферлі» аймақ – төмен (қалпына келтіру негізінен биологиялық қалпына келтіруді талап етеді);

– «фондық» аймақ – қанағаттанарлық (бастапқы кезеңде сабақтастықты жандандыру арқылы қалпына келтіру мүмкін);

Техногенді аймақтағы топырақ-өсімдік жамылғысының өзін-өзі қалпына келтіру үшін техникалық және биологиялық рекультивация жүргізу қажеттілігі туындап отыр, топырақ жамылғысындағы ауыр металдардың артық мөлшерінен гипераккумулятор өсімдіктерінің көмегімен шешуге болады.

#### Әдебиеттер

Al-Hwaiti M.S., Ross P.E., Ranville J.F. Bioavailability and mobility of trace metals in phosphogypsum from Aqaba and Es-hidiya, Jordan // *Chemie der Erde*.- 2010. №70. P. 283-291.

Carvalho M.C.S., van Raij B. Calcium sulphate, phosphogypsum. And calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth// *Planf Soil*.- 1997.- №192.- P: 37-48.

Erayzer, L.M.; Smalii, M.I.; Horniev, V.O.; Udovenko, O.H. A Method for the Complex Reprocessing Phosphogypsum into Fertilizers, 2006.

Free M.E., Moudgil M.B., Zhu J.S. The effect of PE0 and organic, sulfonates in enhancing phosphogypsum filtration // *Int; J. Miner.. Process*; -1999. – №57.-P:25-42.

Freitas B J 1992 Disposal of phosphogypsum and its environmental impact. In *Seminário sobre o uso de gesso na agricultura* 2. pp 325-339.

Hurtado M.D., Enamorado S.M., Andreu L., Delgado A., Abril J-M. Drain flow and related salt losses as affected by phosphogypsum amendment in reclaimed marsh soils from SW Spain// *Geoderma*. -2011.- №161. P. 43-49.

Lee J. Y., Lee K. K., Kim Y. C., Yi M. J., Hydrogeological investigations and discharge control of a nutrient-rich acidic solution from a coastal phosphogyp-sum stack at Yecheon, Korea // *Water, Air, and Soil Pollution*. 2004. -№151. P. 143-164.

Makarova A., Nikulina E., Avdeenkova T., Pishaeva K. The Improved Phytoextraction of Heavy Metals and the Growth of *Trifolium repens* L.: The Role of Plant Growth Regulators Alone and in Combination, *Sustainability* 2021, 13(5), 2432; <https://doi.org/10.3390/su13052432>.

Prach K., Walker L.R. Four opportunities for studies of ecological succession // *Trends in Ecology and Evolution*. 2011. Vol. 26. №3. P.119-123.

Singh M., Treating waste phosphogypsum for cement and plaster manufacture, *Cement and Concrete Research*, vol.32, issue.7, pp.1033-1038, 2002.

Walker L.R., del Moral R. Lessons from primary succession for restoration of severely damaged habitats // *Applied Vegetation Science*. 2008. Vol. 12. P. 55–67.

Yakimenko O., Izosimov A., Terekhova V., Kanis'kin M. Detoxifying action of humates towards phosphogypsum. II SETAC Europe: Ecosystem Protection in a Sustainable World: a Challenge for Science and Regulation, SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry. 2011. P. 121.

Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие. 2003.- С. 268.

Гелцер Ю.Г. Биологическая диагностика почв. М.: Изд-во МГУ. -1986. –С.80.

Гусев А.П. Особенности сукцессий растительности в ландшафтах, нарушенных деятельностью человека. №2. – 2012. – С. 231-23.

Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: функционально-экологический подход. М.: Наука. – 2000.- С.185.

Канискин М.А., Яковлев Л.С., Терехова В.Л. Контроль гуматной детоксикации отходов фосфогипса методами биотестирования // *Экология и промышленность России*. №8. – 2007. – С. 48-51.

Канискин М.А., Семенова Т.А., Терехова В.А. Изменения микобиоты почв под влиянием фосфогипса // *Микология и фитопатология*. №4. – 2009. – С. 37-43.

Лапшина И.З., Тургумбаева Х.Х., Бейсекова Т.И., А.Ж. Абильдаева, Иканова М.С., Лапшин Е.В., Шанбаев М.Ж. Физико-химические свойства фосфогипса, размещенного на отвале Жамбылского завода минеральных удобрений ТОО «Казфосфат». *Журнал Промышленность Казахстана*. – №5. – 2012. – С.56-58.

Программа по управлению отходами производства и потребления на 2013-2022 гг., 2013. С 12.

Толешов А.К., Лапшина И.З., Тургумбаева Х.Х., Бейсекова Т.И., Абдуалиева Ж.У., Жаржанова А.С., Жанпейсова А.Ш., Экологическая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в зоне размещения отвалов завода минеральных удобрений ТОО «Казфосфат». – 2016. – С. 380-388.

## References

- Al-Hwaiti M.S., Ranville J.F., Ross P.E. (2010) Bioavailability and mobility of trace metals in phosphogypsum from Aqaba and Eshidiya, Jordan // *Chemie der Erde*. No.70. P. 283-291.
- Carvalho M.C.S., van Raij B. (1997) Calcium sulphate, phosphogypsum. And calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth// *Planf Soil*. No.192. P.37-48.
- Dobrovol'skij G.V., Nikitin E.D. (2000) Sohranenie pochv kak nezamenimogo komponenta biosfery: funkcional'no-jekologicheskij podhod [Preservation of soils as an indispensable component of the biosphere: a functional-ecological approach]. -P.185
- Erayzer, L.M., Udovenko, O.H.; Smalii, M.I.; Horniev V.O., (2006) A Method for the Complex Reprocessing Phosphogypsum into Fertilizers.
- Free M.E., Zhu J.S., Moudgil M.B. (1999) The effect of PE0 and organic, sulfonates in enhancing phosphogypsum filtration // *Int; J. Miner. Process*; No.57. P.25-42.
- Freitas B. J. (1992) Disposal of phosphogypsum and its environmental impact.In *Seminário sobre o uso de gesso na agricultura* 2. P. 325-339.
- Gel'cer Ju.G. (1986) *Biologicheskaja dyagnostika pochv* [Byological diagnostics of soils. M.: Publishing House of Moscow State University]. – P.80
- Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokofiev T.V.. *Anthropogenic soils: genesis, geography, reclamation. Study guide..* 2003.- p. 268.
- Gusev A.P. (2012) Osobennosty sukcessy rastitel'nosti v landshaftah, narushennyh dejatel'nost'ju cheloveka [Features of vegetation successions in landscapes disturbed by human activity]. No.2. – P. 231-23.
- Hurtado M.D., Enamorado S.M., Andreu L., Delgado A., Abril J-M. (2011) Drain flow and related salt losses as affected by phosphogypsum amendment in reclaimed marsh soils from SW Spain// *Geoderma*. No.161. P. 43-49.
- Kanis'kin M.A., Terehova V.L., Jakovlev L.S. (2007) Kontrol' gumatnoj detoksikacii othodov fosfogipsa metodami biotestirovaniya [Control of humate detoxification of phosphogypsum wastes by biotesting methods] // *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. No.8. – P. 48-51.
- Kanis'kin M.A., Semenova T.A., Terehova V.A. (2009) Izmeneniya mikrobioty pochv pod vlijaniem fosfogipsa [Changes in soil mycobiota under the influence of phosphogypsum] // *Mikologija i fitopatologija*. No.4. – P. 37-43.
- Lapshina I.Z., Turgumbaeva H.H., Bejsekova T.I., A.Zh. Abil'daeva, Ikanova M.S., Lapshin E.V., Shanbaev M.Zh. (2012) Fiziko-himicheskie svoystva fosfogipsa, razmeshhennogo na otvale Zhambylskogo zavoda mineral'nyh udobrenij TOO «Kazfosfat» [Physicochemical properties of phosphogypsum placed on the dump of the Zhambyl mineral fertilizer plant Kazphosphate LLP]. *Zhurnal Promyshlennost' Kazahstana*. No.5. – P.56-58.
- Lee J. Y., Kim Y. C, Yi M. J., Lee K. K. (2004) Hydrogeological investigations and discharge control of a nutrient-rich acidic solution from a coastal phosphogyp-sum stack at Yecheon, Korea // *Water, Air, and Soil Pollution*. No.151. P. 143-164.
- Makarova A., Nikulina E., Avdeenkova T., Pishaeva K. The Improved Phytoextraction of Heavy Metals and the Growth of *Trifolium repens* L.: The Role of Plant Growth Regulators Alone and in Combination, *Sustainability* (Q2), *Sustainability* 2021, 13(5), 2432; <https://doi.org/10.3390/su13052432>.
- Prach K., Walker L.R. (2011) Four opportunities for studies of ecological succession // *Trends in Ecology and Evolution*. vol.26. No.3. P.119-123.
- Programma po upravleniu othodami proyzvodstva i potreblenya na 2013-2022 gg. 2013. P. 12
- Singh M. Treating waste phosphogypsum for cement and plaster manufacture, *Cement and Concrete Research*, vol.32, issue.7, P.1033-1038.
- Toleshov A.K., Turgumbayeva H.H., Beisekova T.I., Lapshyna I.Z., Abdulyeva Zh.U., Zharjanova A.S. Zhanpeysova A.Sh., (2016) *Ekologicheskaya ocenka urovnya zagryazneniya atmosernogo vozduha v zone razmeshheniya otvalov zavoda myneral'nyh udobreniy TOO «Kazfosfat»* [Environmental assessment of the level of air pollution in the area of dumps of the mineral fertilizer plant “Kazphosphate” LLP]. – P. 380-388.
- Walker L.R., del Moral R. (2008) Lessons from primary succession for restoration of severely damaged habitats // *Applied Vegetation Science*. vol.12. P. 55–67.
- Yakymenko O., Izosymov A., Kanis'kin M., Terekhova V. (2011) Detoxifying action of humates towards phosphogypsum. II SETAC Europe: Ecosystem Protection in a Sustainable World: a Challenge for Science and Regulation, SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry. P. 121.