Өмүргазиева Ч.М., Акматцияева Р.Ж.

ОРЛОВКА-БООРДУ РАДИОАКТИВДҮҮ КАЛДЫКТАР САКТАГЫЧЫ ЖАЙГАШКАН АЙМАКТЫН ООР МЕТАЛЛДАР МЕНЕН БУЛГАНУУСУНУН ТОПУРАК МИКРООРГАНИЗМДЕРИНЕ ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

УДК: 576.80

Аннотация: *Орловка шаарчасындагы Боорду радиоактивдик калдыктар сактагычы жайгашкан зонанын изилденген топурактарындагы оор металлдардын (Pb, Cu, Ni, Cr, Zn, Co) фондон 11; 14; 18 эсеге жогорку концентрацияда кармалышы микроорганизмдердин белгилүү экологиялык-трофикалык топторунун катуу өзгөрүүлөрүнө алып келгенин көрсөттү.*

Негизги сөздөр: *топурактын булгануусу, оор металлдар, радиоактивдик калдык сактагычтар, топурак микроорганизмдери.*

Аннотация: *В исследованных почвах в зоне загрязнения Бурдинского радиоактивного хвостохранилище тяжелые металлы (Pb, Cu, Ni, Cr, Zn, Co) в концентрациях 11, 14, 18 раз превышающих фоновые, вызывали сильные изменения у определенных эколого-трофических групп микроорганизмов.*

Ключевые слова: *загрязнения почв, тяжелые металлы, радиоактивные хвостохранилища, почвенные микроорганизмы.*

Айлана-чөйрөнү техногендик булгануудан коргоо, азыркы учурда дүйнөлүк термоядролук согушту токтотуу маселесинен кем эмес өтө курч мааниге ээ болууда. Мында, өнөр жайлык булгануудан топуракты коргоо өзгөчө орунду ээлейт [1,3]. Топуракка келип түшкөн булгандыруучулардын ичинен абдан коркунучтуусу болуп **оор металлдар** эсептелинет.

Кыргызстандын көптөгөн аймактарынын экологиялык абалы тоо-кен тармактарынын иш-аракеттеринен кийин оор абалда турат. Алардын оор металлдар менен булганышы интенсивдүү жана масштабдуу жүрүүдө. Мындай аймактардын тизмесине Орловка тоо-кен комбинаты жана ага жакын радиоактивдүү калдыктар көмүлгөн тилкелер кирет. Боорду руднигинин иш-аракетининен тоо отвалдарында 32 млн.м^3 жана Боорду калдыктар сактагычына 5 млн.м^3 ашык көлөмдөгү бош породалар сакталган. Ал эми ошол таштандыларда коргошун, цинк, кадмий, цирконий, торий жана сейрек кездешүүчү металлдардын калдыктарынын кармалышы чектелген концентрациядан (ПДК) ондогон жана андан да бир нече эсе жогору экендигин белгилешүүдө [3, 9]. Топуракта жана абада оор металлдардын топтолушу тирүү жандыктардын бардык деңгээлдеринин тиричилиги үчүн абдан кооптуу экендиги белгилүү.

Топурак микроорганизмдери антропогендик таасирлерге жогорку сезгичтиги жана металлтолеранттуулугу, аларды айлана-чөйрөнүн абалын, өзгөчө кооптуу кесепеттерин, топурактардын техногендик деградацияларын эрте баалоодо жана индикациялоодо биотестирлөө жүргүзүү

үчүн, эң маанилүүсү – **биоремедиациялоодо (биочистка)** колдонууга болоорун изилдөөчүлөр белгилешүүдө.

Акыркы убакта биотага поллютанттардын антропогендик таасирлеринин жалпы закон ченемдүүлүктөрүн аныктоодо ыңгайлуу тест-объект катарында микроорганизмдердин ролу өзгөчө өстү.

Изилдөөнүн максаты – Орловка-Боорду радиоактивдик калдыктар сактагычы жайгашкан зонанын топурактарындагы микроорганизмдердин булганууга болгон реакцияларын изилдөө.

Изилдөөнүн объектиси жана методдору.

Изилдөөнүн объектиси – Орловка шаарчасындагы (Кемин району) Орловка тоо-кен комбинатынын Боорду радиоактивдүү калдыктар сактагычы жайгашкан (50 жылга чукул сакталууда) райондон алынган тоо-түздүктүү ачык-күрөң типтеги топурак үлгүлөрү болду.

Топурак үлгүлөрү калдык сакталуучу жайдан 200м, 1, 3, 5 жана 50 км алыс аралыктарда квадраттык-конверт методун колдонуу менен 0-25см терендикте, 5-7 жекече топурак үлгүлөрү райондогу шамалдын багытына ылайыкталып алынды. Контролдук үлгүлөр ачык-күрөң типтеги геологиялык мүнөзү, климаты бирдей болгон экосистемадан, калдык сакталуучу жайдан 50км алыс аралыкта (п. Гидростроитель) алынды. Жалпысынан 35 топурак үлгүлөрү изилденди.

Боорду радиоактивдүү калдыктар сактагычы жайгашкан зонанын топурактарындагы оор металлдардын санын изилдөө спектралдык методдун жардамы менен Кыргыз Республикасынын Мамлекеттик геологиялык агенттигинин Борбордук атомдук спектроскопия лабораториясынын базасында жүргүзүлдү.

Топуракты алуу жана алынып келинген топурак үлгүлөрүнө микробиологиялык изилдөөлөр Д.Г.Звягинцевдин (1997) жана классикалык, ошондой эле заманбап микробиологиялык, экологиялык, биохимиялык жана биотехнологиялык [2; 4; 5; 6; 11; 13] методдорго ылайык жүргүзүлдү.

Топурак үлгүлөрүнө микробиологиялык анализ Кыргыз улуттук университетинин биология факультетиндеги микробиология лабораториясында жүргүзүлдү.

Булганган жана контролдук топурактардагы микроорганизмдердин саны, ар кандай экологиялык-трофикалык жана токсономиялык топтору азык чөйрөлөрүнө себүү методун [5; 6]колдонуу менен аныкталды.

Тиричиликке жөндөмдүү микроорганизмдердин саны 1 грамм топурактагы колония пайда кылуучу бирдиктер (КПБ) менен өлчөндү.

Аэробдук жана хемоорганотрофтук бактериялардын КПБ сандык жана сапаттык көп түрдүүлүгү – эт пептон агарында (ЭПА), актиномицеттер – крахмал-аммиактуу агарда (КАА) [2], азотфиксирлөөчү бактериялар – агарлуу азотсуз чөйрөдө, азотобактер – Эшби чөйрөсүнө топурак үймөкчөлөрүн коюу методун колдонуу менен, Чапек жана Сабуро азыктык чөйрөлөрүндө – козу карындар [4; 6; 13] аныкталды.

Изилдөөнүн жыйынтыктарын талкуулоо.

Комбинаттын таштандылары менен булганган калдык сактагыч жайгашкан зонанын топурактарында булгануунун тынымсыз таасиринен контролдук үлгүлөргө салыштырмалуу металлдардын кармалышынын кескин жогорулагандыгы байкалат (1-табл.). Орловка-Боорду калдык сактагычынан 200м аралыкта алынган топурак үлгүлөрүндө **Cu** -кармалышы чектелген концентрациядан (орусча-ПДК) – 16,6 эсе, 1-3 км алыстыкта -13,3 эсе, 5 км алыстыкта-16,6 эсе, контролдо 13,3 эсе жогору экендиги аныкталды. **Ni** – булгануу булагынан 200м жана 1км алыстыкта - 17,5 эсе, 3км алыстыкта - 12,5 эсе жогору. **Co** - калдык сактагычтан 200м - 18 эсе, 1-3-5км алыстыктарда - 1,4 эсе жогору. **Pb** – калдык сактагычтан 200м алыстыкта нормадан - 4,6 эсе, 3 км - 9,3 эсе , контролдук үлгүдө - 1,2 эсе жогору экендиги белгиленди. **Zn -** булгануу булагынан 200м алыстыкта нормадан – 3,9 эсе, 1-3км алыстыктарда - 1,3 эсе, 5 км - 2,1 эсе, контролдо - 1,7 эсе жогору. Ал эми, **Cr -** булгануу булагынан 1-3км - 11,6 эсе, 5 км алыстыктарда - 8,3 эсе жогору экендиги аныкталды.

1-таблица

Боорду калдык сактагычы жайгашкан аймактын топурактарында химиялык элементтердин кармалышы (спектралдык анализдин жыйынтыгы, 2010-2015-жылдары).

Топурак үлгүлөрү	***мг/кг топуракта***

алынган жерлер	Ni	Co	Cr	Cu	Pb	Zn	Zr	Sn	Yb	Y	Mn
Боорду калдык сактагычынан **200м алыстыкта**	70	9	70	50	150	90	1500	40	12	120	120
Калдык сактагычтан **1км алыстыкта**	70	7	70	40	40	30	700	2	3	30	70
Калдык сактагычтан **3км алыстыкта**	50	7	70	40	300	30	300	3	3	30	70
Калдык сактагычтан **5км алыстыкта**	70	7	50	50	40	50	500	3	4	40	70
Контроль (**50км**) п. Гидростроитель	70	12	90	40	40	40	900	3	4	40	90

Топуракта оор металлдардын чектелген концентрацияларын (ЧК) иштеп чыгууга арналган изилдөөлөрдө, микроорганизмдердин санын 50% га азайтуучу концентрация ушул элементтердин таасир эткен концентрациясы катарында кароо кабыл алынган. Биз микробиологиялык критерийге ылайык, оор металлдардын уулуулугун баалоо үчүн кээ бир топурак микроорганизмдеринин ар кандай экологиялык-азыктык топторунун ***составы жана санынын*** *өзгөрүүлөрүн колдондук.*

Оор металлдар топурак микробиотасына олуттуу таасир этээри жөнүндө бир катар [7; 8; 9] окумуштуулардын иштеринде белгиленген Орловка-Боорду радиоактивдик калдык сактагыч жайгашкан зонанын топурактарына жүргүзүлгөн **микробиологиялык изилдөөлөр** көрсөткөндөй, **өзгөчө булгануу булагынан** 200м, 1, 3км алыс аралыктардан алынган топурак үлгүлөрүндөгү бактериялардын бардык трофикалык топторунун саны контролдук жана 5км алыс аралыктарда алынган топурак үлгүлөрүнө караганда абдан азайган б.а. хемоорганотрофтук бактериялардын, актиномицеттердин кээ бир түрлөрүнүн жок болуп кеткендиги байкалды жана *Azotobacter* тукумуна кирген бактериялардын начар өнүккөн колониялары бөлүндү.

Азотобактер айлана чөйрөнүн реакциясына өтө сезгич келет. Анын өсүшү үчүн оптималдуу рН-7,2-8,2 болуп эсептелет. Азотобактердин өнүгүүсүндө топурактын нымдуулугу чоң таасир тийгизет. Азотобактердин клеткаларынын осмостук басымы актиномицеттердин, микромицеттердин клеткаларына караганда аз болот, топурактагы азотобактердин нымдуулукту көп талап кылганына байланыштуу булардын түпкү теги, деңиз азотобактерлери менен чогуу болушу мүмкүн деген божомолдор бар. Ал тургай, төмөнкү температураны да жакшы көтөрөөрү белгилүү, ошондуктан кышында да түндүктө азотобактерлердин санынын азайышы байкалбайт.

Azotobacter тукумуна кирген бактериялар оор металлдардын булгануусуна өтө сезгич биоиндикатор организм катары [12] белгиленген. Ал эми, бул жолку изилдөөлөрдүн жыйынтыгы, Орловка-Боорду калдык сактагычы жайгашкан зонанын топурактарынын радиоактивдик жана оор металлдар менен булгануусуна өтө сезгич микроорганизмдер катары биринчи орунда - актиномицеттер, андан кийин хемоорганотрофтук бактериялардын айрым түрлөрү жана орточо сезгичтикти азотобактерлер көрсөттү.

Булгануу деңгээли жогору болгон калдык сактагычтан 200м, 1км, 3км алыс аралыктардын каралган топурактарында да азатобактерлердин өсүүсү байкалган, бирок мында азотту фиксирлөөчү бактериялардын культуралдык-морфологиялык белгилери боюнча өтө начар өнүккөн культураларынын өсүүсү белгиленди. Ал эми булгануу деңгээли төмөнүрөөк болгон *5км* алыс аралыктан алынган топурактардан азотобактерлердин саны – 92,5% (контролго жакын санды) көрсөттү.

Боорду калдык сактагычынан 5км алыс аралыкта микроорганизмдердин ичинен микромицеттердин, андан кийин хемоооганотрофтук бактериялардын санынын көбөйгөндүгү байкалат, бирок актиномицеттердин саны бары бир аз санда кездешкени 1-диаграммадан (б) көрүнүп турат.

Ошентип, Орловка комбинатына жакын жайгашкан Боорду калдык сактагычынын тегерегинен алынган 200м, 1км алынган топурак үлгүлөрүндө Pb кармалышы чектелген концентрациядан – 6,9 ; Ni -17,5; Cr – 11,6; Co - 1,6; Zn - 2,6; Cu - 14,9 эсеге жогорку концентрациясында бактериялардын суммалык саны 1грамм топуракта $1,6*10^3$ жана $4,6*10^3$ КПБ түздү, ал эми калдык сактагычтан

3км алыс аралыкта алынган топурактарда дагы бактериялар өтө аз санды, башкача айтканда $5*10^3$ КПБ түздү. Бактериялардын $19.0*10^3$ КПБ барабар болгон максималдык саны булгануу булагынан 50км алыстыкта (контролдук) алынган топурак үлгүлөрүнөн бөлүндү (диагр. 1а, б, в).

(а) (б) (в)

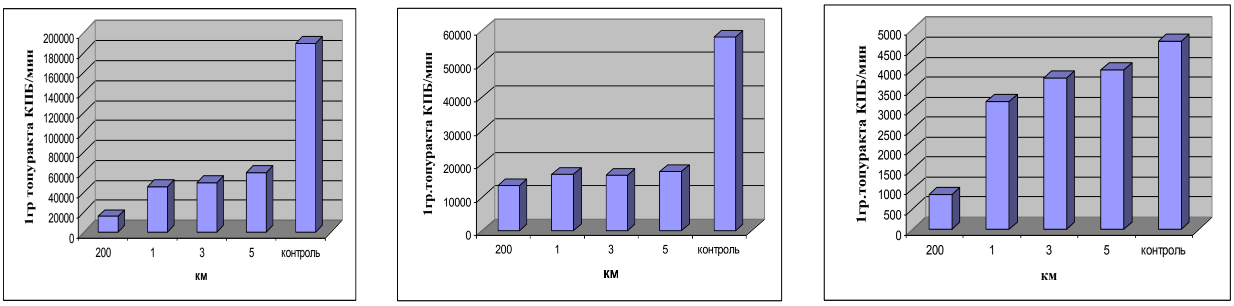

Диаграмма 1. "Боорду" радиоактивдик калдыктар сактагычы жайгашкан зонадан ар кандай алыстыкта алынган топурактардагы (а) *хемоорганотрофтук бактериялардын актиномицеттердин (б), микромицеттердин (в) санынын* өзгөрүшү.

Эт пептон агарына (ЭПА) өсүп чыккан **хемоорганотрофтук бактериялардын саны** калдык сактагычтан 200, 1км алыс аралыктарда өтө аз экендиги бир нече жолу кайталап жүргүзүлгөн эксперименттин негизинде анык болду. Мында хемоорганотрофтук бактериялардын 2 гана түрү, тактап айтканда, спора пайда кылбоочу, грамм (-) *Pseudomonas* уруусуна кирген бактериялар жана *Bacillus* уруусундагы бактериялар кездешти.

Булгануу булагынан 1 жана 3км алыс аралыктарда алынган топурак үлгүлөрүнөн дагы бактериялардын 2ден ашык эмес түрү, ал эми булгануу булагынан (5км) алысыраак аралыктардан баштап хемооорганотрофтук бактериялардын 2-3төн ашык түрү бөлүнгөн.

Микромицеттердин саны Боорду калдык сактагычынан 200м, 1, 3км алыс аралыкта алынган топурак үлгүлөрүндө дагы, контролго жана 5км алыс аралыктардын көрсөткүчтөрүнө салыштырмалуу өтө аз санда кездешти (диаг.1в.).

Белгилей кетчү нерсе, ушул булгануу участокторуна жакын жайгашкан территорияларда контролдук топурактарда кездешкен актиномицеттерге салыштырмалуу *Cinereus, Chromogenes, Roseus* секциясындагы бактериялардын доминанттуулугу байкалат. Муну менен ошол территорияларды булгандыруучу металлдардын жогорку концентрациядагы деңгээлине туруштук берген гана түрлөрү калышкан деп айтууга болот. Ошентип, Орловка-Боорду калдык сактагычы жайгашкан зонанын топурактарындагы бактериялардын түрдүк составы контролго салыштырмалуу кескин айырмаланды.

Изилдөөлөр көрсөткөндөй, Боорду калдык сактагычы жайгашкан зонанын изилденген ачык күрөң типтеги топурактарындагы оор металлдардын кармалышы фондон 11; 14; 18 эсеге жогорку концентрацияда микроорганизмдердин белгилүү экологиялык-трофикалык топторунун катуу өзгөрүүлөрүнө алып келген: булганууга өзгөчө сезгич микроорганизмдер катары **актиномицеттер, хемоорганотрофтук бактериялардын кээ бир түлөрү, орточо сезгичтикте - азотобактерлер** эсептелинди. Мындан улам, бул зонанын топурактарынын оор металлдар менен **жогорку деңгээлдеги** булганууга дуушар болгондугун көрсөтөт. Эң маанилүүсү микроорганизмдердин составынын кескин азаюсу, ошону менен катар булганууга чыдамдуу (резистенттүү) гана бактериялардын түрлөрү үстөмдүк кылаары айкын болду.

Адабияттар:

1. Абрахам М. Геологические изыскания и оценка экологических нагрузок в окрестностях горно-обогатительных комплексов. (Заключительный отчет), январь 2007.

2. Гаузе Г.Ф., Преображенская Т.П., Свешникова М.А. Определитель актиномицетов: Роды *Streptomyces, Streptoverticillium, Chainia*.- М.,1983. - 248с.

3. Геоэкологическая безопасность и риск природно-техногенных катастроф на территории Кыргызстана /Сост. И.А.Торгоев, Ю.Г.Алешин, Б.Б.Молдобаева. – Бишкек.:«ЖЭКА», 1999.- 288с.

4. Краткий определитель бактерий Берги (под редакцией Хоулт Дж.). – М.: Мир, 1980. – 495с.

5. Методы почвенной микробиологии и биохимии /Под ред. Д.Г.Звягинцева.- М., 1980. – 224с.
6. Методы общей микробиологии. Т.1 /Под ред. Герхарда Ф. - М.:Мир, 1983. – 536с.
7. Романовская В.А., Рокитко П.В., Малашенко Ю.Р. Облучение почвенных образцов ультрафиолетом как модель действия стрессовых факторов на разнообразие бактерий в почвенных экосистемах //Микробиология.- 1999.- Т.63. - №4. – С.540-546.
8. Семенова И.Н., Ильбулова Г.Р., Суюндуков Я.Т. Изучение эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов в зоне влияния горнорудного производства // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 11 (2). – С. 410-414.
9. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту / С.В. Левин и др. // Микроорганизмы и охрана почв. – М., 1989. – С. 5–46.
10. Урановые хвостохранилища в Центральной Азии: национальные проблемы, региональные последствия, глобальное решение /Информационные материалы к Бишкекской региональной конференции Бишкек, 2009, 81с.
11. Bergey's Mannual of Determination Bacteriology: 9thEdition. Baltimore: Williarms and Willins, 1994. – 784p.
12. Омургазиева Ч.М., Доолоткельдиева Т. Токсичность соединений *свинца* для почвенных микроорганизмов //Исследование живой природы Кыргызстана БПИ НАН КР Бишкек, 2004 – Вып.5. – С.38-42.
13. Определитель – Illustrated genere of imperfect Fungi, USA, 1998.

Рецензент: б.и.к. Ибраева Н.