УДК 332.368:631.427.2.

ӨМҮРГАЗИЕВА Ч. М., НУРПЕИШОВА Э. Н.
КР УИА Биология Институту
OMURGAZIEVA CH. M., NURPEISHOVA E. N.
NAS KR Institute Biology

БИШКЕК ШААРЫНЫН АВТОУНАА ЖАНА ЭНЕРГЕТИКАЛЫК ӨНӨР ЖАЙ КОМПЛЕКСТЕРИНИН ТАШТАНДЫЛАРЫ МЕНЕН ТОПУРАКТАРДЫН БУЛГАНУУСУНУН ЭКОЛОГИЯЛЫК-МИКРОБИОЛОГИЯЛЫК МОНИТОРИНГИ

Эколого-микробиологический мониторинг загрязнения почв выбросами автотранспорта и предприятий энергетического комплекса г. Бишкек

Ecological and microbiological monitoring of soil pollution by emissions from vehicles and enterprises of the energy complex in Bishkek

Аннотация: *Макалада Бишкек шаарынын топурактарынын антропогендик басымга дуушар болуу мүмкүнчүлүгү жогору болгон автоунаалар тынымсыз жана жыш каттаган ири көчөлөрүнүн кесилиштеринен алынган топурак үлгүлөрүнө жүргүзүлгөн экологиялык жана микробиологиялык анализдин маалыматтары берилди. Изилденген топурак үлгүлөрүндө оор металлдардын кармалышы - Ni – 7,5; Cr - 6,7; Zn - 2,2; Pb -1,25; Co - 4 эсе чектелген концентрациядан жогору экендиги белгиленди. Автоунаалардан, жылуулук электр борбору жана жеке секторлор жаккан көмүрдөн бөлүнүп чыккан уулуу заттар менен топурактын булгануусу анда тиричилик кылган сапротрофтук топурак микроорганизмдеринин сандык жана сапаттык өзгөрүүлөрүнө алып келгендигин көрсөттү.*

Аннотация: *В статье приведены данные эколого-микробиологического анализа почвенной среды города Бишкек, взятых на перекрестках крупных улиц с высокой вероятностью антропогенного воздействия с постоянным и частым движением транспорта. Содержание тяжелых металлов в исследованных образцах почв - Ni - 7,5; Cr - 6,7; Zn - 2,2; Pb -1,25; Co – в 4 раза выше предельно допустимой концентрации. Загрязнение почвы токсичными веществами, выбрасываемыми автотранспортом, тепловыми электростанциями и использованным углем частного сектора, привели к существенному изменению количественного и качественного состава определенных физиологических групп сапротрофных почвенных микроорганизмов.*

Abstract: *The ecological and microbiological analysis of the soil bio group in Bishkek was carried out on soil samples taken at the intersections of large streets with a high probability of anthropogenic impact, with constant and frequent traffic. The content of heavy metals in the studied samples of soils of the city - Ni - 7.5; Cr 6.7; Zn 2.2; Pb -1.25; Co - 4 times higher than the limiting concentration. Soil contamination with toxic substances emitted by vehicles, thermal power plants and coal used by the private sector has led to quantitative and qualitative changes in the saprotrophic soil microorganisms that inhabit it.*

Урунттуу сөздөр: *Бишкек шаарынын топурактары, оор металлдар, микроорганизмдер*
Ключевые слова: *почвы города Бишкек, тяжелые металлы, микроорганизмы*
Keywords: *soils of Bishkek, heavy metals, microorganisms*

Автомобилдик транспорттун санынын чоң шаарларда өсүшү топурактын химиялык жана биологиялык касиеттерине зыяндуу таасир берет [1, 6]. Дүйнөнүн чоң шаарларында аба бассейнине чыккан уулуу заттардын 3/2 бөлүгү автоунаалардан чыгат. Ар бир жеңил машина 1000 км чакырымда бир жылда 4 адам сарптоочу кычкылтекти сарптайт; 100 км чакырымда унаадан чыккан газ менен атмосфера жана топуракты булгоочу 40 кг оор металлдар бөлүнүп чыгат. Унаадан чыккан газ аркылуу топурактын үстүнкү катмарына жылына 250,000 тонна коргошун бөлүнөт; бул топурактын коргошун менен негизги булгануусун көрсөтөт [7]. Бензиндин ар бир литринде бул бирикмелердин (тетраметил- жана тетраэтилкоргошундун ар түрдүү кошулмалары) 1 граммга жакын саны кармалышы мүмкүн.

Антропогендик таштандылардын атмосферага чыгуусуна арналган изилдөөлөргө ылайык таштандылардын орточо көлөмү 1990-жылдын ортосунда 120 000 тоннаны түзгөн, анын ичинен 89 000 тоннасы бензинге колдонулган кошулмалар болгон [13, 17].

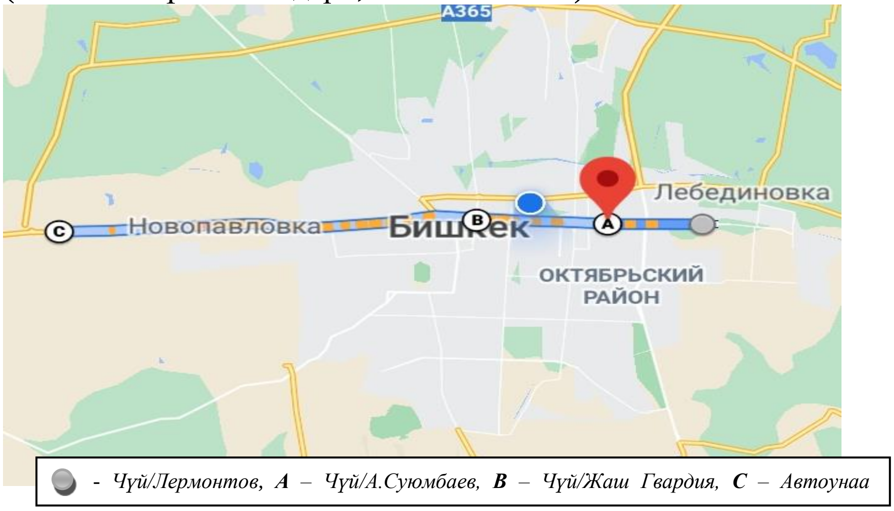
Кыргыз Республикасынын өкмөтүнө караштуу Мамлекеттик каттоо Кызматынын билдирүүсүнө ылайык, 2020-жылдын декабрь айына карата Кыргызстанда 1 миллион 412 мин 206 автоунаа каражаттары катталган [8].

Тирүү организмдерди өлүмгө алып келүүчү күчтүү канцерогендердин катарына кирген оор металлдардын (Pb, Hg, Cd, Zn, Ni ж.б) топуракка келип түшкөн ашыкча концентрациясы топурак микробиоценоздорунун негизги өкүлдөрүнүн санына жана алардын суммардык биологиялык активдүүлүгүнүн кескин төмөндөп кетишине алып келет [14, 9,10]. Металлдардын жогорку концентрациясы сапрофиттик козу карындардын өнүгүүсүн кескин төмөндөтүп, *Penicillium nigricans, P. lanosum, Trichoderma koningii* козу карындарынын фитотоксиндик касиетин күчөткөнү, ошондой эле техногендик таасирлер *Fusarium* козу карындарынын сапрофиттик формаларынын митечилик тиричилик формасына ыңгайланышуусу жогорулаганы аныкталган [2]. Алар айлана-чөйрөгө терс таасирин тийгизип, адамдарда, өзгөчө жаш балдардын аллергендик реакцияларды чакырган ооруларынын көбөйүүсүнө шарт түзүшү мүмкүн.

Изилдөөнүн максаты. Бишкек шаарынын топурактарындагы микроорганизмдердин тиричилигине автоунаадан бөлүнүп чыккан уулуу заттардын тийгизген таасирлерин изилдөө (Чүй проспектисинин мисалында).

Изилдөөнүн объектиси катары Бишкек шаарынын автоунаа тынымсыз каттаган ири көчөлөрүнүн бири - Чүй проспектиси жана анын кесилиштеринен алынган кара-күрөң жана күрөң тибиндеги топурак үлгүлөрү болду: шаардын батыш бөлүгүндө жайгашкан автоунаа базары - Чүй/Дэн Сяопин; шаардын транспорт көп жүрүүчү бөлүгү - Чүй/Жаш Гвардия; шаардын борбордук бөлүгүндө жайгашкан - Чүй/А.Суюмбаев; жогорку атмосфералык булганууга дуушар болгон Чүй/Лермонтов көчөлөрү, Жылуулук Электр Борборунун тегереги (ЖЭБ) (сүр.1.)

Топурак үлгүлөрү 0-25 см тереңдикте, 5-7 кем эмес жеке үлгүлөр, ошол районго мүнөздүү болгон шамалдын багытын эске алуу менен, стерилденип даярдалган пергамент баштыкчаларына 250-300 гр. өлчөмдө квадраттык-конверт жана зиг-заг методун колдонуу менен алынды (жаз жана күз мезгилдери, 2018-2019-жж.).



Сүрөт 1. Биомониторинг үчүн топурак үлгүлөрү алынган жерлердин карта-схемасы

Контролдук топурак үлгүлөрү Бишкек шаарынан 15 км алыстыкта жайгашкан геохимиялык касиеттери жана топурак типтери боюнча бирдей жерден алынды (Бек-Тоо айылы). Бардыгы болуп 35 топурак үлгүсү изилденди.

Алынып келинген топурак үлгүлөрүнө микробиологиялык анализ классикалык жана заманбап микробиологиялык жана экологиялык методдорго [12] ылайык жүргүзүлдү.

Топурак микроорганизмдеринин саны 1 грамм кургак топурактагы колония пайда кылган бирдиктери (КПБ) менен берилди.

Доминанттык кылган микроорганизм түрлөрүнүн культуралдык жана физиологиялык-биохимиялык мүнөздөмөлөрүн аныктоо стандарттык методикалар менен жүргүзүлдү [11].

Бөлүнгөн микроорганизмдерди идентификациялоо Бергинин бактерияларды аныктагычы [16], козу карындарды [18], актиномицеттерди Красильниковдун аныктагычтарынын [5] негизинде жүргүзүлдү.

Топурактагы химиялык элементтердин саны атомдук-абсорбциондук спектроскопия методунун жардамы менен Кыргыз Республикасын Мамлекеттик өнөр-жай, энергетика жана аларды максаттуу колдонуу комитетинин атомдук спектроскопия лабораториясынын базасында изилденди.

Изилдөөнүн жыйынтыгын талкуулоо. Топурактардын химиялык анализи. Бишкек шаарынын көчөлөрүнөн алынып келинген топурак үлгүлөрүндө оор металлдардын санынын кармалышы спектралдык анализдин жардамы менен текшерилди (Методика ОМГ6-01, спектр 33/8-14). Изилденген топурак үлгүлөрүндө төмөнкү элементтердин кармалышы чектелген концентрациядан (ЧК-ПДК) жогору болду: Ni – 7,5; Cr – 6,7; Zn - 2,2; Pb -1,25; Co - 4 эсе. Ал эми Hg, Cd, V, Cu элементтердин изилденген топурактарда кармалышы нормадан жогору эмес экендиги белгиленди (табл.1.).

Таблица 1

Топурактагы химиялык элементтердин кармалышы, спектралдык анализдин жыйынтыгы (2018-2019-жылдар, Бишкек шаары)

№	Элемент	мг/кг топуракта		
		ЧК	Чүй көчөсү	Бек-Тоо айылы (15 км)
1	Mn	500	700	700
2	Ni	4,0	30	10
3	Co	5,0	20	5
4	V	150,0	90	90
5	Cu	55	30	30
6	Pb	32,0	40	20
7	Ag	0,05	0,3	-
8	Cr	6,0	40	7
9	Zn	23	50	40
10	Cd	1,0	-	-
11	Hg	2,1	-	-

Топурак үлгүлөрүнө жүргүзүлгөн микробиологиялык изилдөөлөр Бишкек шаарынын топурактарынын уулуу заттар, анын ичинде оор металлдар менен булгануусу анда тиричилик кылган топурак микроорганизмдеринин сандык жана сапаттык өзгөрүүлөрүнө алып келгендигин көрсөттү (диагр.1). Топурак бактериялары өсүмдүк, жаныбар ж.б. калдыктарын чириндиге айландырууда активдүү катышып, гумусту пайда кылуу менен жаратылышта санитардык жана топурак пайда кылууда негизги ролду ойношот.

Шаардын көчөлөрүндө, топурактардын үстүнкү топурактары алынган, башка составдуу таш, кум аралаштырылган топурактардын кошулуусу көп кездешет. Буга кошумча, шаардагы курулуп жаткан көп кабаттуу үйлөрдүн салынуусу үчүн бак-дарактардын бир нече түрлөрүнүн массалык түрдө кыйылуусу, андан дагы коркунучтуусу ЖЭБде жагылган сапаты начар көмүрдөн өтө чоң өлчөмдө бөлүнүп чыккан уулуу заттардын топуракка келип кошулуусу сапротрофтук процесске катышкан пайдалуу топурак микроорганизмдеринин тиричилигине терс таасирлерин тийгизүүсү толук мүмкүн. Буга, пайдалуу же агрономиялык баалуу бактериялардын кээ бир түрлөрүнүн азаюсу толук мисал боло алат.

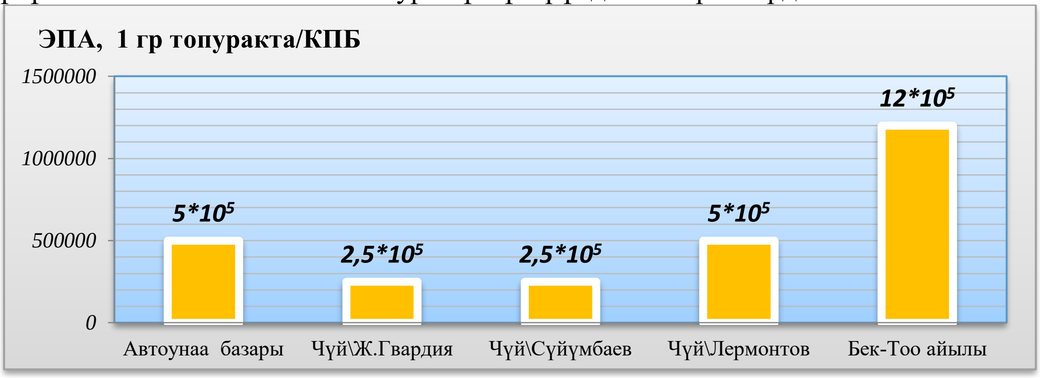
Шаардын чет жакасында жайгашып, автотранспорттон чыккан уулуу заттардын жогорку басымына дуушар болгон автоунаа базарынын (Дэн Сяопин көчөсү) айланасынан

алынган топурак үлгүлөрүндө бактериялардын саны $5*10^5$ КПБ түздү, ал эми контролдук топурактарда алардын саны салыштырмалуу жогору (КПБ $12*10^5$).

Изилденген объекттердин ичинен эң эле төмөн сандык көрсөткүчү Чүй/Ж.Гвардия көчөлөрүнүн кесилишинен алынган топурак үлгүлөрүндө кармалган бактерияларда байкалды (диагр.1). Бул көчөлөрдөн алынган топурак үлгүлөрүндө 1 грамм топуракта бактериялардын саны $2,5*10^5$ КПБ түздү.

Чүй/Сүйүмбаев көчөлөрүнүн кесилишинен алынган топурактарда бактериялардын саны $2,5*10^5$ КПБ түздү. Ушул изилденген топурак үлгүлөрүнөн хемоорганотрофтук бактериялардын фенотиптик касиеттери боюнча активдүүлүгү төмөн деп мүнөздөлгөн начар өнүккөн колониялар өсүп чыгышкан (диагр.1.).

Эң жогорку антропогендик басымга дуушар болгон Чүй/Лермонтов (ТЭЦтин айланасы) көчөлөрүнүн кесилишинен алынган топурак үлгүлөрүндө бактериялардын саны $5*10^5$ КПБ түздү.



Диагр. 1. Изилденген топурак үлгүлөрүндөгү хемоорганотрофтук бактериялардын саны

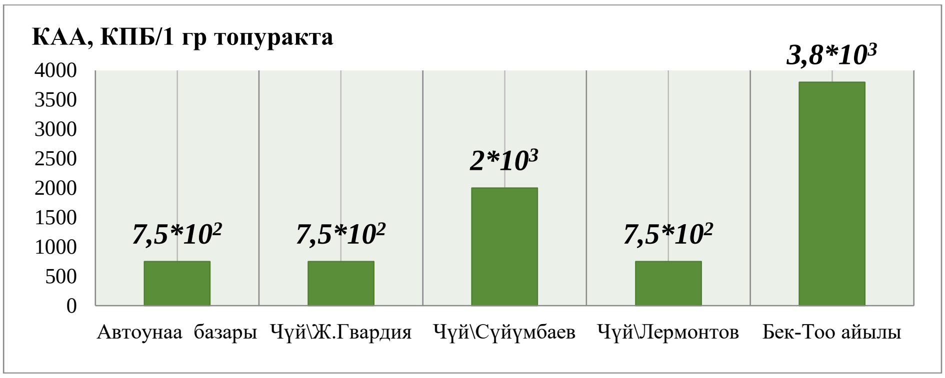
Бишкек шаарынын изилденген урбаноземдорунда топурак бактерияларынын сандык жана сапаттык активдүүлүгү начар экендиги көрсөтүлдү (диаг.1.).

ЭПА азыктык чөйрөсүндө өсүп чыккан азоттун органикалык формасын колдонуучу бактериялардын 3-4 түрү доминанттык кылаары белгиленди жана таза культуралары бөлүнүп алынды. Алардын көпчүлүгү *Bacillus* тукумунун өкүлдөрү экендиги белгиленди: *Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Bacillus megatherium* жана *Bacillus mesentericus* (сүр.2.). Ушул бөлүнүп алынган бактерия штаммдары топуракты ар кандай уулуу заттар, өзгөчө оор металлдар, химиялык элементтер менен булгануусунан тазалоо (биоремедиация) максатта иштелип аткан биодеградант штаммдардын коллекциясына андан ары скрининг ж.б. терең изилдөөлөр үчүн колдонууга кошулду.

Бактериялардын *Bacillus* тукумунун өкүлдөрү негизинен антагонисттик, ферменттик, интерферон индуциялаган жана иммуномодулятордук жөндөмдүүлүккө ээ, ошондой эле ар кандай ксенобиотиктердин уулуу таасирин төмөндөтүүчү да касиеттери жөнүндө окумуштуулар көп белгилешүүдө жана биотехнологияда перспективдүү топтордун бири катары эсептешүүдө [15, 19].

Изилдөөнүн жыйынтыгы көрсөткөндөй, актиномицеттердин сандык көрсөткүчү микроскоптук козу карындар эле сыяктуу абдан төмөн. Ошентип, Чүй/Сүйүмбаев көчөлөрүнүн кесилишинен алынган топурак үлгүлөрүндө актиномицеттердин саны ($2*10^3$ КПБ) салыштырмалуу бир аз жогору экендиги аныкталды (диагр.2.). Ал эми калган объекттерде – автоунаа базарынан, Чүй/Ж.Гвардия жана Чүй/Лермонтов көчөлөрүнөн алынган топурак үлгүлөрүндө актиномицеттердин санынын дээрлик мааниси бирдей же тактап айтсак, алардын саны - КПБ $7,5*10^2$, ал эми контролдук үлгүлөрдө - $3,8*10^3$ КПБ түздү (диаг.2.).

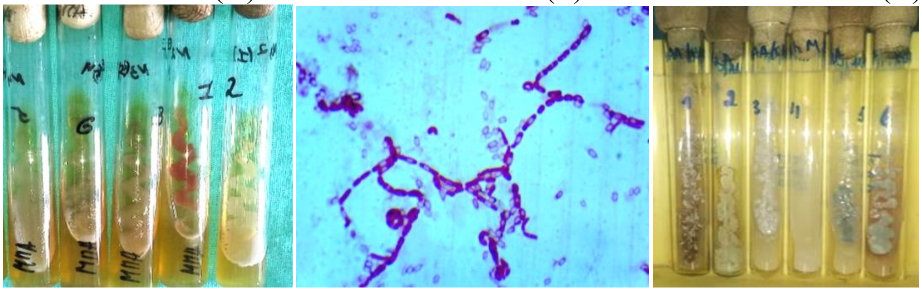
Актиномицеттердин түрдүк курамы Чүй/Сүйүмбаев көчөлөрүнөн алынган үлгүлөрдө калган объектерге салыштырмалуу ар түрдүү. Мисалга, актиномицеттердин *Streptospongium, Streptoverticillium, Micromonospora, Streptomyces* тукумуна кирген актиномицеттер кездешти.



Диагр. 2. Чүй проспектисинин топурактарындагы актиномицет бактерияларынын саны

Ал эми, көбүнчө стрептомицет уруусуна кирген бактериялардын доминанттык кылуусу байкалат. *Streptomyces* уруусуна кирген төмөнкү түрлөр белгилүү болду: *Strep. chromogenes, Strep.orientalis, Strep.cinereus,Strep.albus, Strep.roseus.* Бул булганууга дуушар болгон топурак микрофлорасында доминанттык кылган актиномицет культуралары салыштырмалуу көбөйгөндүгү байкалат, бирок жаратылышта микроорганизмдердин 1 гр топуракта жолуктурган санынан алда канча азыраак деп айтса болот.

(А) (Б) (В)

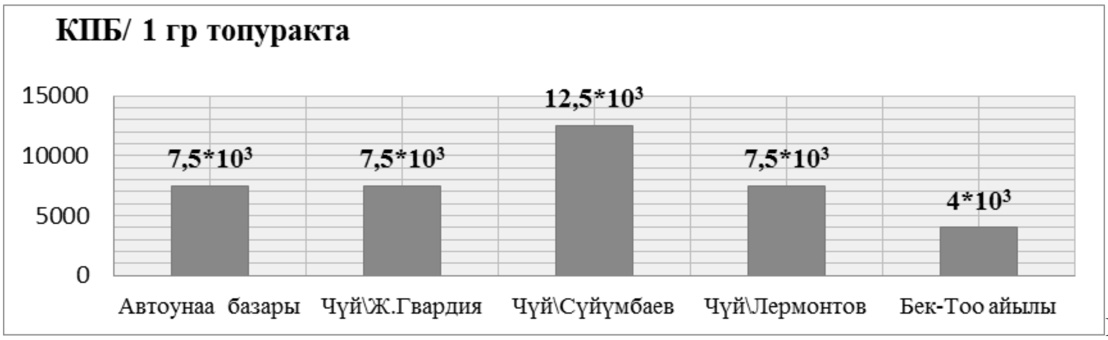


Сүр. 2. Топурак үлгүлөрүнөн бөлүнүп алынган бактерия культуралары: А – таза культуралар*; Б – Bacillus cereus* клеткасынын микрофотографиясы (ASC 100/1.25 OIL); В -актиномицеттердин таза культуралары.

Чапек-Докс жана Сабуро азыктык чөйрөлөрүндө өсүп чыккан козу карындардын сандык көрсөткүчтөрү төмөн (диагр.3.), алардын бир нече гана тукумунун басымдуулук кылуусу байкалат: *Penicillium, Aspergillus, Fusarium, Cladosporium* жана *Paecilomyces* тукумдарынын өкүлдөрү (сүр.3.).

Изилденип жаткан башка топурак үлгүлөрүнө салыштырмалуу Чүй/Сүйүмбаев көчөлөрүнүн кесилишинен алынган үлгүлөрдө микроскоптук козу карындардын топуракта кармалышы бир аз жогору, мында КПБ мааниси 12,5*10^3 барабар (диагр.3.).

Шаардын күн батыш тарабында жайгашкан автоунаа базары (Дэн Сяопин көчөсү), Чүй/Жаш Гвардия жана Чүй/Лермонтов көчөлөрүнөн алынган топурак үлгүлөрүндө микроскоптук козу карындардын сандык көрсөткүчтөрү дээрлик бирдей. Бул көчөлөрдөн алынган топурак үлгүлөрүндө микроскоптук козу карындардын КПБ мааниси 7,5*10^3 түзсө, ал эми контролдукта - КПБ 4*10^3 (диагр.3.). Бул болсо, козу карындардын булгануу деңгээли жогору болгон топурактарга алардын жакшы адаптацияланган формаларынын тиричилик кылуусу менен түшүндүрүүгө болот. Изилдөөлөрдө микроскоптук козу карындардын жаратылышта ар кандай антропогендик басымга, оор металлдардын уулуу таасирине туруктуулук касиеттери көп белгиленген [4,9].



Изилденген топурактардын булгануусунун микроскоптук козу карындардын санына тийгизген таасири

Сүрөт 3. Микроскоптук козу карындардын колониялары

Ошентип, микробиологиялык анализдин жыйынтыгында, Бишкек шаарынын автомобилдик ири артерияларына кирген көчөлөрүнүн топурактарындагы микроорганизмдердин өтө чоң антропогендик басымга дуушар болуусу белгиленди: топуракта кездешкен сапротрофтук микроорганизмдердин санынын жана түрдүк байлыктын азаюсу далил боло алат. Ошентип, топурак биотасында сапротрофтук кызматты аткарган микроорганизмдердин тиричилиги микробиологиялык изилдөөлөрдүн жардамы менен көзөмөлдөндү.

Шаардын изилденген Чүй проспектисинин топурак үлгүлөрүндө, бактериялардын колония пайда кылуучу бирдиктеринин орточо көрсөткүчү – $5,4*10^5$; микромицеттердики – $7,8*10^3$; актиномицеттердики – $1,6*10^3$ КПБ гана түздү. Эгер микроорганизмдердин тиричилигине физикалык, химиялык жана антропогендик факторлор узак убакыт бою тынымсыз басым көрсөтө берсе, бардык тирүү организмдерге тиешелүү болгон агрессивдүүлүк микроорганизмдерде да пайда болоору белгилүү. Эң кооптусу, топурак микрофлорасындагы сапротрофтук процесске катышкан пайдалуу микроорганизмдердин түрлөрүнүн азаюсу, айрым микроорганизмдердин токсин пайда кылуучу формаларынын санынын жогорулап кетүү коркунучу бар.

Бишкек шаарынын топурак микробиотасын теренирээк изилдөөлөр улантылууда.

Пайдаланылган адабияттар:

1. Артамонова В.С. Микробиологические особенности антропогенного преобразованных почв Западной Сибири. Монография. – Новосибирск,1991. 151 с.
2. Багаева Т.В., Ионова Н.Э., Надеева Г.В. Микробиологическая ремедиация природных систем от тяжелых металлов: учеб.-метод. пособие. Казань, 2013.–56 с.
3. Белов Р.Ф., дисс. канд. сельскохоз. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова”, Саранск, 2015. 131 с.
4. Берсенева, В.П. Саловарова О.А. Воздействие выбросов металлургических производств на почвенные микробиоценозы // Серия «Биология. Экология» - 2011. - Т. 4 - № 4. - С. 18–24.

5. Гаузе Г.Ф., Преображенская Т.П., Свешникова М.А. Определитель актиномицетов: Роды Streptomyces, Streptoverticillium, Chainia.- М.,1983. - 248с.
6. Добровольский Г.В. Почва. Город. Экология. Монография.-М.: Фонд “За экономическую грамотность”, 1997. 320 с.
7. Доклад Комитета экспертов ВОЗ Загрязнение атмосферного воздуха городов выбросами автомобильного транспорта. – Женева, 1971, стр. 7, 40 – 41.
8. Информационно-электронный портал https://www.tazabek.kg/news:1668399.
9. Левин, С.В. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту. Микроорганизмы и охрана почв / С.В. Левин, В.С. Гузеев, И.В. Асеева [и др.]. - М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 3-46.
10. Лепнева, О.М. Тяжелые металлы в почвах и растениях территории МГУ / О.М. Лепнева, А.И. Обухов // Вестн.Моск.Ун-та, сер.7. Почвоведение. - 1987. - № 1. - С.36-42.
11. Методы общей бактериологии: Пер. с англ./Под ред. Ф. Герхардта и др. — М.: Мир, 1983. - 536 с.
12. Методы почвенной микробиологии и биохимии /Под ред. Д.Г.Звягинцева. - М., 1980. – 224с.
13. Миланова Е.В., О загрязнении почв некоторыми ядовитыми элементами. – Вестник МГУ, 1976, С.30-35.
14. Перцовская А.Ф., Тонкопий Н.И., Григорьева Т.И. Влияние некоторых химических веществ на микроорганизмы в почве. Микробиологические методы борьбы с загрязнением окружающей среды. - Тезисы докладов конференции. Пущино, 1975. С.107 -108.
15. Тарабукина Н.П. Влияние нефтезагрязнений на микробиоту мерзлотной таежной дерново-карбонатной суглинистой почвы / Н.П.Тарабукина, М.П.Неустроев, Д.Д.Саввинов и др. //Материалы 4 межд. Совещания “Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири”. – 2015. – Барнаул. – С.166-168.
16. Хоулт Дж., Криг Н. и др. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Том 1. М.: Мир, 1997. – 432 с., ил. ISBN 5-03-003111-1.
17. Электронный ресурс www.unep.org. Основные научные выводы в отношении свинца. – Женева, 2010.
18. Barbett H.L., Barry B. Hunter Illustrated genere of imperfect Fungi. p-218; USA, 1998.
19. Frankenberger W.T., Arshad M. Microbial production and function, New York, 1995, 503 p.

Рецензент: Карабекова Ж.У. *– доктор биологических наук, профессор Института Биологии НАН КР.*