

Улсын бүртгэлийн
Дугаар.....

Судалгаа боловсруулалтын
ажлын код: 19ББ27СС308

Төсөл хэрэгжүүлэх гэрээний
дугаар: ШyCc_2019/14

ШУА-ИЙН БОТАНИКИЙН ЦЭЦЭРЛЭГТ ХҮРЭЭЛЭН

“АГААРЫН БОХИРДЛЫН ЦАЦРАГ ИДЭВХТ ЭЛЕМЕНТҮҮДИЙН ОРОНЗАЙН ХУРИМТЛАЛ, ХӨДЛӨЛЗҮЙГ АКЦЕПТОР СПОРТ УРГАМЛУУДААР ТОГТООХ ҮНДЭСЛЭЛ”

БШУЯ, ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН САН
2019-2022

Төслийн гүйцэтгэгч:

Шинжлэх ухааны академи,
Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн

Төслийн удирдагч:

О. Энхтуяа, Доктор (Ph.D)
Ургамлын ангилалзүй, филогенетикийн
лаборатори э/ш-ний тэргүүлэх ажилтан

Захиалагч байгууллага:

Боловсрол Шинжлэх Ухааны Яам

Санхүүжүүлэгч байгууллага:

Шинжлэх ухаан технологийн сан

Тайланг өмчлөгч багууллага:

ШУА-ийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн
13330 Улаанбаатар хот, Баянзүрх дүүрэг, 13
дугаар хороо, Энхтайваны өргөн чөлөө 54а,
ШУА-ийн 1-р байр
Э-хаяг: botany@mas.ac.mn,
mas.botany@gmail.com
Утас: 45 35 81, Факс: (976-11) 45 18 37

Улаанбаатар хот 2023

ГАРЧИГ

А. Реферат	.....	3
Б. Тайлангийн товч тодорхойлолт	.....	4
I. Төслийн тайлангийн зорилго, үйл жиллагаа		
1.1.Төслийн үндэслэл, зорилго, зорилт	.....	5
1.2.Төслийн үр дүнгийн даалгавар, хамрах хүрээ	.....	6
1.3.Төслийг хэрэгжүүлэх үе шатны ажлууд	.....	9
II. Төслийн тайлангийн үндсэн хэсэг		10
2.1.Материал, арга зүй	.....	11
2.2.Төслийн календарчилсан төлөвлөгөө, түүний биелэлт	.....	14
III. Төслийн үр дүнгийн даалгаварын биелэлт	.....	19
3.1. Зорилт 1-ын үр дүнгийн биелэлт, шинэлэг талууд	.....	20
3.2. Зорилт 2-ын үр дүнгийн биелэлт, шинэлэг талууд	.....	43
3.3.Зорилт 3-ын үр дүнгийн биелэлт, шинэлэг талууд	.....	53
IV. Төслийн үр дүнгийн даалгаварын биелэлт	.....	59
4.1. Судалгааны ажлын үр дүнгийн баталгаажилт	.....	60

Реферат

Хаг, хөвд “үндэсгүй” тул ус чийг, гэрэл шингээх үр ашгийг хянах чадваргүйгээс физиологийн шаардлагаасаа илүүгээр орчныхоо хөрс, агаар, ургах субстратанд байгаагаар адил хэмжээгээр бодис нэгдлийг жилийн аль ч улиралд шингээн хуримтлуулдаг (accumulate and deposit) онцлогтой. Олон улс оронд хаг болон хөвд ургамлыг хүрээлэн буй орчинд хуримтлагдах цацрагийн бохирдлын тархах орон зай, нөлөөллийг үнэлэх, хянах аргачилалд (Seaward, 2002; Nato: monitoring lichens for radioactive pollution) зохимжтой акцепторууд хэмээн тооцсоор байна. УБ хотын хөрсний цацраг идэвхийг дэлхийн дундажтай харьцуулахад K^{40} изотоп 2,3 дахин, U^{238} -1,32; Th^{232} -1,56 (Норов ба бусад, 1998) хөрсөн дахь U^{238} -ын хувийн идэвх дэлхийн дунджаас -1,8 дахин их, Th^{232} -2.7; K^{40} -2.4 дахин их (Эрхэмбаяр, 2010) буйг тогтоосон судалгаа бий. Иймд ШУА-ийн харьяа Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэнгийн хаг, хөвд судлаачид МУИС-ийн Цөмийн физикийн судалгааны төвтэй хамтран УБ хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд хуримтлагдах цацраг идэвхт элементүүдийн агууламж, дэгдэн тархах чиглэл, голомт, хил заагийг судлахаар “Агаарын бохирдлын цацраг идэвхт элементүүдийн оронзайн хуримтлал, хөдлөлзүйг акцептор спорт ургамлуудаар тогтоох үндэслэл” сэдэвт суурь судалгааны төсөлт ажлыг дэвшүүлсэн юм. Уг судалгааны ажлын санал төслийн шалгаруулалтанд тэнцэж БСШУЯ-ны ШУТС-ийн дэмжлэг, санхүүжилтээр (19ББ27СС308 дугаар бүхий кодтой ШУСс_2019/14) амжилттай хэрэгжлээ. Төслийн явцад гүйцэтгэсэн “УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдэх” гэсэн зорилгод ажлын үр дүнг энэхүү тайланд нэгтгэн танилцуулж байна.

Судалгаагаар цацраг идэвхт C^{14} , Cs^{137} , Sr^{90} , K^{40} , Rn^{222} , Ra^{226} , Th^{230} , Ra^{228} , $U^{234, 238}$ элементүүдийн изотопын хувийн идэвхийг гамма спектрометрийн шинжилгээ (ГСС)-ний MNS 5626:2006 стандарт аргаар акцептор хаг болон хөвдийн 120 гаруй дээжинд анх удаа илрүүлж тогтоосон нь шинэлэг талтай. Лабораторийн шинжилгээгээр *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camptchadalis*, *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum* зүйлүүдэд богино, дунд болон урт задралын хугацаатай изотопууд U^{238} , Th^{232} , K^{40} , Cs^{137} нэлэнхүйдээ тодорхойлогдсоноос зохиомол үүсвэрт Cs^{137} ихэнх дээжинд (81%) илэрч байгаа нь тун сонирхол татаж байна.

Илэрсэн элементүүдийн α , β , γ түвшний идэвхжилийн онцлог ялгаагаар амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх хязгаар, агууламжийг олон улсад зөвшөөрөгдсөн суурь кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулж дүгнэв. Тэдгээрийн хүлцэх кларк агууламжийг үндэслэн “зөвшөөрөгдөх түвшин /ачаалал”-ыг тооцоолон загварчлан зураглах (Bunce, 1983) аргазүйн дагуу боловсруулав. Энэхүү тайланд УБ хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд тархсан цацраг идэвхт U^{238} , Th^{232} , K^{40} , Cs^{137} элементүүдийн дэгдэн тархах чиглэл, голомт, хил заагийг тоймлон зураглан үзүүлсэн нь иргэдийн эрүүл мэндэд үзүүлэх байгалийн болон техникийн гаралт ионжуулагч цацрагийн хортой нөлөөллөөс урьдчилан сэргийлэх, хамгаалах, сааруулах, бодлого, арга хэмжээнд тооцоолон ашиглахад хувь нэмэр оруулах нь дамжиггүй.

Төслийн үр дүнгээр:

Онол аргазүйн семинарт -4 удаа хэлэлцүүлсэн (БЦХ болон МУИС)

Хамтын өгүүлэл-2 (олон улсын мэргэжлийн сэтгүүлд 1 шилжсэн)

Зурагт атлас-1 ном товхимол нийтлүүлж

Зөвлөмж -1 боловсруулж

Олон нийтийн ТВ-1 удаа ярилцлага өгч

Тайлан- 3 (2019; 2020-2021; 2022) жил жилээр хүлээлгэн өгсөн.

ТАЙЛАНГИЙН ТОВЧ ТОДОРХОЙЛОЛТ

Тайланг гүйцэтгэсэн нэгж:

Шинжлэх Ухааны Академи, Ботаникийн Цэцэрлэгт Хүрээлэнгийн Ургамлын ангилалзүй, филогенетикийн лаборатори

Тайланг нэгтгэж эмхэтгэсэн, төсөлт ажлын удирдагч:

Төслийн удирдагч, док. (Ph.D) О. Энхтуяа

Төсөлт ажлын бүрэлдэхүүн:

1. **Төсөлт ажлын удирдагч:** Очирбатын Энхтуяа, (ЦИ 68061305) БЦХ, ЭШ-ний тэргүүлэх ажилтан, хагийн экологи, таксономист - Ph.D

Төсөлт ажлын үндсэн гүйцэтгэгчид:

2. Самьяагийн Жавхлан (ХЛ84071402) БЦХ, ЭША, магистр (M. Sc.) -докторант ургамал зүйч, эпифит хаг судлаач,
3. Энхтайваны Энхжаргал (ТЯ81103002) БЦХ, ЭША, магистр (M. Sc.) -докторант экологич, хөвд судлаач,

Төсөлт ажлын зөвлөх

4. Доктор, профессор П. Зузаан
МУИС, Цөмийн физикийн судалгааны төв. Цөмийн аналитик аргын салбарын эрхлэгч

Гэрээт ажилтан:

5. М. Цэдэвсүрэн, “Эко Тех Проект” ХХК-ийн Мэргэжилтэн GIS -/зайнаас тантан судлаач/
6. Х. Идэрмөнх (ГИ 88022936) Засгийн газрын тохируулагч агентлаг МХЕГ цацрагийн хяналтын лабораторийн менежер

Гүйцэтгэгчийн тоо- 06

I. ТӨСЛИЙН ТАЙЛАНГИЙН ЗОРИЛГО, ҮЙЛ АЖИЛЛАГАА

1.1. Үндэслэл, шаардлага:

Улаанбаатар хотын бохирдсон агаар амьдрах орчинд удаанаар хуримтлагдаж ард иргэдийн дунд элдэв арьс харьшлын тоо нэмэгдэх, арьс үс цайрах, тархи болон уушигны хавдрын гаралт өвчны тоо нэмэгдэх зэргээр хүн амын удмын дархлаа муудах байдлаар нийгэм эдийн засаг, байгаль орчинд аюул учруулаад байна. Иймд агаар бохирдуулагч утаа, тортогоос үүсэлтэй техноген гаралт “онц хортой” зарим цацраг идэвхт элементүүдийн агууламж, орон зайн тархалт, чиг хандлагыг одоогоор нарийвчлан тогтоогоогүй явдал нь учирч болох болзошгүй аюул заналаас урьдчилан сэргийлэх, түүнээс хамгаалах бодлого, арга хэмжээ боловсруулахад нөлөөлж байна. Бусад улс орны нэгэн адил агаар орчны бохирдлын цар хүрээ биологийн төрөл зүйлийн хомсдол, амьдрах орчинд хэрхэн нөлөөлж буйг индикатор илтгүүр төрөл зүйлүүдийн тусламжтайгаар илрүүлэх байдлаар хүн ардын эрүүл аюулгүй орчинд амьдрах эрхийг хангах олон талт арга хэмжээг уялдуулан явуулж ирсэн байдаг. Тэдгээрээс агаарын бохирдолтыг үнэлэх, хяналтын боловсронгуй арга зүйд (Seaward, 2002; Nato: monitoring lichens for radioactive pollution) сүүлийн жилүүдийн судалгаагаар хөвд, хаг хамгийн зохимжтой биоиндикатор хэвээр байна. Иймээс юуны өмнө олон улсын жишиг судалгааны дагуу агаарын бохирдлын индикатор акцептор хаг, хөвдэн экологи, биологийн чадавхи, тархацын онцлог зэргийг үндэслэн агаарын бохирдлоос үүдэлтэй цацраг идэвхт онц хортой элемент, нэгдлүүдийн агууламжийг баримт нотолгоон дээр тулгуурлан тогтоох явдал чухал байна.

Ажлын зорилго

Иймд энэ судалгааны төсөлт ажлын хүрээнд “агаарын бохирдлоор хуримтлагдах цацраг идэвхт элементүүдийн төлөв байдал, тэдгээрийн идэвхийн түвшин, дэгдэн тархах чиглэл, хил заагийг хаг хөвд ургамлын тусламжтайгаар УБ хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд илрүүлэн тогтоох” зорилготой судалгааны ажил гүйцэтгэв.

Судалгааны үр дүнд цаашид дээрх онц хортой бохирдуулагч элементүүдийн агууламж, орон зайн динамик өөрчлөгдөлөөр хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанарыг үнэлэх зэрэгт уялдуулан харьцуулан жиших суурь үндэслэл болох юм.

Зорилт, гарах үр дүн

1. УБ хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд агаарын бохирдлоос үүдэлтэй цацраг идэвхт зарим элемент, нэгдлүүдийн амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаарыг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camptchadalis*, *X. stenophylla* хаг болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* зэрэг акцептор төрөл зүйлүүдэд илрүүлнэ (Гродзинский, 1989; Szabo, 1993).

2. Цацрагийн акцептор акцептор төрөл зүйлүүдэд илэрсэн цацраг идэвхт элементүүдийн хуримтлал, тархах чиглэл, хил зааг, нөлөөллийн эрсдлийн зэрэглэлийг ангилж (Steinnes, Njastad, 1993) бүсчлэн тогтооно.

3. Илэрсэн элементүүдийн агууламж, динамик зөөгдлийн нөлөөллийг эрсдлийн зэргээр амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулна.

Төслийн үр дүнгийн даалгаварт ажлын (хүснэгт 1) дагуу энэхүү зорилтод судалгааны ажлуудын биелэлтийг хангахаар хэрэгжүүлэх цаг хугацаа үе шат бүрээр жил жилийн календарчилсан төлөвлөгөөнд тусгаснаар тухай бүр гүйцэтгэлийг ханган ажиллаа. Үүнд:

"Агаарын бохирдлын цацраг идэвхт элементүүдийн оронзайн хуримтлал, хөдлөлтийг акцептор спорт урсгалуудаар тогтоох үндэслэл" нэртэй суурь судалгааны төсөл хэрэгжүүлэх, санхүүжүүлэх 2019 оны 3 сарын 27 ны өдрийн дугаар гэрээний 1 дүгээр хавсралт

Шууц 2019/114

ТӨСЛИЙН ҮР ДҮНГИЙН ДААЛГАВАР

д/д	Төслөөр бий болох үр дүн	Тоо хэмжээ	Үр дүнгийн үзүүлэлт	Үр дүнг хүлээлгэн өгөх хугацаа (он, сар)
1	Агаар, орчны гаралт цацраг идэвхт зарим элементүүдийг акцептор 3 зүйл хаг, 3 зүйл хөвдөнд илрүүлэх	10 элемент	¹⁴ C, ¹³⁷ Cs, ⁹⁰ Sr, ⁴⁰ K, ²²² Rn, ²²⁶ Ra, ²³⁰ Th, ²³⁰ Th, ²²⁸ Ra, ²³⁴ U, ²³⁸ U-ийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг олон улсын кларк үзүүлэлтээр тогтоож дүгнэнэ	2020 он 12сар
2	УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдэх	1	УБ хотын суурьшлын ба ногоон бүсийн хүрээнд цацрагийн бохирдлын түвшин, тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчилэн зураглана.	2021 он 12 сар
3	Хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулна.	1	Онц хортой элементүүдийн агууламж, динамик зөөгдлийн нөлөөллийг эрсдлийн зэрэглэлээр үнэлнэ.	2021 он 12 сар
3	Судалгааны үр дүнг олон улсын хуралд хэлэлцүүлэн нийтлүүлж магистр бэлтгэх	1-2	ЭШ-ний өгүүлэл	2021 он 12 сар
4	Төслийн эцсийн тайлан бичиж захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүлээлгэн өгөх	1	Төслийн эцсийн тайлан	2021 оны 12 сард багтаана

Захиалагчийг төлөөлж:  С.Мөнхбат БСШУСЯ-ны ШУТБГ-ын дарга AA0148 9116621	Санхүүжүүлэгчийг төлөөлж:  С.Намрайжав ШУТСангийн Захирал	Гүйцэтгэгчийг төлөөлж:  Я.Адъяа ШУА-ийн Ерөнхий болон Сорилын Биологийн хүрээлэнгийн захирал	Төслийн удирдагч:  О.Энхтуяа ШУА-ийн Ерөнхий болон Сорилын Биологийн хүрээлэнгийн ЭШТЭА
---	---	---	---

Хамрах хүрээ:

1. Манай орны нөхцөлд УБ хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд хатуу түлшний шаталтаас үүдэлтэй агаарын бохирдлын гаралт цацраг идэвхт ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U зэрэг элемент, нэгдлүүдийн амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаарыг бусад улс орны адил тэдгээрийн акцептор *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X. stenophylla* хаг болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* зэрэг хөвдөд тогтоож, агууламжийг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан дүгнэлт гаргах шинэлэг бөгөөд дэвшилттэй талтай.
2. Дээрх үзүүлэлтүүдийн агууламжийг үндэслэн УБ хотын агаарын бохирдлын цацрагийн α , β , γ түвшний идэвхжилийн онцлог ялгаа, хуримтлагдах байдал, тархах чиглэл, хил зааг, нөлөөллийн эрсдлийн зэрэглэлийг ангилж ялгах байдлаар тус хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд бүсчилж зураглалаар үйлдэх үр дүн өгөх ач холбогдолтой.
3. Судалгааны үр дүнг олон улсын чанартай эрдэм шинжилгээ онол практикийн хуралд 2 –оос доошгүй удаа хэлэлцүүлж, олон улсын мэргэжлийн сэтгүүлд хамтын 1-2 өгүүлэл нийтлэгдэж энэ чиглэлийн судалгааг мэргэшсэн 2 магистр бэлтгэгдэж гарна.

Үр дүнг нэвтрүүлэх, ашиглах, зах зээлд борлуулах боломж:

- Агаар орчны төлөв байдлын урт хугацааны мониторинг ажиллагаанд ашиглах дүгнэх, хохирлыг тооцох шалгуур боломж нэмэгдэнэ.
- Агаарын бохирдлоос сэргийлэх, нийгэм, эдийн засаг, байгаль орчин, хүн ардын төдийгүй БОЯБ-ын аюулгүй орчинд амьдрах хамгааллын бодлогын үйл ажиллагааг дүгнэх харьцуулан жишиг суурь үзүүлэлт нэмэгдэнэ.
- УБ хотын агаарын бохирдлын нөлөөллийн цар хүрээ, эрсдлийн зэрэглэлээр ангилж бүсчлэн тогтоосноор бохирдлыг шалтгаан үндэслэлийг бууруулах, түүнээс хамгаалах арга хэмжээ боловсруулахад нөлөөлнө.
- Хүрээлэн байгаа орчны агаарын бохирдлын түвшинд бодит үнэлгээ өгснөөр нийгмийн эрүүл ахуй, улс орны экологи-тогтвортой хөгжлийн асуудалд шинжлэх ухааны үндэслэлтэй дүгнэлт өгөх боломж бүрдэнэ.

Эдийн засаг, нийгмийн болон шинжлэх ухааны ач холбогдол:

- Төслийн үр дүнд гарах шинжлэх ухааны мэдлэг, онолын дүгнэлтүүдэд тулгуурлан цаашид агаар болон орчны бохирдлыг саармагжуулах, үүсэх аюулаас урьдчилан сэргийлэхэд НЗДТГ, БШУЯ, ЭМЯ, БОАЖЯ зүгээс хүн ардын эрүүл мэнд, суурьшлын бүсэд төдийгүй биологийн төрөл зүйлийн амьдрах орчныг хамгаалах, сайжруулах бодлогод зайлшгүй тусгах, анхааран уялдуулан авч явуулахад шинэ мэдлэг, мэдээлэлээр хандаж баяжуулахад онол практикийн томоохон ач холбогдолтой.
- Үндэсний эрх ашигт нийцүүлэн аливаа нам эвслийн нөлөөллөөс ангид авч үзэх хүрээлэн байгаа орчны агаарын бохирдлын бодит түвшинд үнэлгээ өгөх, байнгын хяналт мониторингийн үйл ажиллагааны чадавхийг дээшлүүлэх, нийгмийн эрүүл ахуй, ард иргэдийн экологийн мэдлэгийг дээшлүүлэх зэрэг асуудалд шинжлэх ухааны үндэслэлтэй ухуулга сурталчилгаа, дүгнэлт өгөх боломж бүрдэнэ.

- Монгол орны нөхцөлд НҮБ-ийн холбогдох конвенци, протоколын заалтуудыг үндэсний хэмжээнд боловсруулах, хүн ардын эрүүл, аюулгүй орчинд амьдрах эрхийг хангах, байгальд ээлтэй тогтвортой хөгжлийн загварыг боловсруулах, ногоон эдийн засгийн тэргүүлэх чиглэлүүдийн дунд болон урт хугацааны үндэсний хөтөлбөрүүдийг хэрэгжүүлэх зэрэгт агаар дахь бохирдуулагчдийн тэр дундаа цацрагийн бохирдлын болзошгүй аюулаас урьдчилан сэргийлэх, агаар орчны төлөв байдлын мониторинг ажиглалтанд шинэ шинэ шалгуур үзүүлэлтүүд нэмэгдэх, тэдгээрээр дүгнэх, хохирлыг тооцох эдийн засгийн хөшүүрэг нэмэгдүүлэх зэрэгт тайлагнах боломжууд нэмэгдэнэ.

Үр дүнг нэвтрүүлж ашигласнаас олох эдийн засгийн үр ашиг, нийгмийн ач холбогдлын талаархи төсөөлөл:

- Хот суурин газрын агаарын бохирдлын найрлагыг тогтоох, нөлөөг бүүруулах, хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанартай холбогдох үзүүлэлт, үнэлгээ, мэдээлэл материалд ашиглах, харьцуулах боломж бүрдэнэ.
- Уур амьсгалын болон агаар орчны өөрчлөлтөнд хамгийн мэдрэг, хүрээлэн буй орчны индикатор, цацрагийн бохирдлын акцептор эдгээр төрөл, зүйлүүдээр амьдрах орчны эрсдлийг үнэлэх үндэслэл болж байна.
- Агаар орчны төлөв байдлын мониторингийн судалгаанд холбогдох критери болгон ашиглах үнэлэх, дүгнэх, хохирлыг тооцох шалгуур боломж нэмэгдэж байна.

Цаашид:

Хаг, хөвд ургамлаар хүрээлэн буй орчны агаар, хөрсний байгалийн болон техноген бохирдлын динамик зөөгдлийг тодруулж, тэдгээрийн байж болох хүлцэх агууламжтай харьцуулан жиших замаар аливаа сөрөг нөлөөнөөс ангижрах, урьдчилан сэргийлэх боломжтой. Хүрээлэн буй орчны мониторинг ажиглалтын үйл ажиллагааны арга зүйг шинэчлэх, олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн аргазүйг нэвтрүүлэх замаар тодорхой давтамжтай тайлан мэдээлэлийг гарган улмаар Засгийн газар, БШУЯ, БОАЖЯ, ЭМЯ зэрэг зэрэг газруудад хүн ардын эрүүл амьдрах орчны потенциалыг үнэлэх, сайжруулах үндэслэл боловсруулах зэрэгт үр дүнг ашиглах, нарийвчлан судлах замаар цаашид сайжруулах боломжтой.

1.3. Судалгааны төслийг хэрэгжүүлэх үе шатны ажлууд

2019 онд:

1. УБ хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн нийт 4705 хавтгай дөрвөлжин км гадаргууд сонгосон 164 тэнцүү талбайд хээрийн ажиглалт судалгааг явуулж, хаг болон хөвдийн тохиолдох төрөл зүйлүүд, тэдгээрийн тархацын онцлог, өндөршил, ландшафтын гадаргыг харгалзан ажиглалт судалгааны загвар болон буфер этолон цэгүүдийг тогтоож, холбогдох төрөл зүйлүүдийн дээжийг арга зүйн дагуу цуглуулж этикетик болон картотекийн мэдээллийг бүрдүүлж тодорхойлох ажлууд хийгдэнэ.

2. УБ хотын суурьшлын болон орчмын бүсүүдэд ажиглалтын цэг бүрт түгээмэл тохиолдох хаг хөвдийн бүрдлийг зүйлийн түвшинд тогтоосноор *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X. stenophylla* хаг болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* хөвдийг сонгож лабораторийн задаргаанд шилжүүлнэ.

2020 онд:

3. Холбогдох лабораторуудад хатуу түлшний шаталтаас үүдэлтэй агаарын бохирдлын гаралт цацраг идэвхт ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U зэрэг элементүүдийг 1-2 давтамжтайгаар харгалзах аргазүй (Heinrich et al., 1993; Bartok et al., 1998; Guillite et al., 1994), систем багажаар тэдгээрийн акцептор *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X. stenophylla* хаг болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* зүйл хөвдийн концентраци уусмалуудад илрүүлэн тогтоож үр дүнг тооцож гаргана.

4. Илэрх элементүүдийн α , β , γ түвшний идэвхжилийн онцлог ялгааг амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаарыг бусад улс орны адил агууламжийг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан (Seaward, 2002) боловсруулж дүгнэлт гаргана

2021 онд:

5. Дээрх үзүүлэлтүүдийн агууламжийг үндэслэн холбогдох түвшний α , β , γ идэвхжил, хуримтлагдах талбар, тархах чиглэл, хил зааг зэргийг тус хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд бүсчилж 1 : 250000 масштаб суурь зураг дээр нөлөөллийн эрсдлийн зэрэглэлийг ангилж ялгаж тогтоох байдлаар зураглал үйлдэнэ

6. Илэрсэн элементүүдийн агууламж, динамик зөөгдлийн нөлөөллийг эрсдлийн зэргээр амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулна.

7. Судалгааны үр дүнг олон улсын чанартай эрдэм шинжилгээ онол практикийн хуралд 2 –оос доошгүй удаа хэлэлцүүлж, олон улсын мэргэжлийн сэтгүүлд хамтын 1-2 өгүүлэл нийтлүүлэх төдийгүй энэ чиглэлийн судалгаагаар мэргэшсэн 2 магистр бэлтгэн гаргаж, холбогдох зааварчилгааг боловсруулна гэж жил бүрийн төлөвлөгөөндөө тусган ажиллаа.

Ийнхүү 2019-2021 (2022) онуудад төсөлт ажлыг амжилттай гүйцэтгэхэд хэрэгжилтэнд онцгойлон анхаарч жил бүрийн төслийн үр дүнгийн үйл ажиллагааг хэлэлцэж батлагдсан календарчилсан төлөвлөгөөний (хүснэгт 2) дагуу биелэлтэнд хагас жил болон жилээр хяналт мониторинг хийж (хүснэгт 3) гарах эрсдэл, үр дагавараас сэргийлэх, үр дүн бүтээгдэхүүн

нийлэлтийн үр дүнг сурталчлах, хэлэлцүүлэх байдлаар хагас жил, жилийн тайланг гаргаж дүгнүүлэх зэрэг үйл ажиллагааг хэрэгжүүлж ажиллаа.

II. ТӨСЛИЙН ТАЙЛАНГИЙН ҮНДСЭН ХЭСЭГ

Ерөнхий ойлголт:

Их тэсрэлтийн онолоор бол орчлон ертөнц ойролцоогоор 13.7 тэрбум жилийн өмнө үүссэнээс хойш сансрын уудамд асар их хэмжээний цацраг (сансрын туяа) оршин байсаар байдаг. Манай гариг 4.6 тэрбум жилийн өмнө үүсэхэд бий болсон цацраг идэвхт элементүүд дэлхийн царцдаст агуулагдсаар байдаг тул бүхий л амьд организмүүд энэхүү орчинд төрж өсөж, хөгжсөөр иржээ (McLean et al., 1998; Matveyeva and Chernov, 2000).

Цацраг гэх үг нь латины radiatio буюу туяа, гялбаа гэсэн үгнээс үүдэлтэй ба аливаа биетийг нэвтрэх, атомын бүтцийг өөрчлөх (ионжуулах) боломжтой, нүдэнд үл ажиглагдах бөөм эсвэл өндөр энергитэй долгионы тухай ойлголт юм. Атомын цөмүүд бөөмс ялгаруулах замаар бусад атомын цөм болж хувирах чадварыг цацраг идэвхт чанар гэдэг. Энэ тохиолдолд задарч ялгарах бөөмс орчны атомуудтай харилцан үйлчилж, цахилгаан цэнэг үүсгэх цацрагийг ионжуулагч цацраг гэнэ. Ионжуулагч цацраг нь амьд организмыг бүрдүүлдэг молекулуудын химийн холбоог таслах чадвартай. Ионжуулагч цацрагийг аливаа биетэд нэвтрэх чанараар альфа (α), бетта (β), гамма (γ) цацраг гэж ангилна. Үүнд, хамгийн бага ионжуулагч альфа (α -бөөмийн ялгаралт буюу α задрал) цацраг агаарт хэдхэн сантиметр (см) зам туулдаг тул нэвтрэх чадвараар тун сул ч тоос, тоосонцор хэлбэрээр амьсгалын замаар, хоол хүнсээр дамжин хүний биед орсноор уушигны эдийг "шатааж" хорт хавдар үүсэхийг өдөөх боломжтой. Харин бета задрал (β -бөөм) гэх ионжуулагч цацраг α -бөөмийн энергиэс бага боловч агаарт хэдэн метр, биологийн эдэд 1-2 см-ийн гүнд нэвтрэх түлэгдэлт үүсгэх боломжтой. Ионжуулагч гамма цацраг гэх богино долгионы цахилгаан соронзон цацраг (фотон ялгаруулалт), ихэвчлэн цацраг идэвхт бодисыг дагалддаг. Цөмийн цэнэг ба масс өөрчлөгддөггүй тул γ -цацрагийн үед элементүүдийн хувирал үүсдэггүй. γ -туяа нь хамгийн их нэвтрэх чадалтай, хамгийн бага ионжуулагч юм (Gough and Erdman, 1977).

Элементүүдийн кларк гэдэг нь дэлхийн царцдас, агаар мандал, гидросфер, биосферийн биетэд химийн элементүүдийн байж болох зөвшөөрөгдөх дундаж тоо хэмжээ юм (Conti and Cecchetti, 2001; Nimis et al., 2002). Цаг хугацаа өнгөрөхөд зарим химийн элементүүд, ялангуяа цацраг идэвхт бодисууд өөрчлөгддөг. Энэхүү зүй тогтолд үндэслэн бидний гамма спектрометрийн шинжилгээгээр илэрсэн ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs элементийн изотопын хувийн идэвхийг Бк/кг GENIE2000 программаар боловсруулж нэгтгэхэд нийт дээжийн 81%-д зохиомол цацраг идэвхт цези ^{137}Cs илэрсэн байна.

Цацрагийн хяналтын альфа, бетта, гамма изотопын идэвхийг тодорхойлох шинжилгээний спектрометрийн "Epsilon 5 систем", термолюмнесценцийн дозиметр (TLD)-ийг уншигч "HARSHAW 4500" багаж, рентген спектрометрийн ба цөмийн болон цацрагийн хяналт шалгалтад ашиглагддаг зөөврийн багаж бүхий лабораторийн боломжит орчин, олон улсын харьцуулах стандарт кларк үзүүлэлт, тоо баримтууд бүрдсэнг харгалзан онол аргазүйн (Seaward, 2002) өндөр түвшинд мэргэжлийн судлаачдийн баг хамтран гүйцэтгэв.

2.1. Материал, арга зүй:

1. Цацрагийн акцептор хаг- *Hypogymnia physodes*,

Статус: Элбэг буюу анхааралд өртөхөөргүй (LC).



Хөндий салбант илтэслэг хаг. Дугираг төрхтэй, зах хэсгээрээ сул чөлөөтэй дэрвэсэн бие биен дээрээ сийрэг байршсан хөндий салбантай. Цайвар, хөхөвтөр саарал гөлгөр гадаргуутай. Төв хэсгээрээ хунирч бөөгнөрсөн, захаадаа тэнийж өргөссөн, дээш өндийсөн ирмэгтэй. Элгэн талдаа соредтой салбангийн зах ирмэг арагш хумирч хотойсон, олон тооны нүх сүв үгүй.

Ургах субстрат: Навчит болон шилмүүст модны иш, мөчирт, өмхөрсөн мод, чулууны хөвдөн дээр тааралдана.

Тархалт: Монгол орны ургамал газарзүйн Хөвсгөл, Хэнтий, Хангай, Монгол Дагуур, Их Хянган, Ховд, Монгол Алтай зэрэг тойрогт тус тус тархан ургадаг.

Цацрагийн акцептор хаг- *Xanthoparmelia camtchadalis*,

Статус: Элбэг буюу анхааралд өртөхөөргүй (LC)



Цайвар шаргал ногоондуу, 3-7 см өргөн, гүн ухагдсан, салаалж салбарласан туузан сарвуулаг салбан 1.3-3 мм ихгүй. Зах ирмэгээрээ хуйларч хоолой үүсгэх гялалзсан, зах ирмэг хэсгээрээ цайвар өнгөртэй, изиди болон соридгүй. Бараан хүрэн доод гадаргууд олон тачир богино хүрэн ризинтэй. Үрт бие ховор. Мөөгөн давхраа КОН-д шар өнгө эсвэл улаан өнгө үзүүлнэ.

Ургах субстрат: Хөрсөн дээр сул чөлөөтэй нүүдэллэж тархана.

Тархалт: Монгол орны ургамал газарзүйн Хөвсгөл, Хэнтий, Хангай, Монгол Дагуур, Ховд, Монгол Алтай, Дундад Халх, Дорнод Монгол, Их Нууруудын Хотгор, Говь-Алтай зэрэг тойрогт тус тус тархан ургадаг.

Цацрагийн акцептор хөвд- *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb

Статус: Элбэг буюу анхааралд өртөхөөргүй (LC)



Ногоон хааяа шар ногоон, сэвсгэр, гялалзсан 5-12 см хүртэл урт ургадаг хөвд. Иш шулуун, цөөн ризоидтой, шигүү өдлөг мөчрүүдтэй байх бөгөөд навчны орой хадуурахаг юмуу дугуйрч эргэсэн. Судал ганц нарийхан, навчны дунд хэсэгт төгсөнө. Хонхорцог махир, бортгон хэлбэртэй, бор өнгөтэй.

Ургах субстрат: Голын татмын улалж, бургастай намаг, хөвдөт шинэсэн ой, боролжит тундрт, хуурай юмуу чийгтэй хөрс дээр, хадны завсар ургана.

Тархалт: Хөвсгөл, Хэнтий, Хангай, Монгол Дагуур, Ховд, Монгол Алтай, Нууруудын хөндий, Дундад Халх, Дорнод Монголын тойрогт тархан ургадаг.

Цацрагийн акцептор хөвд- *Phylaisia polyantha* (Hedw.) B.S.G.

Статус: Элбэг буюу анхааралд өртөхөөргүй (LC)



Шар ногоон, эсвэл ногоон, торгомсог зөөлөн хөвд. Иш мөлхөө, өдлөг салаалсан мөчрүүдтэй. Мөчир хэвтээ, заримдаа өндиймөл, үзүүртээ гогцоорч эргэсэн. Навч шулуун, өндгөрхүү юлдэн хэлбэртэй, урт шовх оройтой, бүтэн тэнэгэр захтай. Судал хос богино юмуу судалгүй. Хонхорцог шулуун, бортгон, бор өнгөтэй.

Ургах субстрат: Ой, голын татмын бургас, уулын хээрт өмхөрсөн мод, модны иш, үндэс, хад чулуу, модны ёроолд болон хожуул дээр ургана.

Тархалт: Монгол орны ургамал газарзүйн Хөвсгөл, Хэнтий, Хангай, Монгол Дагуур, Ховд, Дундад Халх, Дорнод Монгол зэрэг тойрогт тус тус тархан ургадаг.

Лабораторийн аргазүй:

1. Төсөлт ажлыг (Heinrich et al., 1993; Bartok et al., 1998; Guillite et al., 1994) аргазүйн дагуу гүйцэтгэхэд монгол орны хаг болон хөвдийн генофонд-д хадгалагдаж буй жиших баримт эх материалд түшиглэн дээж цуглуулгыг тодорхойлж ангилалзүйн боловсруулалт хийлээ.

2. Мөн цацраг идэвхт U, Th, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ⁴⁰K зэрэг изотоп тодорхойлдог багаж төхөөрөмж, аргазүйн талаарх бусад хэвлэлийн тоймтой танилцаж нэвртүүлж ажиллав. Үүнд:

Гамма идэвхжилийн шинжилгээ, нейтрон идэвхжилийн шинжилгээ, гамма спектрометрийн шинжилгээ, рентген спектрометрийн шинжилгээнүүд хамрагдсан. Үүнд,

3. **Дээж бэлтгэл:** лабораторийн шинжилгээнд дээж тус бүрийг хатаах зууханд 105⁰C-450⁰ C-д 30-90 минут хатааж, үргэлжлүүлэн шаазан нухуурт нухан, дахин хатаах зууханд давтан хатааж, үнсжүүлснээр автомат нухуураар 0.075 мкм ширхэглэгтэй болтол нунтаглав (хаг, хөвдний дээжийг цөмийн аналитик аргаар судлахтай холбоотой дээж бэлтгэх аргазүй боловсруулах шаардлагатай). Энэхүү аргаар хөрсний хөвд, хаг, модны хөвд, хагний дээжүүдэд дээрх аргуудаар чанарын шинжилгээ хийв. Харьцуулах стандартаар CRM CGL-208, JINR U68_Th59 дээжүүдийг ашиглав.

4. **Рентген-флуоресценцийн спектрометрийн арга:**

Хаг, хөвдний дээж дэх изотоп, цацраг идэвхт элементүүдийг шалгахын тулд тус дээжүүдийг МУИС-ийн ЦФСТ-ийн Mo, Co, Al, NORG туйлшруулагч болон хоёрдогч бай бүхий рентген хоолойн үүсгүүртэй рентген-флуоресценцийн спектрометр (РФС)-ээр 300 с хэмжив.

Мөн тус дээжүүдийг 18 мм диаметр, 11 мм өндөртэй тусгай саванд хийж, ЦШНИ-ийн Cd-109, Am-241 изотопон үүсгүүр, Si(Li) хагас дамжуулагч детектор бүхий РФС-ээр 1800 с хэмжив.

Рентген-флуоресценцийн чанарын шинжилгээгээр Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Ba, Pb зэрэг элемент байгаа нь илэрсэн. Харин цацраг идэвхт элемент Th зарим дээжид түлхүү ажиглагдав.

5. **Гамма идэвхжилийн арга:**

Дээжүүдийг жигнэн, 42 мм диаметр, 13 мм өндөртэй тусгай битүүмжилсэн саванд хийж, зэс ялтсуудаар мониторинг хийн, стандарт дээжүүдийн хамт ОХУ-ын Дубна хот дахь ЦШНИ-ийн Цөмийн урвалын лабораторийн электроны хурдасгуур микротрон МТ-25-аас гарах гамма квантаар ($I_e = -1$ мкА, $E_e = 23.6$ МэВ) 5 цаг шарж, 1 цаг хүлээсний дараа цэвэр германи детектор бүхий гамма спектрометрээр хэмжсэн. Дээж тус бүрт идэвхжилээр үүссэн хагас задралын үе богинотой изотопуудыг тодорхойлох эхний хэмжилтийн хугацаа 300 с, 24 цагийн дараах 2 дахь хэмжилтийн хугацаа 900 с, дунд, урт настай изотопийг тодорхойлох 3 дахь хэмжилтийг 6 өдрийн дараа 1 цаг хэмжсэн. Бага хагас задралын үетэй Th-ийн 25.6 кэВ-ийн шугамыг шалгахын тулд Si(Li) хагас дамжуулагч детектор дээр шууд тавьж 900 с хэмжсэн байна.

6. **Нейтрон идэвхжилийн арга:**

Дээжүүдийг жигнэн, 18 мм диаметр, 11 мм өндөртэй тусгай саванд хийж, алтны уусмалт дээжүүдээр мониторинг хийн, стандарт дээжүүдийн хамт ЦШНИ-ийн Цөмийн урвалын лабораторийн электроны хурдасгуур микротрон МТ-25-аас гарах нейтроны багцаар ($I_e = -10$ мкА, $E_e = 23$ МэВ) 3 цаг шарж, 1 цаг хүлээсний дараа цэвэр германи детектор бүхий гамма спектрометрээр хэмжсэн. Дээж тус бүрт идэвхжилээр үүссэн хагас задралын үе богинотой изотопуудыг тодорхойлох эхний хэмжилтийн хугацаа 300 с, 24 цагийн дараах 2 дахь хэмжилтийн хугацаа 900 с, урт настай изотопийг тодорхойлох 3 дахь хэмжилтийг 7 өдрийн дараа 1 цаг хэмжсэн.

7. **Гамма спектрометрийн арга:** Үлдсэн дээж тус бүрийг тусгайлан жигнэж, гамма спектрометр дээр шууд тавин 15 цаг хэмжив

2.2. **Төслийн календарчилсан төлөвлөгөө, түүний биелэлт**

Хүснэгт 2

"Агаарын бохирдлын цацраг идэвхт элементүүдийн оронзайн хуримтлал, хөдөлгөлтэй акцептор снэрт уржмалуудаар төдөх үндэслэл" нэртэй суурь судалгааны төсөл зэрэгжүүлэх, санхүүжүүлэх 2019 оны 3 сарын 14-ны өдрийн дугаар гэрээний 2 дугаар хавсралт

Угсаа Солонгос

**ТӨСЛӨӨР ГҮЙЦЭТГЭХ АЖЛЫН КАЛЕНДАРЧИЛСАН
ТӨЛӨВЛӨГӨӨ**

д/д	Төслийн хүрээнд гүйцэтгэх тодорхой үе шатны ажлын нэр	Эхлэх дуусах хугацаа (Он, сар)	Гүйцэтгэгчдийн овог, нэр, мэргэжил	Тухайн шатны үр дүн
2019 он				
1.	Судалгааны материал, бэлтгэл ажлын хангалт	1-5 сар	Төслийн баг: О.Энхтуяа, хагийн, экологи, таксономист С.Жавхлан, ургамал зүйч, хаг судлаач Э.Энхжаргал, экологич, хөвд судлаач З.Дамдинсүрэн, цөмийн физикч Х.Идэрмөнх цацрагийн хяналтын лаб. Б.Мөнхцэцэг, цөмийн энергийн төвийн э/ш ажилтан Г.Бадмаанямбуу, газарзүй зайнаас тандан судлаач	Аргагүйн дагуу Samsung MFP-M2070 олон үйлдэлт принтер болон камер дуран бүхий джитал микроскоп, CD програм хангамж, GPS зэрэг хэмжилтийн багаж бүрдсэн байна
2.	Хээрийн судалгаагаар ажлын талбай сонголт, орчны мэдээлэл бүрдүүлэлт	6-9 сар		Судалгааны ажлын аргачлал, загварын дагуу буфер-эталон ба ажлын 160 цэгүүдийн байршил тогтоогдож, тэдгээрийн оронзайн ялгарал, орчны ажиглалтын зохих хэмжилтүүд хийгдэж эхэлсэн байна
3	Хээрийн судалгаагаар цацрагийн акцептор зүйлүүдийн дээж материалыг суурьшлын бүсэд хайн илрүүлж цуглуулах ажил хийгдэж мэдээллийн дата сангийн өгөгдөл, үзүүлэлтүүд нягтлан тогтоогдоно.			Ажиглалтын явцад эхний ээлжинд хотын суурьшлын бүсийн 60 цэг бүрт байх акцептор <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Xanthoparmelia camtchadalis</i> , <i>X. stenophylla</i> болон <i>Pylaisiella polyantha</i> , <i>Rhytidium rugosum</i> , <i>Grimmia longiostris</i> –г арга зүйн дагуу цуглуулах, цуглуулгын мэдээллийн дата сан үүсгэх ажил эхэлсэн байна
4	Судалгааны дээж материалыг зүйлийн түвшинд тодорхойлж лабораторийн боловсруулалтанд бэлдэх			10-11 сар	Акцептор хаг, хөвд ургамлуудыг зүйлийн түвшинд тодорхойлсонг бүртгэлжүүлэн зохих дугаарын дагуу цацрагийн шинжилгээнд бэлдсэн байна.
5	Явцын тайлан бичиж, захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүргүүлэх	6, 12 сард		Төслийн удирдагч	Явцын тайлан
2020 он				
1	Хээрийн судалгаагаар цацрагийн акцептор зүйлүүдийн төлөв шинжийг тогтоон улмаар хотын ногоон бүс болон эталон буфер зоноос илрүүлж тэдгээрийн дээж материалыг сонгон цуглуулж мэдээллийн дата	5-8 сар	О.Энхтуяа, хагийн экологи, таксономист С. Жавхлан, ургамал зүйч, хаг судлаач Э.Энхжаргал, экологич, хөвд судлаач З.Дамдинсүрэн,	Ажиглалтын хотын ногоон бүсийн 100 цэг болон эталон буфер 4 цэг бүрээс акцептор <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Xanthoparmelia camtchadalis</i> , <i>X. stenophylla</i> болон <i>Pylaisiella polyantha</i> , <i>Rhytidium rugosum</i> , <i>Grimmia longiostris</i> –г арга зүйн дагуу

	сан үүсгэх		цөмийн физикч Х.Идэрмөнх, цацрагийн хяналтын лаб. Б.Мөнхцэцэг, цөмийн энергийн төвийн э/ш ажилтан	цуглуулж, цуглуулгын мэдээллийн дата санг үүсгэсэн байна
2	Судалгааны дээж материалыг зүйлийн түвшинд тодорхойлж лабораторийн боловсруулалтанд бэлдэх	8-9 сар		Акцептор хаг, хөвд ургамлуудыг зүйлийн түвшинд тодорхойлсонг бүртгэлжүүлэн зохих дугаарын дагуу цацрагийн шинжилгээнд шилжүүлсэн байна.
3	Лабораторийн задлан шинжилгээ	9-12 сар		Лаборатори орчинд хатуу түлшний шаталтаас үүдэлтэй цацраг идэвхт ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , $^{230\text{Th}}$, ^{238}U , ^{234}Th , $^{234\text{m}}\text{Pa}$ зэрэг элементүүдийг 1-2 давтамжаар харгалзах аргазүй, систем багажаар акцептор дээж бүрд анхан шатны боловсруулалт /шатааж үнсжүүлсэнээс уусмал бодист шилжүүлэх г.м./ хийн шинжилж тогтоосон байна.
4	Явцын тайлан бичиж, захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүргүүлэх	6, 12 сард	Төслийн удирдагч	Явцын тайлан
2021 он				
1	Лабораторийн үр дүнгийн боловсруулалт	1-5 сар	О.Энхтуяа, хагийн, экологи, таксономист С. Жавхлан, ургамал зүйч, хаг судлаач Э.Энхжаргал, экологич, хөвд	Илэрх элементүүдийн α , β , γ түвшний идэвхжлийн онцлог ялгааг амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаар, агууламжийг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан боловсруулж дүгнэлт гаргаж хэлэлцүүлсэн байна.
2	Үр дүнгийн боловсруулалт	6-9 сар	З.Дамдинсүрэн, цөмийн физикч Х.Идэрмөнх цацрагийн хяналтын лаб. Б.Мөнхцэцэг, цөмийн энергийн төвийн э/ш ажилтан Г. Бадмаанямбуу, газарзүй зайнаас тандан судлаач	Цацраг идэвхт элементүүдийн хүлцэх концентрацийг үндэслэн холбогдох түвшний α , β , γ идэвхжил, хуримтлагдах талбар, тархах чиглэл, хил зааг зэргийг тус хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд тогтоож боловсруулсан байна.
2	Үр дүнгийн хэлэлцүүлэг	1-6 сар		Судалгааны үр дүнг олон улсын чанартай эрдэм шинжилгээ онол практикийн хуралд 2-оос доошгүй удаа хэлэлцүүлж, 1-2 магистр бэлдсэн байна.
3	УБ хотын цацрагийн	6-10 сар		УБ хотын суурьшлын ба

	бохирдлын эрсдлийн зураглал үйлдэх			ногоон бүсийн 1:250000 масштаб суурь зураг дээр цацрагийн бохирдлын нөлөөллийн эрсдлийн зэрэглэлийн зураглал үйлдэж хэвлэлтэнд шилжүүлсэн байна.
4	Явцын тайлан бичиж, захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүргүүлэх	6 сард	Төслийн удирдагч	Явцын тайлан
5	Төслийн эцсийн тайлан бичиж захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүлээлгэн өгөх	12 сард багтаана.	Төслийн баг	Төслийн эцсийн тайлан

Захиалагчийг
төлөөлж:

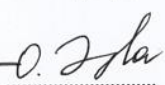
С.Мөнхбат
БСЦУСЯ-ны
ШУТБГ-ын хА0148
дарга 1116126429 9116621

Санхүүжүүлэгчийг
төлөөлж:

С.Намсрайжав
ШУТСангийн
Захирал

Гүйцэтгэгчийг
төлөөлж:

Я. Адьяа
ШУА-ийн Ерөнхий
болон Сорилын
Биологийн
хүрээлэнгийн захирал

Төслийн удирдагч:

О. Энхтуяа
ШУА-ийн Ерөнхий
болон Сорилын
Биологийн
хүрээлэнгийн
ЭШТЭА

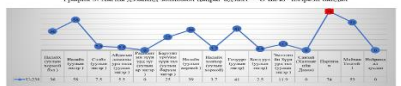
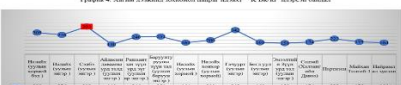
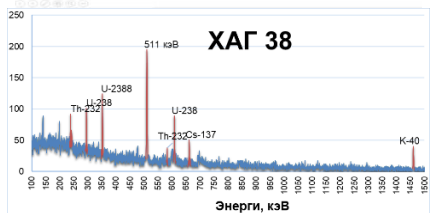
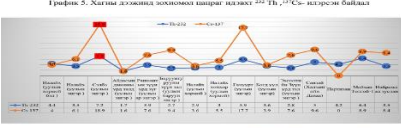
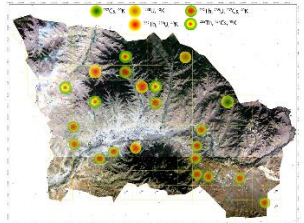
Судалгаа боловсруулалтын ажлын нэр:	“Агаарын бохирдлын цацраг идэвхт элементүүдийн оронзайн хуримтлал, хөдлөлзүйг акцептор спорт ургамлуудаар тогтоох үндэслэл”				
Судалгаа боловсруулалтын ажлын код:	19ББ27СС308				
Судалгаа боловсруулалтын ажлын төрөл:	Суурь судалгааны сэдэвт ажил				
Судалгааны ажлын чиглэл:	Агаарын бохирдлын чанарын хөдлөлзүйг илтгэгч хаг, хөвдөн биологийн онцлогоор цацрагийн зарим элемент, нэгдлүүдийн агууламжийг тогтоох мониторингийн судалгаа.				
Судалгаа боловсруулалтын ажлыг баталсан огноо, дугаар: БСШУЯ-ын Сайдын 2019 оны 02 дугаар сарын 25-ны өдрийн А/86 тоот тушаал	Гэрээний дугаар:	ШУСс_2019/14			
Судалгаа боловсруулалтын ажил хэрэгжүүлэгч:	Захиалагч: Боловсрол Шинжлэх Ухааны Яам				
	Гүйцэтгэгч байгууллага:	Нэр:	ШУА-ийн Ботаникийн Цэцэрлэгт хүрээлэн		
		Утас:	453581		
		И-мэйл:	mas.botany@gmail.com		
	Удирдагч:	Овог, нэр:	Очирбатын Энхтуяа		
		Регистр:	ЦИ 68061305		
		Утас:	95459039		
И-мэйл:		tuyabot@yahoo.com ; tuyabot0613@gmail.com ,			
Судалгаа боловсруулалтын ажлаар гүйцэтгэх ажлын календарчилсан төлөвлөгөө	Д/д	Гэрээнд заагдсан тодорхой үе шатны ажлын нэр	Гэрээнд заагдсан хугацаа (Он,сар)	Гэрээнд заагдсан ажлын үр дүнгийн товч танилцуулга, биелэлтийн үнэлгээ	ШУТСан тайлан дүгнэлт, үнэлгээ
	2019 оны биелэлт				
	1	Судалгааны материал, бэлтгэл ажлын хангалт	1-5 сар	Аргазүйн дагуу хээрийн судалгааны дугтуй цаасны захиалга хийв	100 %
	2	Хээрийн ажиглалт судалгааны ажлын талбай сонголт, орчны мэдээлэл бүрдүүлэлт	6-8 сар	Судалгааны аргачилалын дагуу ажлын 160 цэгт орчны ажиглалт хэмжилтүүд хийгдэж эхэлсэн	100 %
	3	Цацрагын акцептор зүйлүүдийн дээж материалыг суурьшлын бүсэд хайн илрүүлж цуглуулах, мэдээллийн дата сангийн үзүүлэлтүүд тогтоогдоно	8-9 сар	Хотын суурьшлын бүсийн 60 цэгээс акцептор <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Xanthoparmelia camtchadalis</i> , <i>X. stenophylla</i> болон <i>Pylaisiella polyantha</i> , <i>Rhytidium rugosum</i> , <i>Grimmia longiostris</i> –г цуглуулж мэдээллийн дата сан үүсгэв.	100%
	4	Судалгааны дээж материалыг тодорхойлж лабораторийн боловсруулалтанд бэлдэнэ	10-11 сар	Акцептор хаг, хөвд ургамлуудыг зүйлийн түвшинд тодорхойлсонг бүртгэлжүүлэн зохих дугаарын дагуу цацрагын шинжилгээнд бэлдэв.	100%
	5	Явцын тайлан бичиж, захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүргүүлэх	6 ба 12 сард	Явцын тайланг хүлээлгэн өгөв.	100%
2020 -2021 оны жилийн биелэлт					

Судалгаа боловсруулалтын ажлаар гүйцэтгэх ажлын календарчилсан төлөвлөгөө	6	Хээрийн судалгаагаар акцептор зүйлүүдийн төлөв шинжийг тогтоон хотын ногоон бүс болон эталон буфер зоноос тэдгээрийн дээж материалыг цуглуулж мэдээллийн дата санг үүсгэх	05-08 сар	Ажиглалтын 100 цэгээс болон эталон буфер 4 цэг бүрээс акцептор 3 зүйл хаг, 3 зүйл хөвдний 300 гаруй дээжийг аргазүйн дагуу цуглуулж, мэдээллийн дата санг үүсгэлээ	100 %	
	7	Судалгааны дээж материалыг зүйлийн түвшинд тодорхойлж лабораторийн боловсруулалтанд бэлдэх	8 сар	Акцептор хаг, хөвд ургамлуудыг зүйлийн түвшинд тодорхойлж зохих дугаарын дагуу цацрагийн шинжилгээнд шилжүүллээ.	100 %	
	8	Лабораторийн задлан шинжилгээ	8-12 сар	цацраг идэвхт ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U элементийг 1-2 давтамжаар харгалзах аргазүй, дээж бүрд анхан шатны боловсруулан/шатааж үнсжүүлсэнээс уусмал бодист шилжүүлэх г.м./холбогдох дүн мэдээг хүлээн авлаа.	100%	
	9	Явцын тайлан бичиж, захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүргүүлэх	6 ба 12-р сард	Явцын тайланг хүлээлгэн өгөв	100%	
	2022 оны бүтэн жилээр					
	10	Илэрх элементүүдийн α , β , γ түвшний идэвхжлийн онцлог ялгааг амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаар, агууламжийг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан боловсруулж дүгнэлт гаргаж хэлэлцүүлсэн байна.	1-5 сар	хаг болон хөвдийн дээжинд илэрсэн ^{238}Th , ^{232}K , ^{40}Cg , ^{137}Sr гэх үндсэн элементүүдийн Бк/кг агууламжийг амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх хязгаар, агууламжийг олон улсын кларк/дундаж үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан тэдгээрийн α , β , γ түвшний идэвхжлийн онцлог ялгааны талаар 2022 оны 5-р сарын 24 нд хүрээлэнгийн онол аргазүйн семинараар хэлэлцүүлэв (3 хүн).	100%	
	11	Цацраг идэвхт элементүүдийн хүлцэх концентрацийг үндэслэн холбогдох түвшний α , β , γ идэвхжил, хуримтлагдах талбар, тархах чиглэл, хил зааг зэргийг тус хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд тогтоож боловсруулсан байна.	1-9 сар	УБ хотын зурагласан цэгүүдэд тархсан хаг болон хөвдөнд илэрсэн ^{238}Th , ^{232}K , ^{40}Cg , ^{137}Sr гэх үндсэн элементүүдийн Бк/кг агууламжийг тэдгээрийн α , β , γ идэвхжил, хуримтлагдах талбар, тархах чиглэл, хил зааг зэргийг тус хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд тогтоон боловсруулах ажил хийгдэв.	100%	
	12	Судалгааны үр дүнг олон улсын чанартай эрдэм шинжилгээ онол практикийн хуралд 2-оос доошгүй удаа хэлэлцүүлж, 1-2 магистр бэлдсэн байна.	10 Сар	- Улаанбаатар хотын хөвд, хагны дээжид цацраг идэвхт элемент тодорхойлох судалгаа. ШУА-ийн Физик, технологийн хүрээлэнгийн бүтээл, (48) 141-151. өгүүлэл - Цацрагийн бохирдлын оронзайн түгэлтийг хаг, хөвдөөр илэрхийлэх. Зурагт атлас-ном хэвлэгдэж - Олон улсын э/ш-ний хурлын хэлэлцүүлэгт 1 материал илгээсэн. - Олон улсын мэргэжлийн сэтгүүлд МУИС-ийн ЦФС-ны төвийн эрдэмтдийн өгүүлэлд хамтран оролцож байна.	95%	
	13	УБ хотын суурьшлын ба бохирдлын эрсдийн зураглал 1:250000 масштаб суурь зураг дээр цацрагийн бохирдлын нөлөөллийн эрсдийн зэрэглэлийн зураглал үйлдэж хэвлэлтэнд шилжүүлээд байна	6-10 сар	Төслийн тайланг нэгтгэн зөвлөмжийн хамт боловсруулж хүлээлгэн өгөв.	100%	

III. ТӨСЛИЙН ҮР ДҮНГИЙН ДААЛГАВАРЫН БИЕЛЭЛТ /2019-2022/

Төслийн үр дүнг “Эрдэм шинжилгээний ажлын жилийн төлөвлөгөө”-нд тусгаж холбогдох арга хэмжээг гүйцэтгэлийн шалгуур үзүүлэлт (тоо, чанар, хугацаа, хүрэх үр дүн) бүрээр ханган биелүүллээ (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4.

Д/Д	Төслөөр бий болох үр дүн	Тоо хэмжээ	Үр дүнгийн үзүүлэлт	Үр дүнг хүлээлгэн өгсөн хугацаа	Биелэлт	Үр дүн, бүтээгдэхүүн
1	Агаар, орчны гаралт цацраг идэвхт зарим элементүүдийг акцептор 3 зүйл хаг, 3 зүйл хөвдөнд илрүүлнэ.	10 элемент	^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}Th , ^{238}U -ийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг тогтоож дүгнэнэ	2020-2021.	100%	   
2	УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдэнэ	1	УБ хотын суурьшлын ба ногоон бүсийн хүрээнд цацрагийн бохирдлын түвшин, тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчлэн зураглана	2022	100%	
3	Хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулна	1	Онц хортой элементүүдийн агууламж, динамик зөөгдлийн нөлөөллийг эрсдлийн зэрэглэлээр үнэлнэ.	2022	100%	Онц хортой элементүүдийн агууламж, динамик зөөгдлийн нөлөөллийг эрсдлийн техноген бүс, нөлөөллийн бүс, цэвэр бүс гэсэн зэрэглэлээр үнэлэв (зураг 24).
4	Судалгааны үр дүнг олон улсын хуралд хэлэлцүүлэн нийтлүүлж магистр бэлтгэнэ.	1-2	Сэдвийн үр дүнгээр	2019-2022.	90%	Онол аргазүйн семинарт -4 удаа хэлэлцүүлсэн (БЦХ болон МУИС) Хамтын өгүүлэл-2 (олон улсын мэргэжлийн сэтгүүлд 1 шилжсэн) Зурагт атлас-1 ном товхимол нийтлүүлж Зөвлөмж -1 боловсруулж Олон нийтийн TV-1 удаа ярилцлага өгч Тайлан- 3 (2019; 2020-2021; 2022) жил жилээр хүлээлгэн өгсөн.
5	Төслийн эцсийн тайлан бичиж захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүлээлгэн өгнө.	1	Төслийн эцсийн тайлан	2019-2022	100%	Тайлан- 3 (2019; 2020-2021; 2022).

3.1. ТӨСЛИЙН ЗОРИЛТ 1. ҮР ДҮНГИЙН ДААЛГАВАРЫН БИЕЛЭЛТ

д/д	Төслөөр бий болох үр дүн	Тоо хэмжээ	Үр дүнгийн үзүүлэлт	Үр дүнг хүлээлгэн өгөх хугацаа (он, сар)
1	Агаар, орчны гаралт цацраг идэвхт зарим элементүүдийг акцептор 3 зүйл хаг, 3 зүйл хөвдөнд илрүүлнэ.	10 элемент	^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U -ийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг тогтоож дүгнэв.	2020-2021
2	УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдэнэ	1	УБ хотын суурьшлын ба ногоон бүсийн хүрээнд цацрагийн бохирдлын түвшин, тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчилэн зураглана.	2021 он 12 сар
3	Хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулна	1	Онц хортой элементүүдийн агууламж, динамик зөөгдлийн нөлөөллийг эрсдлийн зэрэглэлээр үнэлнэ.	2022 12 сар
4	Судалгааны үр дүнг олон улсын хуралд хэлэлцүүлэн нийтлүүлж магистр бэлтгэнэ.	1-2	Сэдвийн үр дүнгээр	2021-2022
5	Төслийн эцсийн тайлан бичиж захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүлээлгэн өгөх	1	Төслийн эцсийн тайлан	2021 оны 12 сард багтаана

Дээрх зорилтот ажлын үр дүнг (хүснэгт 5) дараах ажлын календарчилсан төлөвлөгөөг баримталж судалгаа шинжилгээний ажлыг үүссэн цар тахлын нөхцөл байдал, санхүүжилтийн улмаас шалтгаалан он дамжиж хэрэгжүүлж дуусгасан болно, Үүнд:

ҮР ДҮНГИЙН ТАЛААРХ ТОЙМ МЭДЭЭЛЭЛ

1. Манай орны нөхцөлд УБ хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд хатуу түлшний шаталтаас үүдэлтэй агаарын бохирдлын гаралт цацраг идэвхт ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U зэрэг элементүүдийн амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаарыг олон улсын түвшинд цацрагийн акцептор *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X.stenophylla* хаг болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* хөвдөд тогтоож, агууламжийг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан дүгнэх материалуудыг бүрэн бэлтгэж дууслаа.

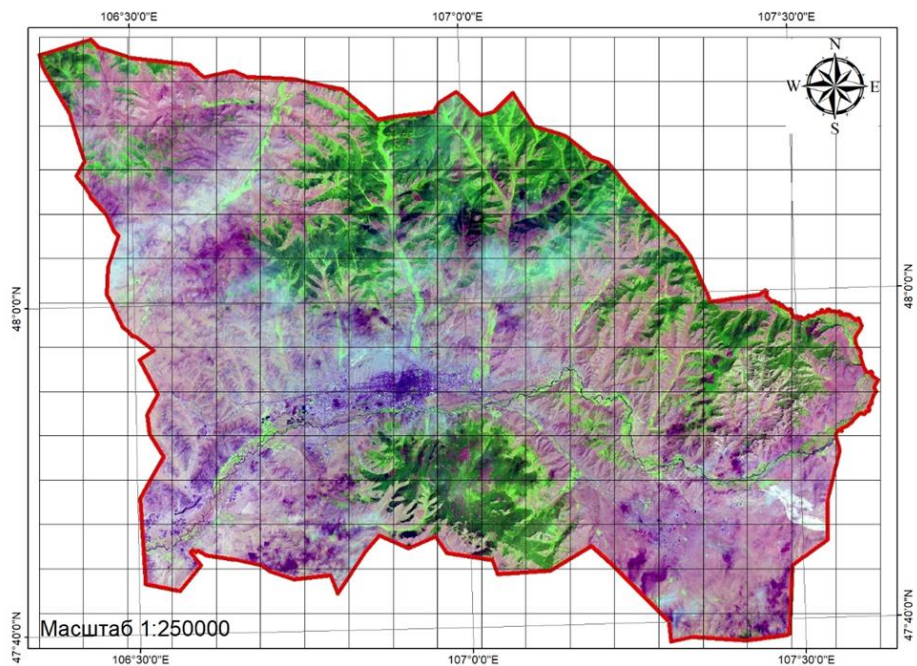
Энэхүү төсөлт ажлын жил жилийн үр дүнгийн хэрэгжилтэнд анхаарч, үйл ажиллагааг батлагдсан календарчилсан төлөвлөгөөний (хүснэгт 6) дагуу биелэлтийг хагас жил жилээр хянаж гарах эрсдэл, үр дагавраас сэргийлэх, бүтээгдэхүүн нийлэлтийн үр дүнг сурталчлах, хэлэлцүүлэх байдлаар хагас жил, жилийн тайланг гаргаж дүгнэх зэрэг үйл ажиллагааг хэрэгжүүлж ажиллаа.

ТӨСЛӨӨР ГҮЙЦЭТГЭХ АЖЛЫН КАЛЕНДАРЧИЛСАН ТӨЛӨВЛӨГӨӨНИЙ БИЕЛЭЛТ

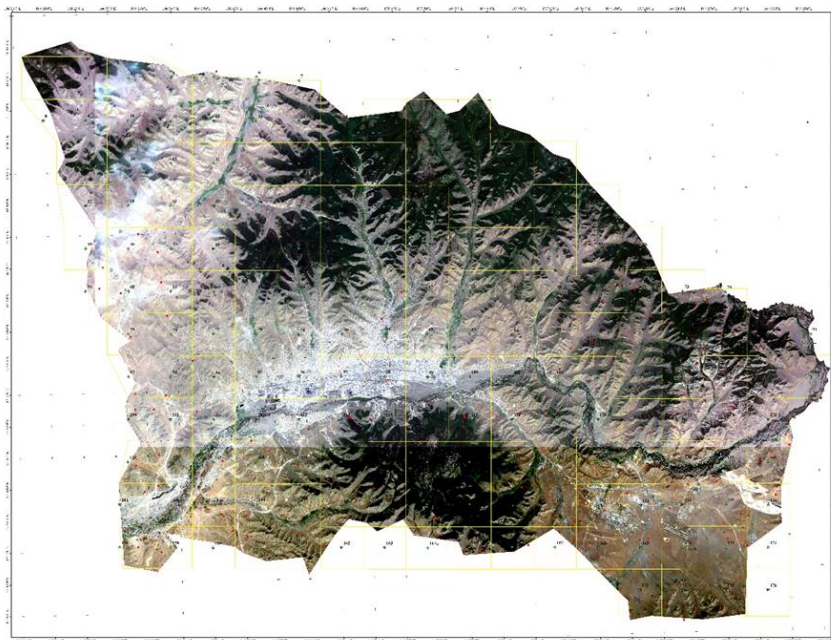
д/д	Төслийн хүрээнд гүйцэтгэх тодорхой үе шатны ажлын нэр	Эхлэх дуусах хугацаа	Гүйцэтгэгчдийн овог, нэр, мэргэжил	Тухайн шатны үр дүн
2019-2020 он				
1.	Хээрийн судалгаагаар цацрагын акцептор зүйлүүдийн төлөв шинжийг тогтоон улмаар хотын ногоон бүс болон эталон буфер зоноос илрүүлж тэдгээрийн дээж материалыг сонгон цуглуулж мэдээллийн дата сан үүсгэх	2019	О.Энхтуяа, хагийн, экологи, таксономист С. Жавхлан ургамал зүйч, хаг судлаач Э.Энхжаргал экологич, хөвд судлаач	Ажиглалтын хотын ногоон бүсийн 100 цэг болон эталон буфер 4 цэг бүрээс акцептор <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Xanthoparmelia camtchadalis</i> , <i>X. stenophylla</i> болон <i>Pylaisiella polyantha</i> , <i>Rhytidium rugosum</i> , <i>Grimmia longiostris</i> –г арга зүйн дагуу цуглуулж, цуглуулгын мэдээллийн дата санг үүсгэв.
2.	Судалгааны дээж материалыг зүйлийн түвшинд тодорхойлж лабораторийн боловсруулалтанд бэлдэнэ	2019	З. Дамдинсүрэн цөмийн физикч Х. Идэрмөнх цацрагийн хяналтын лаб.	Акцептор хаг, хөвд ургамлуудыг зүйлийн түвшинд тодорхойлсонг бүртгэлжүүлэн зохих дугаарын дагуу цацрагын шинжилгээнд шилжүүлэв.
3.	Лабораторийн задлан шинжилгээ	2020	Б. Мөнхцэцэг цөмийн энергийн төвийн э/ш ажилтан	Лаборатори орчинд хатуу түлшний шаталтаас үүдэлтэй цацраг идэвхт ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U зэрэг элементүүдийг 1-2 давтамжаар харгалзах аргазүй, систем багажаар акцептор дээж бүрд анхан шатны боловсруулалт /шатааж үнсжүүлсэнээс уусмал бодист шилжүүлэх г.м./ хийн шинжилж тогтоолоо.
4.	Явцын тайлан бичиж, захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүргүүлэх	6, 12 сард	Төслийн удирдагч	2019-2020 оны явцын тайлан хүлээлгэн өгсөн.

Зорилгод ажлын биелэлтүүд:

УБ хотын хилийн бүсийн хүрээнд ландшафт гадаргын хотгорын аллювийн хуримтлал, дунд бэсрэг уулсын хөндийнүүдийн завсар хооронд шүлжин тархах бохирдсон агаарын замналын дагуу цацрагт элементүүдийн хуримтлагдах агууламжийн харьцааг тогтооход нийт талбайг 1 –тэй тэнцүү утганд авч үзээд түүнээс их бага агууламжийн харьцааг 2000 х 2000 м² бүхий ажиглалтын цэг бүртэй харьцуулах ажлын 1 : 250 000 хэмжээст загвар зураг хийв. Судалгааны ажлын аргачилал, загварын дагуу буфер-эталон ба ажлын 160 цэгүүдийн байршил тогтоогдож, тэдгээрийн оронзайн ялгарал, орчны ажиглалтын зохих хэмжилтүүдийг хийлээ. Үүнд: Зураг 1 ба 2.



Зураг 1. Судалгааны талбайн буфер-эталон ба ажиглалтын 164 цэгүүдийн байршилыг тогтоосон загвар зураг.



Зураг 2. Судалгааны ажиглалт талбай бүрийг Google map дээр буулгасан ажлын зураг

Үр дүнгийн шинэлэг тал 1.

1. Нийт ажиглалтын 164 цэг болон эталон буфер 4 цэг бүрээс акцептор *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X. stenophylla* болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* –г арга зүйн дагуу цуглуулж, цуглуулгын мэдээллийн дата санг үүсгэх үүднээс хээрийн судалгааг хэрэгжүүлэв.

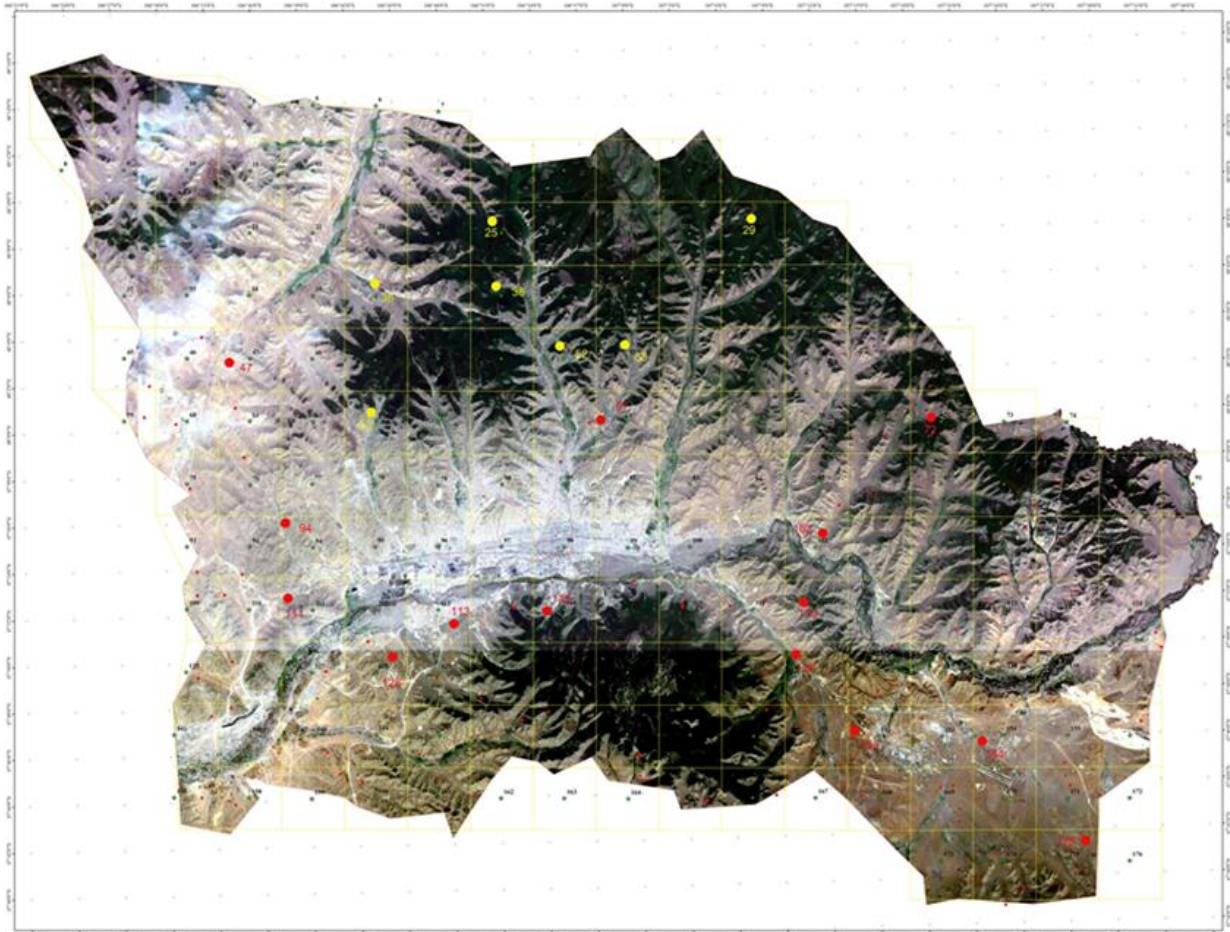
Хийгдсэн ажил:

Улаанбаатар хотын 6 дүүргийн (Баян гол, Хан уул, Сонгино хайрхан, Чингэлтэй, Сүхбаатар, Баянзүрх) сонгосон газруудад судалгааны биет болон тоон мэдээллийг цуглуулах зорилгоор хотын суурьшлын болон ногоон бүсэд сонгосон цэгүүдээс цацрагийн акцептор *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X. stenophylla* болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* –эрж хайн цуглууллаа. Зарим ажиглалтын цэгт хаг, хөвд огт тааралдаагүй тул цуглуулга бүрдүүлэх боломжгүй байв. Харин суурьшлийн бүсээс алслагдах бүрд тэдгээрийн олдоц, арви дээшилж улмаар лабораторийн судалгааны дээж материалыг эрж хайн цуглуулж, холбогдох мэдээллийг бүрдүүлээ. Ийнхүү судалгааны материал бүрдүүлэх үүднээс хээрийн судалгаагаар дээрх ажиглалтын 164 талбайгаас 120 цэгт хайгуул судалгаа явуулж үүнээс цацрагийн акцептор *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X. stenophylla* болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* –г арга зүйн дагуу (Энхтуяа, 2007) цуглуулж,



Зураг 3. Акцептор хаг, хөвдийн дээж материал цуглуулах хээрийн ажиглалт судалгааны явц

тэдгээрийн мэдээллийн дата санг үүсгэн тэмдэглэл, фото зургаар баяжуулж ажиллаа. Тэдгээрт хамаарах харьцуулах загвар эталон 45 цэгийг сонгож хээрийн судалгааг гүйцэтгэснээр судалгааны дүнд, харгалзах биет болон тоон мэдээллийг бүрдүүлж, холбогдох цэг бүрээс арга зүйн дагуу (Heinrich et al., 1993; Bartok et al., 1998; Guillite et al., 1994) цацрагийн акцептор хаг *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X. stenophylla* болон хөвд *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* -ийг эрж хайн цуглууллаа. УБ хотын ажиглалтын цэгээс сонгон дээж цуглуулсан нийт цэгийн байршлийг зураг 4 -д үзүүлэв.



Зураг 4 . Лабораторийн шинжилгээнд хамрагдсан дээжүүдийн цэгэн байршил

Цуглуулсан дээж материалуудад ангилалзүйн боловсруулалт хийж, амьдрах орчны дата материалын талаарх мэдээлэл бүрдүүлэн ажилсанг төлөөлүүлэн жишээ болгон хүснэгт 7 ба 8-д үзүүлэв.

УБ хот орчмын цацрагийн бохирдлын түвшинг тогтоох судалгаанд хамрагдсан
дээж материал цуглуулсан газар нутгийн холбогдох мэдээлэл

№	site	list number	N	E	h	weight/ lichens	habitate	substrate
1	Налайх	169	47°43'55.3"	107°18'58.0"	1404	524,2	Хээр	Хөрсний хаг
2	Налайх	169	47°42'25.5"	107°20'04.9"	1473	389,5	Хээр	
3	Налайх	169	47°43'59.67"	107°19'45.27"	1393	306,7	Хээр	Хөрсний
4	Налайх	174	47°39'53.9"	107°21'05.9"	1570	637,6	Хээр	Хөрсний хаг
5	Налайх	174	47°38'47.7"	107°22'52.1"	1713	510,3	Хээр	Хөрсний хаг
6	Налайх	174	47°41'03.4"	107°22'36.0"	1545	363,8	Хээр	Хөрсний хаг
7	Налайх	170	47°43'18.3"	107°23'19.0"	1471	361,8	Хээр	Хөрсний хаг
8	Налайх	154	47°45'52.4"	107°21'51.4"	1415	348,17	Хээр	Хөрсний хаг
9	Налайх	152	47°46'26.5"	107°13'34.2"	1493	439,77	Хээр	Хөрсний хаг
10	Тэрэлж	74	47°58'50.9"	107°26'03.1"	1576	323,61	Larix ой	Модны хаг
11	Тэрэлж	106	47°54'25.6"	107°27'17.5"	1612	303,48	Larix ой	Модны хаг
12	Тэрэлж	73	47°58'43.7"	107°24'56.7"	1620	254,05	Larix ой	Модны хаг
13	Тэрэлж	89	47°56'49.7"	107°27'14.3"	1588	267,74	Larix ой	Модны хаг
14	Тэрэлж	88	47°55'01.2"	107°24'52.1"	1603	348,45	Larix ой	Модны хаг
15	Сэлбэ		4758'22.28"	106°55'18.49"	1310		poima	no lichens
16	Бэлх	67	48°00'0.29"	106°57'10.74"	1812	295,98	Уул. хээр	Хөрсний хаг
17	Цонжин болдог		47°47'30.3"	107°31'49.4"	1550	290,66	Уул. хээр	Хөрсний хаг
18	Цонжин болдог		47°43'51.3"	107°27'11.4"	1509	307,28	Уул. хээр	Хөрсний хаг
19	Цонжин болдог		47°47'22.0"	107°23'37.1"	1461	559,12	Уул. хээр	Хөрсний хаг
20	Цонжин болдог	140	47°49'39.8"	107°33'17.2"	1496	308,32	Уул. хээр	Хөрсний хаг
21	Цонжин болдог	175	47°41'24.8"	107°28'15.0"	1538	367,25	Уул. хээр	Хөрсний хаг
22	Цонжин болдог	155	47°44'49.3"	107°26'53.4"	1486	333,32	Уул. хээр	Хөрсний хаг
23	Цонжин болдог	124	47°51'19.4"	107°33'56.7"	1484	440,62	Уул. хээр	Хөрсний хаг
24	Цонжин болдог	172	47°43'23.0"	107°29'0.73"	1529	408,39	Уул. хээр	Хөрсний хаг
25	Цонжин болдог	138	47°47'29.8"	107°26'18.4"	1469	456,21	Уул. хээр	Хөрсний хаг
26	Тэрэлж, Тэлхий хад	105	4753'00.18"	10723'30.89"	1508	200,04	Petula, Larix ой	Модны хаг
27	Тэрэлж, Тэлхий хад	136	47°48'08.16"	107°15'06.64"	1479	427,82	Уул. хээр	Хөрсний хаг
28	Тэрэлж, Тэлхий хад	135	47°49'47.26"	107°09'59.98"	1403	682,96	Уул. хээр	Хөрсний хаг
29	Тэрэлж, Тэлхий хад	122	47°51'49"	107°22'17.2"	1570	249,52	Petula, Larix ой	Модны хаг
30	Тэрэлж, Тэлхий хад	137	47°48'35.42"	107°19'46.14"	1427	404,28	Уул. хээр	Хөрсний хаг

31	Тэрэлж, Тэлхий хад	121	47°50'35.84"	107°20'17.51"	1494		Уул. хээр	no lichens
32	Налайх, Хонхор	119	47°51'58.93"	107°10'33.31"	1612	482,85	Petula, Larix	Модны хаг
	-	150	47°47'28.47"	107°08'00.82"	1490		Шинэсэн ой	no lichens
33	Налайх,	151	47°46'51.31"	107°10'28.13"	1483	504,65	Шинэсэн ой	Хөрсний хаг
34	Налайх,	134	47°49'01.05"	107°08'00.15"	1504	692,46	хээр	Хөрсний хаг
35	Налайх,	118	47°52'11.07"	107°08'07.54"	1418	432,87	хээр	Хөрсний хаг
36	Налайх,	123	47°52'10.38"	107°27'53.78"	1516	198,68	Petula, Larix	Модны хаг
37	Богд уул, Манзушир	163	47°45'39.18"	106°59'44.29"	1659	521,57	гацуур- улиангаран ой	Хөрсний хаг
38	Богд уул,	167	47°44'05.01"	107°12'47.68"	1515	488,35	Уул. хээр	Хөрсний хаг
39	Богд уул,	164	47°44'45.82"	106°59'50.65"	1617	500,18	Шинэсэн ой	Хөрсний хаг
40	Богд уул,	165	47°43'38.43"	107°04'07.93"		541,56	Уул. хээр	хадны хаг
41	Богд уул					583,54	Уул. хээр	Хөрсний хаг
42	Богд уул,	166					Шинэсэн ой	no lichens
43	Богд уул, Нүхт	129	47°49'20.9"	106°41'01.9"	1358	473,21	Уул. хээр	Хөрсний хаг
44	Богд уул,	113	47°51'29.5"	106°48'07.7"	1289	527,75	Уул. хээр	Хөрсний хаг
45	Богд уул,	116	47°51'59.67"	107°02'50.75"	1557	328,05	Шинэсэн ой	Модны хаг
46	Богд уул, Зайсан	115	47°51'58.8"	107°02'50.11"	1507		Уул. хээр	no lichens
47	Богд уул,	114					хус- гацуурт ой	no lichens
48	Богд уул,	130	47°48'16.9"	106°49'50.9"	1546		Petula, Larix	no lichens
49	Гачуурт	71	47°50'03.8"	107°16'07.6"	1728	548,96	Шинэсэн ой	Хөрсний хаг
50	Гачуурт	85	47°56'10.2"	107°12'59.8"	1468	419,11	Уул. хээр	Хөрсний хаг
51	Гачуурт	86	47°58'02.1"	107°15'46"	1651	471,96	Petula, Larix	Модны хаг
52	Гачуурт	87	47°58'02.1"	107°20'39.4"	1674	335,03	бургас-хус- шинэсэн ой	Модны хаг
53	Гачуурт	102	47°54'53.6"	107°11'53.3"	1393	674,31	Уул. хээр	Хөрсний хаг
54	Гачуурт	72	47°59'49.8"	107°19'10.4"	1750	342,14	Petula, Larix	Модны хаг

2020 ба 2022 оны дээж цуглуулсан газрын мэдээлэл

№	Дээж авсан газрын нэр	Урт-раг	Өргөрөг	Өндөр	Ургах орчин	Зүйлийн нэр	Дээжний дугаар
1	Налайх (уулын хормой бэл)	107.36	47.76	1415	Хээр	хөрсний хаг *	L-154
2	Налайх (уул-энгэр)	107.31	47.77	1493	Хээр	хөрсний хаг	L-152
3	Сэлбэ (уул-энгэр)	106.95	48	1812	Хээр	хөрсний хаг	L -67
4	Айдасын давааны урд талд (уул-энгэр)	106.73	47.86	1277	Хээр	хөрсний хаг	L -128
5	Рашаантын зүүн урд (уул-ар энгэр)	106.57	48.04	1332	Хээр	хөрсний хаг	L -47
6	Баруунтурууны зүүн тал (уулын баруун энгэр)	106.62	47.93	1389	Хээр	хөрсний хаг	L -94
7	Налайх (уулын хормой)	107.47	47.79	1540	Хээр	хөрсний хаг	L-175
8	Хонхор (уулын хормой)	107.16	47.82	1403	Хээр	хөрсний хаг	L-135
9	Гачуурт (уулын энгэр)	107.19	47.91	1393	Уулын хээр	хөрсний хаг	L -102
10	Богд уул (уулын энгэр)	106.8	47.85	1289	Уулын хээр	хөрсний хаг	L -113
11	Эмээлтийн зүүн урд тал (уулын энгэр)	106.62	47.87	1358	Хээр	хөрсний хаг	L -111
12	Санзай (Халзангийн даваа)	106.86	48.14	1565	ой	модны хаг **	L-25
13	Партизан	106.74	48.07	1394	хээр	хөрсний хаг	L-36
14	Майхан Толгой-1	106.87	48.09	1459	ой	модны хаг	L-38
15	Найрамдал зуслан	106.73	48.02	1515	ой	модны хаг	L-63
16	Богд уул (ар энгэр)	107.04	47.86	1507	ой	модны хөвд***	M-115
17	Гачуурт (ар энгэр)	107.31	47.99	1750	Ой	модны хөвд	M -72
18	Хонхор (ар энгэр)	107.17	47.86	1612	ой	хөрсний хөвд****	M -119
19	Улиастайн ам	107.07	48.01	1565	ой	хөрсний хөвд	M-29
20	Хуурай мухарын ам	106.91	48.07	1320	ой	хөрсний хөвд	M-52
21	Бэлхийн ам	107.02	48.03	1639	ой	хөрсний хөвд	M-53

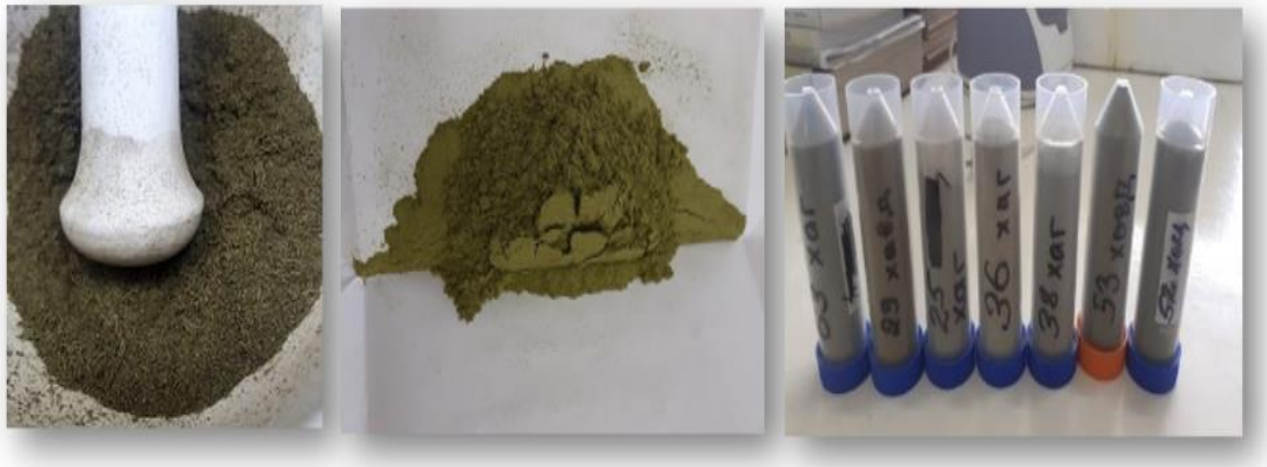
Ийнхүү үр дүнгийн зорилтод даалгаварын хүрээнд дагуу календарчилсан төлөвлөгөөний зорилгын хүрээнд бид УБ хот орчмын цацрагийн бохирдлын түвшинг тогтоох судалгаанд хамрагдсан дээж материал цуглуулсан газар нутгийн холбогдох мэдээлэл бүрдүүлж ажиллав.

Үр дүнгийн шинэлэг тал 2.

Акцептор хаг, хөвд ургамлуудыг зүйлийн түвшинд тодорхойлсонг бүртгэлжүүлэн зохих дугаарын дагуу цацрагын шинжилгээнд шилжүүлэв.

Акцептор хаг, хөвд ургамлуудыг зүйлийн түвшинд тодорхойлсонг бүртгэлжүүлэн зохих дугаарын дагуу ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U цацрагын шинжилгээнд илгээж чанарын анализ хийгдэв. Үүнд, цуглуулсан дээжийг шинжилгээнд

бэлтгэх талаар нарийн аргачлал боловсруулж холбогдох дээжүүдийг хатаах, нунтаглах, үнсжүүлэх зэргээр дээжийг бэлтгэв.



Зураг 5. Цацрагийн лабораторт шилжүүлэх хаг, хөвдийн үнсжүүлсэн дээж материалууд

УБ хотын суурьшлын болон ногоон бүс орчмын ажиглалтын 120 цэгээс цуглуулсан (2019, 2020, 2022) *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X. stenophylla* болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* хөвдийг сонгож лабораторийн задаргаанд шилжүүлж урьдчилсан чанарын анализэд бэлтгэв. Үүнд, дээрх судалгаанд хамрагдсан цэгүүдээс цуглуулсан акцептор зүйлүүдээс сонгосон дээж бүрээс 200 гр -ийг хатаах шүүгээнд 105°C - 450°C - нэг цаг байлгаж үнсжүүлсэн. Тэдгээрийг нунтаглаж, тус бүрээс 40-50 гр-ийг битүүмжилсэн саванд байршуулж холбогдох лабораторийн задаргаанд шилжүүлээ (Зураг 5 ба хүснэгт 9).

Зураг 6. Цацрагийн акцептор хаг, хөвдийн дээж материалыг тоорхойлох,



лабораторт шилжүүлэх бэлтгэл ажлын дараалал

Үр дүнгийн шинэлэг тал 3.

Ажиглалтын хотын ногоон бүсийн 120 цэг (69 хаг, 43 хөвд) болон эталон буфер 4 цэг бүрээс акцептор *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X. stenophylla* болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* –Г арга зүйн дагуу цуглуулж, цуглуулгын холбогдох мэдээллийн дата санг үүсгэв.

D/d	LIST/D	хугацаа	дэжж	Газрын байршил	өндөр	Lat_D	Lat_M	Lat_S	Long_D	Long_M	Long_S	X	Y	Тайлбар
1	List-169	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын бэл цэг)	1404	107	18	58	47	43	55.3	107.3161	47.73203	
2	List-169	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын бэл цэг)	1473	107	20	4.9	47	42	25.5	107.3347	47.70708	Дубнай явуулсан дээж
3	List-169	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын бэл цэг)	1393	107	19	45.27	47	43	59.67	107.3292	47.73324	
4	List-174	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын энгэр)	1570	107	21	5.9	47	39	53.9	107.3516	47.66497	
5	List-174	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын энгэр)	1713	107	22	52.1	47	38	47.7	107.3811	47.64658	
6	List-174	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын энгэр)	1545	107	22	36	47	41	3.4	107.3767	47.68428	
7	List-170	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын бэл цэг)	1471	107	23	19	47	43	18.3	107.3886	47.72175	
8	List-154	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын хормой бэл цэг)	1415	107	21	51.4	47	45	52.4	107.3643	47.76456	Цөмийн физикийн лаборатор
9	List-152	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын энгэр)	1493	107	13	342	47	46	26.5	107.3117	47.77403	Цөмийн физикийн лаборатор
10	List-67	29.08.2019	хөрсний хаг	Сэлбэ (уулын энгэр)	1812	106	57	10.47	48	0	0.29	106.9529	48.00008	Цөмийн физикийн лаборатор
11	List-156	30.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын энгэр)	1550	107	31	49.4	47	47	30.3	106.5304	47.79175	
12	List-171	16.08.2019	хөрсний хаг	Налайх (уулын энгэр)	1510	107	27	11.4	47	43	51.3	107.4532	47.73092	
13	List-128	24.09.2019	хөрсний хаг	Айдасын давааны урд талд (уулын энгэр)	1277	106	44	21.5	47	50	100	106.7393	47.86111	Цөмийн физикийн лаборатор
14	List-112	09.09.2019	хөрсний хаг	Нисэх	1570	107	22	17.2	47	51	52.9	107.3714	47.86469	Дубнай явуулсан дээж
15	List-126	24.09.2019	хөрсний хаг	Эмээлт захын урд зүгт (уулын энгэр)	1267	106	34	2.1	47	50	4.6	106.5673	47.83461	
16	List-109	30.09.2019	хөрсний хаг	Эмээлтийн баруун урд тал (уулын энгэр)	1385	106	31	53.7	47	52	57.1	106.5316	47.88253	
17	List-111	30.09.2019	хөрсний хаг	Эмээлтийн Зүүн урд тал (уулын энгэр)	1358	106	37	39.7	47	52	46	106.6277	47.87944	Цөмийн физикийн лаборатор
18	List-75	30.09.2019	хөрсний хаг	Эмээлтийн баруун хойд тал (уулын баруун энгэр)	1349	106	31	33.4	47	57	33.4	106.5259	47.95928	
19	List-92	30.09.2019	хөрсний хаг	Эмээлтийн баруун тал (уулын энгэр)	1408	106	31	55.5	47	53	57.7	106.5321	47.89936	
20	List-146	23.09.2019	хөрсний хаг	Богд Уул (уулын баруун энгэр)	1613	106	52	27.3	47	47	17.5	106.8743	47.78819	
21	List-147	23.09.2019	хөрсний хаг	Богд Уул (уулын баруун энгэр)	1811	106	54	7.8	47	47	38	106.9022	47.79389	

Зураг 7. Цацрагийн лабораторт шилжүүлсэн акцептор хаг, хөвдийн цуглуулгын дата сан

Судалгааны дээжид цацраг идэвхт элементийг илрүүлэх, хэмжээг нь үнэлэн тогтоох талаар нарийвчлан зөвлөлдөн ярилцаж тохиролцов. Тухайлбал: Хаг, хөвдний дээжинд цацраг идэвхт болон хортой хүнд элемент тодорхойлох цөмийн физикийн багажит аналитик аргуудаас **РЕНТГЕНФЛУОРЕСЦЕНЦ**, **ИДЭВХЖЛИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ АРГУУДЫГ** сонгон урьдчилсан туршилт явуулан аргын сонголт хийхээр тогтов. Түүнчлэн урьдчилсан туршилт шинжилгээ хийх лабораториудтой ярилцаж тохиров. Тухайлбал, ЦШНИ-ийн Цөмийн урвалын лабораторийн микротрон МТ-25 ашиглан гамма болон нейтрон идэвхжилийн шинжилгээг 30 дээжинд хийх талаар Цөмийн аналитик группийн дарга М.В.Густова, Микротроны группийн дарга С.В. Митрофанов нарт санал тавьсан боловч хэмжих багаж төхөөрөмжийн байдлаас хамааран зөвхөн 10 дээжинд шаралт, хэмжилт хийх боломжтой гэсэн хариу авч, нэг ажилтан явж тус лабораторт холбогдох туршилт хийв. Энэхүү туршилтын үр дүнгээс тоймлон дурдвал:

Акцептор хаг, хөвдийн дээж бэлтгэн боловсруулалтын дүнгээс

	Дээж №	Газрын байршил	субстрат	бохир жин	хуурай жин	хатсан зөрүү	савалсан жин	цэвэр жин	нунтагласан жин	Үнсжсэн
Хөвд	71	Гачуурт	хөрсний хөвд	85,5	83,83	1,67	33,11	27,3015	22,3377	
Хөвд	87	Гачуурт	хөрсний хөвд	95,89	94,14	1,74	37,4		38,4668	26,0632
Хөвд	151	Налайх, Хонхор	хөрсний хөвд	73,66	71,68	1,98	37,04	21,4714	19,5076	
Хөвд	146	Богд уул	хөрсний хөвд	50,13	45,44	4,69	33,94			13,3232
Хөвд	116	Богд уул, Нүхт	модны хөвд	67,02	65,43	1,59	37,1	20,1872	15,2234	
Хар	71	Гачуурт	хөрсний хаг	100	99,3	0,7	41,1	39,2258	34,262	
Хар	87	Гачуурт	модны хаг	90	85,95	4,05	35,91		15,0711	10.2812
Хар	151	Налайх, Хонхор	хөрсний хаг	90	87,92	2,08	39,86	34,6312	29,6674	
Хар	169	Налайх	хөрсний хаг	100	98,38	1,62	39,38	42,897	37,9332	
Хар	112	Нисэх	хөрсний хаг	110	100,65	9,35	40,79	39,955	35,0312	

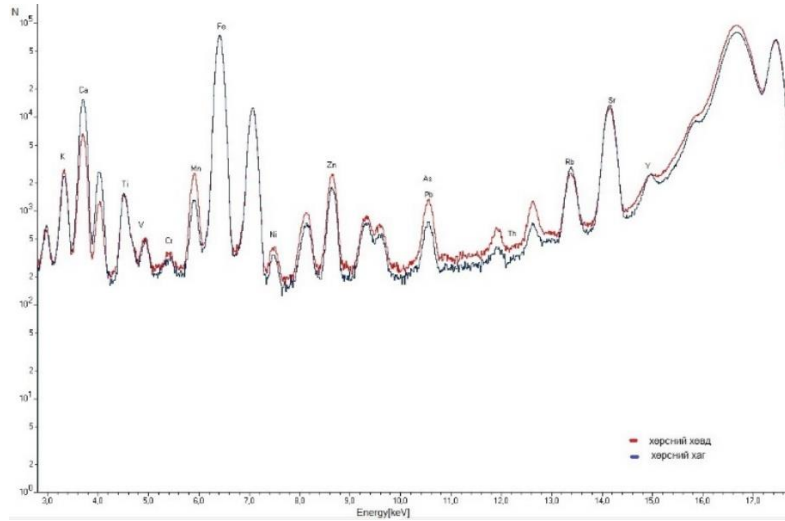
Лабораторийн шинжилгээний анхан шатны шинжилгээгээр агаар, орчны гаралт цацраг идэвхт зарим ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , 234 , ^{238}U -ийн элементийг акцептор 3 зүйл хаг, 3 зүйл хөвдөнд тогтоох чанарын шинжилгээг явуулав (Хүснэгт 10).

Лабораторийн шинжилгээний энэхүү анхан шатны дүнг үндэслэн цаашид дээрх акцептор хаг болон хөвдөнд илрүүлэх боломжтой зарим цацраг идэвхт ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , 234 , ^{238}U -ийн элементийн чөлөөт изотопуудын агууламжид харгалзах тоон үзүүлэлтийг нарийвчлан тооцоолох боломжтой нь батлагдаж байлаа (Зураг 8,9,10)

Чанарын шинжилгээний үр дүн:

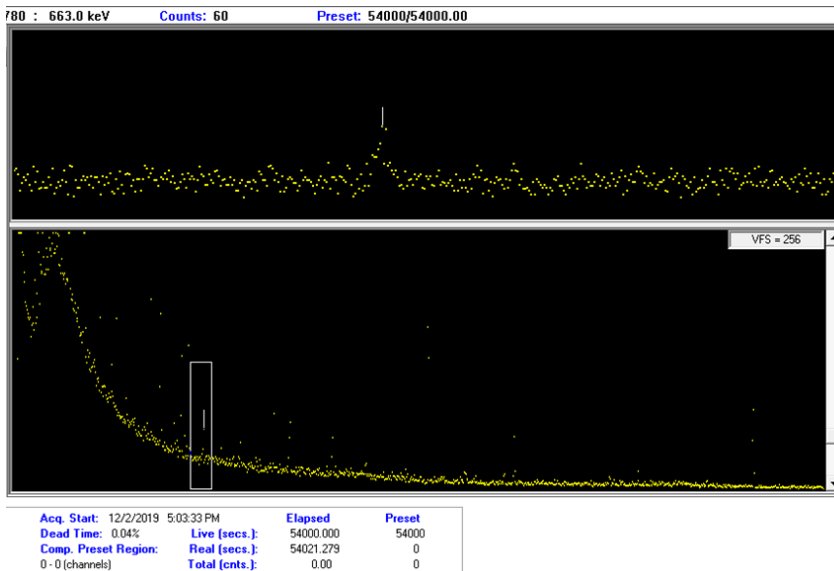
№	Дээжийн нэр	Илэрсэн изотопууд
1	Хөрсний хөвд №71	K-40, Th, U
2	Хөрсний хөвд №87	K-40, Th
3	Хөрсний хөвдний үнс №87	K-40, Th,
4	Хөрсний хөвд №151	K-40, Th, Cs-137
5	Хөрсний хөвд №146	K-40,
6	Модны хөвд №116	K-40, Th, U
7	Хөрсний хаг №71	K-40, U, Cs-137
8	Хөрсний хаг №151	K-40, Th, U, Cs-137
9	Хөрсний хаг №169	K-40, Th, U, Cs-137
10	Хөрсний хаг №112	K-40, Th, U, Cs-137

УБ хотын суурьшлын болон ногоон бүс орчмын ажиглалтын зарим цэгээс цуглуулсан *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *X.stenophylla* болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, *Grimmia longiostris* хөвдийг сонгож ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U цацрагын лабораторийн задаргаанд шилжүүлж урьдчилсан чанарын анализэд бэлтгэж хүлээлгэн өгөв. Урьдчилсан чанарын шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд рентгенфлуоресценцийн шинжилгээний аргаар цацраг идэвхт кали-40, зарим дээжинд тори тодорхойлж болохоос гадна хортой болон зарим хүнд элемент тодорхойлох боломжтой нь харагдаж байна.



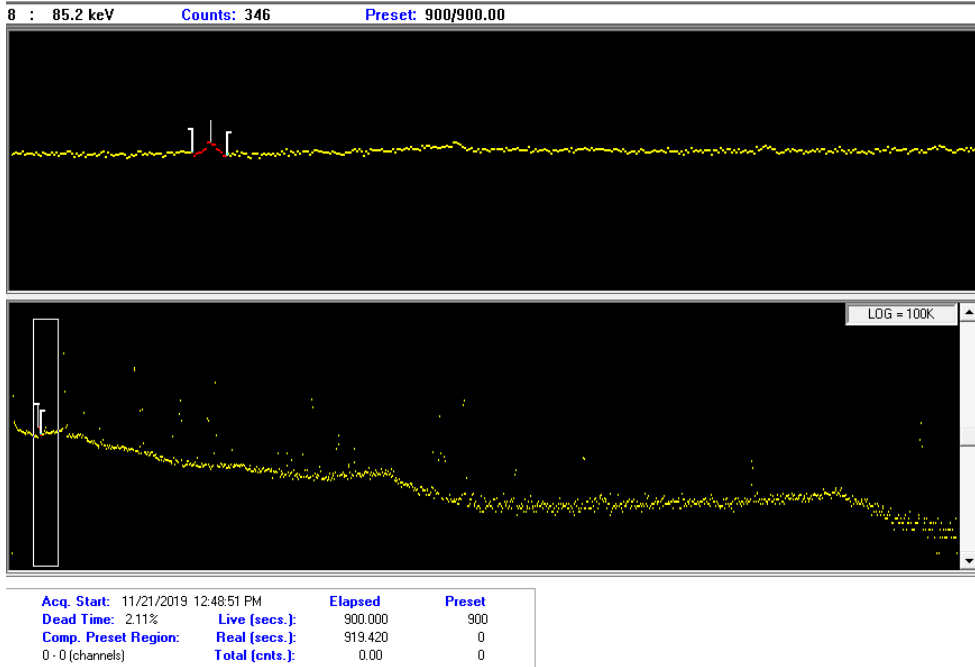
Зураг 8. 151 дугаартай хаг, хөвдний дээжийн рентген спектр

8. Cs-137

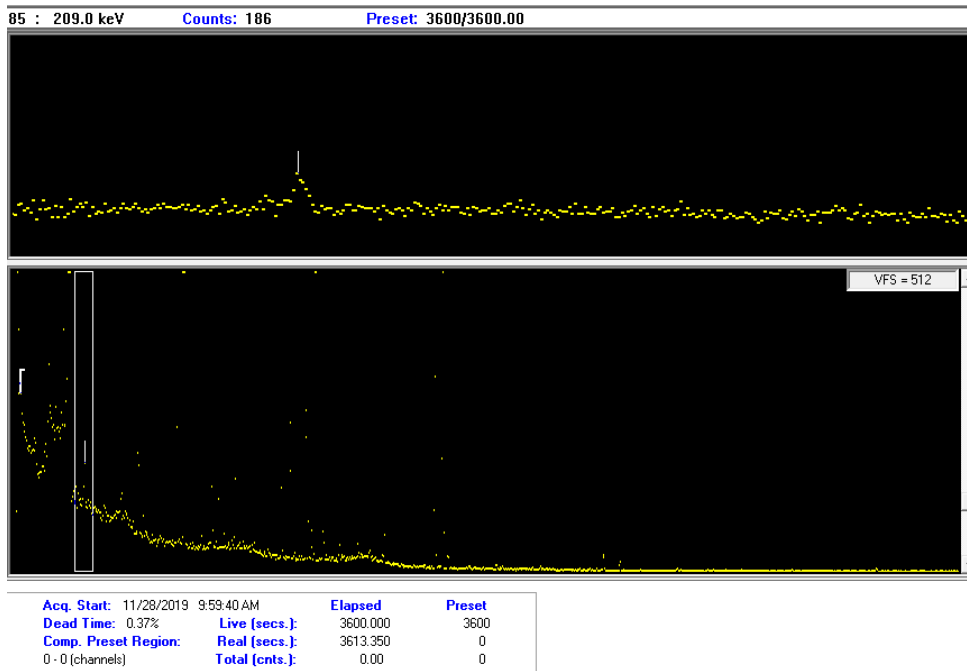


Зураг 9. Гамма идэвхжлийн аргаар хэмжсэн цези-137 спектр

10 Th



11 U



Зураг 10. Идэвхжлийн аргаар хэмжсэн торийн ба ураны спектр

Цаашид акцептор хаг, хөвдний судалгааны дээжид цацраг идэвхт элемент тодорхойлох ажлыг зохион байгуулан гүйцэтгэв.

Үр дүнгийн шинэлэг тал 4. Лаборатори орчинд хатуу түлшний шаталтаас үүдэлтэй цацраг идэвхт ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U зэрэг элементүүдийг 1-2 давтамжаар харгалзах аргазүй, систем багажаар акцептор дээж бүрд анхан шатны боловсруулалт /шатааж үнсжүүлсэнээс уусмал бодист шилжүүлэх г.м./ хийн мэдрэг багажид илрэх **цацрагийн изотопуудыг шинжилж тогтоолоо.**

Хаг, хөвдний судалгааны дээжид цацраг идэвхт элемент тодорхойлох ажлын зарим үр дүнгээс тоочвол:

Орчин үед аливаа дээжид байгаа байгалийн болон зохиомол цацраг идэвхт ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs зэрэг элементийн изотопуудыг тодорхойлох найдвартай, сайн аргын нэг бол бага фон бүхий гамма спектрометрийн арга юм. Ийм аргаар шинжилгээ хийлгэхээр хөрсний хаг, хөвдний 120 гаруй дээжийг бэлтгэн өгөв. Шинжилгээний аргазүйн талаар товч авч үзье.

Шинжилгээний дээжид цацраг идэвхт изотопуудын хувийн идэвхийг гамма спектрометрийн шинжилгээ (ГСШ)-ний MNS 5626:2006 стандартаар тодорхойлсон.

ГСШ-ний арга нь аливаа дээжээс гарах гамма цацрагийг бүртгэн түүний энергиэр нь ямар элементийн изотоп болохыг таньж, эрчмээр нь уг дээж дэх тухайн элементийн изотопын хувийн идэвхийг тодорхойлоход үндэслэдэг. Судалгааны дээжийг 50 мл эзлэхүүнтэй тусгай цилиндр саванд хийж жигд дарж нягтруулан хэмжилтэд бэлтгэсэн. Бэлэн болсон дээжийг ^{60}Co изотопын 1332 кэВ энергитэй шугамд 1.8 кэВ энергийн ялгах чадвартай хагас дамжуулагч цэвэр германи детектор, 8192 сувагт анализатор бүхий CANBERRA фермийн гамма спектрометрээр 16 цаг хэмжсэн. Энэ нь тоолох статистик алдааг 5% -иас бага байлгахын тулд дээжийн хэмжээ болон ^{137}Cs - изотопын идэвхжилийн агуулгаас хамааруулан сонгосон хугацаа юм. Цацраг идэвхт изотопуудын идэвхжилийг тодорхойлоход ^{137}Cs -ийн хувьд 661.7 кэВ, ^{40}K -ийн хувьд 1460.8 кэВ, ^{238}U -ийн хувьд ^{214}Pb -ийн 295.2 кэВ, 352.9 кэВ, ^{214}Bi -ийн 609.3 кэВ, 1120.3 кэВ, ^{232}Th -ийн хувьд ^{228}Ac -ын 238.9 кэВ, 911.1 кэВ, ^{208}Tl -ын 583.28 кэВ энерги бүхий гамма квантуудыг ашиглав. Жишээ болгон зураг 11-г нэгэн дээжийн гамма спектрийг үзүүлэв.

ГСШ-г хийхдээ дээжийг 50 мл эзлэхүүнтэй тусгай цилиндр саванд хийж жигд дарж нягтруулан хэмжилтэд бэлтгэсэн. Бэлэн болсон дээжийг 1332 кэВ энергитэй ^{60}Co изотопын хувьд 1.8 кэВ энергийн ялгах чадвартай хагас дамжуулагч цэвэр германи детектор, 8192 сувагт анализатор бүхий CANBERRA фермийн гамма спектрометрээр 16 цаг хэмжсэн.

Гамма спектрийг GENIE2000 программаар боловсруулж, хувийн идэвх, А-г ГСШ-ний үнэмлэхүй аргаар тодорхойлов:

$$A = \frac{C(E)}{t * f(E) * \varepsilon(E) * m}$$

Үүнд:

A – хувийн идэвх, $C(E)$ – дээж дэх E энергитэй спектрийн шугамын эрчим, t – хэмжсэн хугацаа, $f(E)$ – E энергитэй гамма шугамын гаралт, $\varepsilon(E)$ – E энергитэй гамма шугамын детекторын бүртгэх чадвар, m – дээжийн масс.

Цацраг идэвхт 10 элементийн олон улсад зөвшөөрөгдсөн кларк үзүүлэлт мэдээллийг нэгтгэн, УБ хот орчмын болон эталон буфер цэгүүдээс сонгон цуглуулсан 110 орчим дээж материалаас акцептор хаг, хөвдний харгалзах дээжийг тэдгээрийн чанарын анализэд үндэслэн цацрагын хяналтын лабораторийн боловсруулалтанд хүлээлгэн өгөв. Эхний ээлжинд урьдчилсан байдлаар гамма-спектрометр (ГСШ)-ний MNS 5626:2006 стандарт шинжилгээгээр байгалийн болон зохиомол цацраг идэвхт ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs зэрэг элементийн изотопуудын утгыг илрүүлээд байна. Тэдгээр изотопын хувийн идэвх, Бк/кг GENIE2000 программаар боловсруулж нэгтгэхэд нийт дээжийн 81%-д зохиомол цацраг идэвхт элемент цези137 (^{137}Cs) илэрсэн байна.

Энэхүү шинжилгээний дээжинд цацраг идэвхт изотопуудын хувийн идэвхийг гамма спектрометрийн шинжилгээ (ГСШ)-ний MNS 5626:2006 стандартаар тодорхойлсон.

Бэлэн болсон дээжийг 1332 кэВ энергитэй ^{60}Co изотопын хувьд 1.8 кэВ энергийн ялгах чадвартай хагас дамжуулагч цэвэр германи детектор, 8192 сувагт анализатор бүхий CANBERRA фермийн гамма спектрометрээр 16 цаг хэмжсэн. Дээжид ГСШ-ний аргаар цацраг идэвхт элемент тодорхойлсон дүнг нэгтгэн өндөр магадлалтай илэрсэн үзүүлэлтүүдийг хүснэгт 11-д нэгтгэн үзүүлэв.

Хүснэгт 11

Акцептор зүйлүүдийн дээжид илэрсэн зарим цацраг идэвхт элементийн хувийн идэвх тодорхойлсон дүн

№	Дээжийн дугаар	масс, гр	Цацраг идэвхт изотопын хувийн идэвх, Бк/кг			
			U^{238}	Th^{232}	K^{40}	Cs^{137}
1	Хаг 111	30.02	11.9 ± 1.8	2.8 ± 0.8	158 ± 15	7.6 ± 1.2
2	Хаг 113	31.36	2.5 ± 2.1	3.6 ± 0.9	169 ± 15	3.9 ± 1.1
3	Хөвд 115	17.40	-	4.2 ± 1.3	110 ± 19	-
4	Хөвд 119	19.4	31 ± 3.4	2.5 ± 1	114 ± 18	2.4 ± 1.6
5	Хаг 128	28.4	5.5 ± 1.9	1.7 ± 0.8	140 ± 15	1.6 ± 1.1
6	Хаг 135	35.19	3.7 ± 1.5	3 ± 0.6	200 ± 16	5.5 ± 1.0
7	Хаг 152	25.26	58 ± 20	3.5 ± 0.8	276 ± 23	6.1 ± 1.3
8	Хаг 154	28.11	36 ± 19	4.4 ± 0.8	308 ± 23	4 ± 1.1
9	Хаг 175	29.31	39 ± 19	2.9 ± 0.8	164 ± 16	3.6 ± 1.0
10	Хаг 25	15.21	-	5 ± 1.2	174 ± 22	9.6 ± 2.2
11	Хөвд 29	8.58	161 ± 58	-	207 ± 37	-
12	Хаг 36	24.19	74 ± 22	4.2 ± 0.8	222 ± 20	-
13	Хаг 38	17.45	53 ± 25	6.4 ± 1.1	175 ± 22	8.9 ± 1.9
14	Хөвд 52	7.85	175 ± 88	7.5 ± 2.4	296 ± 48	-
15	Хөвд 53	8.31	-	9 ± 2.2	291 ± 41	11.7 ± 3.3
16	Хаг 63	12.17	-	3.5 ± 2	164 ± 29	8.4 ± 2.3
17	Хөвд 72	18..19	-	-	129 ± 20	4 ± 1.4
18	Хаг 94	21.94	25 ± 14	2.7 ± 1.0	251 ± 24	9.4 ± 1.5
19	Хаг 102	27.17	41 ± 20	5.9 ± 0.8	342 ± 26	17.7 ± 1.9
20	Хаг 47	30.37	-	3.9 ± 0.8	246 ± 19	7.6 ± 1.2
21	Хаг 67	26.17	7.5 ± 2	7.2 ± 0.9	393 ± 29	18.9 ± 2.1

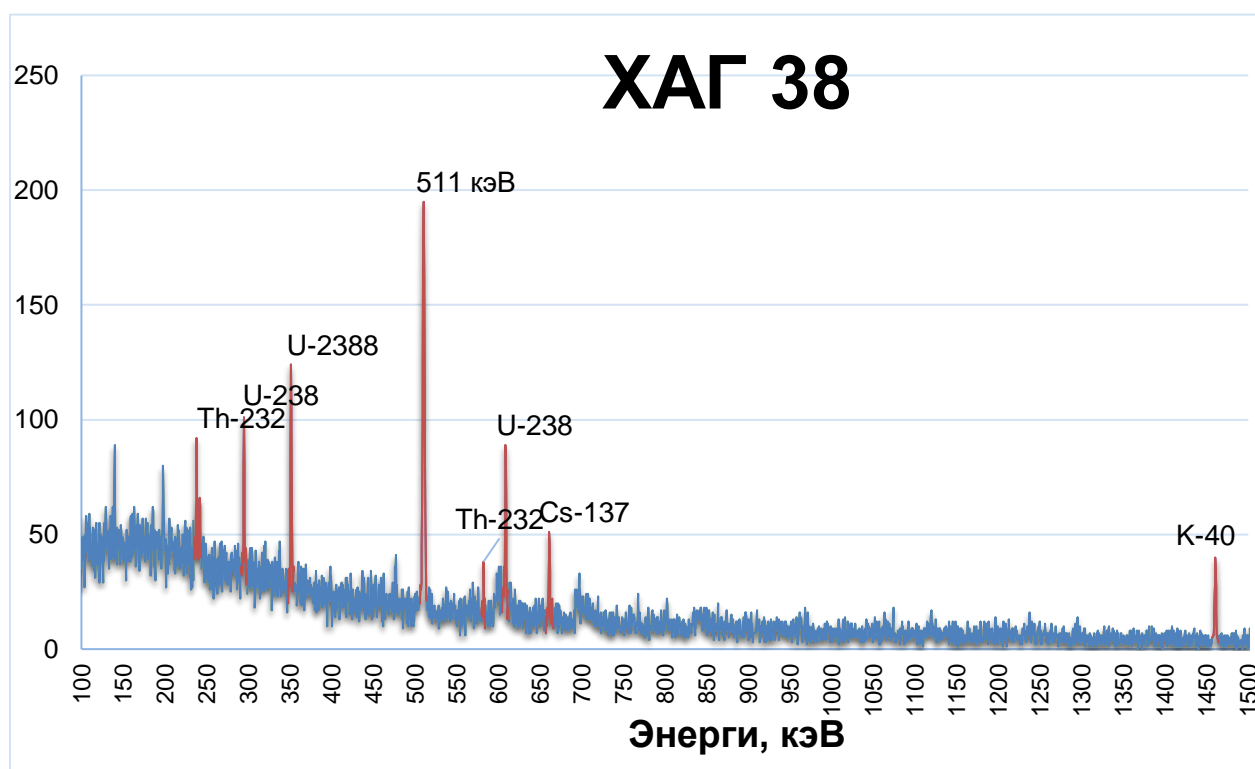
Хүснэгт 11-ээс харахад, дээр өгүүлсэнчлэн акцептор *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum* зүйлүүдэд богино, дунд болон урт задралын хугацаатай изотопууд ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs нэлэнхүйдээ тодорхойлогдсоноос ихэнх дээжинд зохиомол цацраг идэвхт элемент ^{137}Cs ихэнх дээжинд (81%) илэрч байгаа нь тун сонирхол татаж байна.

Тухайлбал, хөвдний 115 тоот дээжээс бусад дээжид зохиомол цацраг идэвхт цезий-137 изотоп илэрсэн байна. Энэ нь зүй ёсоор сонирхол татах зүйл. Бүх дээжийг хэмжих, боловсруулахад ихээхэн цаг хугацаа шаардана гэдгийг бид бодолцох хэрэгтэй.

Энэхүү аргаар Улаанбаатар хот орчмын хаг, хөвдний 110 дээжид байгалийн болон зохиомол цацраг идэвхт ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs зэрэг элементийн изотопуудын цацраг идэвхийг тодорхойлов

Хэмжилт

Хагны намма спектрийг жишээ болгон доорх зургаар үзүүлэв.



Зураг 11. Хагны гамма спектр

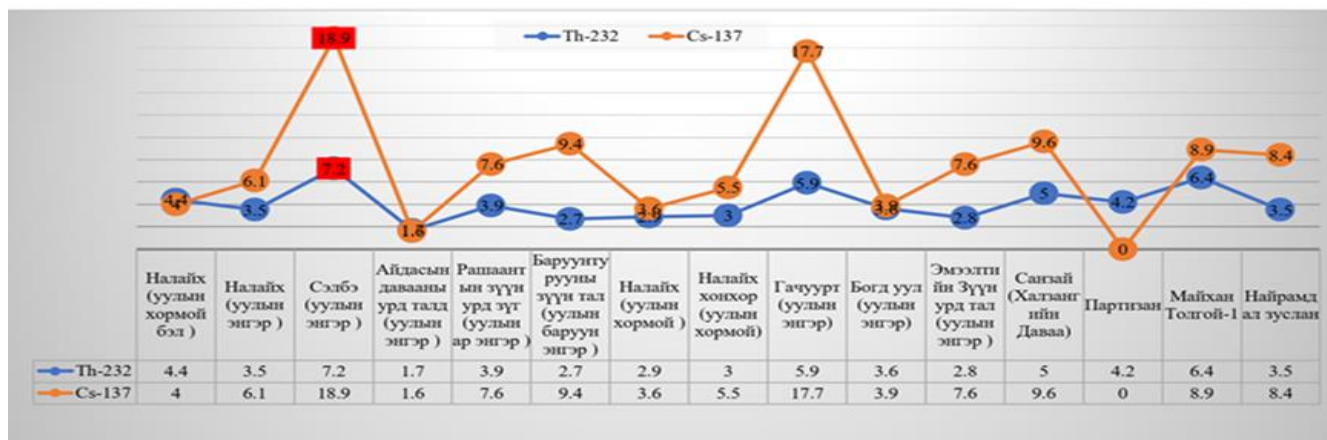
^{137}Cs -ийн ажиглагдсан идэвхжил нь ерөнхийдөө бага байгаа боловч өргөн мужид хэлбэлзэлтэй байв: 1.6 ± 1.2 Бк/кг (хаг L-128)-аас 18.9 ± 2.1 Бк /кг хүртэл (хаг L-67). Харин тэдгээрийн жинлээгүй арифметик дундаж нь хагны хувьд 8 ± 1.5 Бк /кг, хөвдний хувьд 6 ± 2 Бк /кг.

Манай судалгааны дүн олон судлаачдын ерөнхийдөө хөрсний (эпигейн) хаг нь модны (эпифит) хагнаас илүү ^{137}Cs нуклидыг хуримтлуулдаг гэдгийг нотолж байна. Эпифит хаг дахь цезийн агуулга нь агаараас ^{137}Cs -ийг хуримтлуулж чаддаг эпигейн хагнаас ялгаатай нь агаарын цацраг идэвхт бодисыг шингээх, мөн литоген субстрат ба хагны талломын хооронд цезийн атом солилцохтой холбоотой байдаг аж. Түүгээр ч барахгүй эпифит хаг ургаж буй модны титэмээр ямар нэгэн байдлаар аливаа бохирдлоос хамгаалагдсан байдагтай холбоотой байна.

Хөвд, хагны дээж дэх ^{232}Th -ийн агуулга нь байгаль орчны хэвийн түвшинд байв. Дэлхийн царцдас дахь кларктай харьцуулахад (хүснэгт 13 ба 14) уран ба торийн агуулга ^{238}U -ийн хувьд 1.1-10 ppm ($13.5-123 \text{ Бк кг}^{-1}$), ^{232}Th -ийн хувьд 10 ppm (39.4 Бк кг^{-1}) хооронд байдаг. Тэгвэл хөвд, хаг дахь байгалийн ^{238}U радионуклидын хэмжсэн идэвхжил хоёр дээжээс (M-29, M-52) бусад нь бага байв. Дээрх өгөгдөл үзүүлэлтүүдийг олон улсын кларктай харьцуулан төслийн үр дүнгийн даалгавар ёсоор УБ хотын атлас зураг дээр тархацыг тэмдэглэх ажлыг гүйцэтгэлээ.

УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдэх зорилгоор хотын засаг захиргааны нэгжийн хүрээнд тархсан *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, зүйлүүдэд илэрсэн ^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U , ^{137}Cs -ийн орон зайн тархалтыг зураглан буулгах зохиогчийн эх боловсруулах бэлтгэл ажлыг хангаж ажиллав (Зураг 12 ба 13). Бохирдуулагч дээрх элементүүдийн хүлцэх агууламжийн ачааллыг загварчлахад зөвшөөрөгдөх түвшин / ачаалал"-ыг тооцоолон зураглах (Bunce, 1983;) аргазүйн дагуу боловсруулж байв.

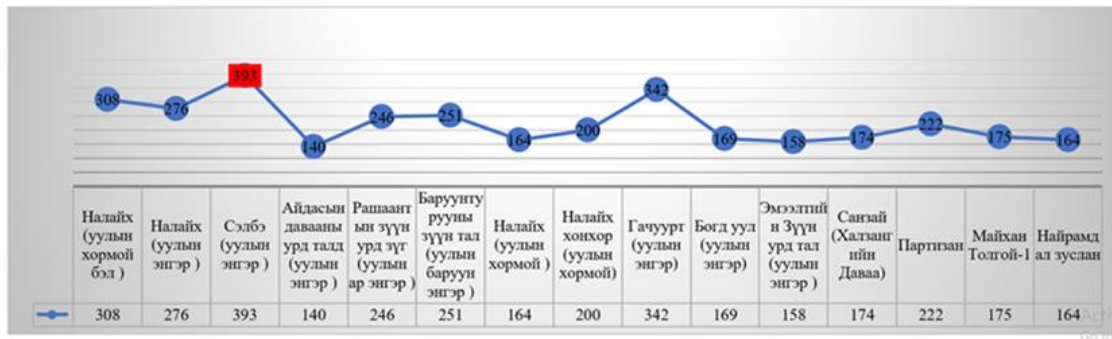
Зураг 12. Акцептор хаг, хөвдний дээжинд илэрсэн цацраг идэвхт ^{232}Th , ^{137}Cs -ийн илэрсэн цэгүүд



Лабораторийн дүнгээс хархад Сэлбээс авсан дээжинд ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs , Партизанд ^{238}U бусад газартай харицуулхад илүү гарсан



График 4. Хагны дээжинд зохиомол цацраг идэвхт ⁴⁰K Бк/кг илэрсэн байдал

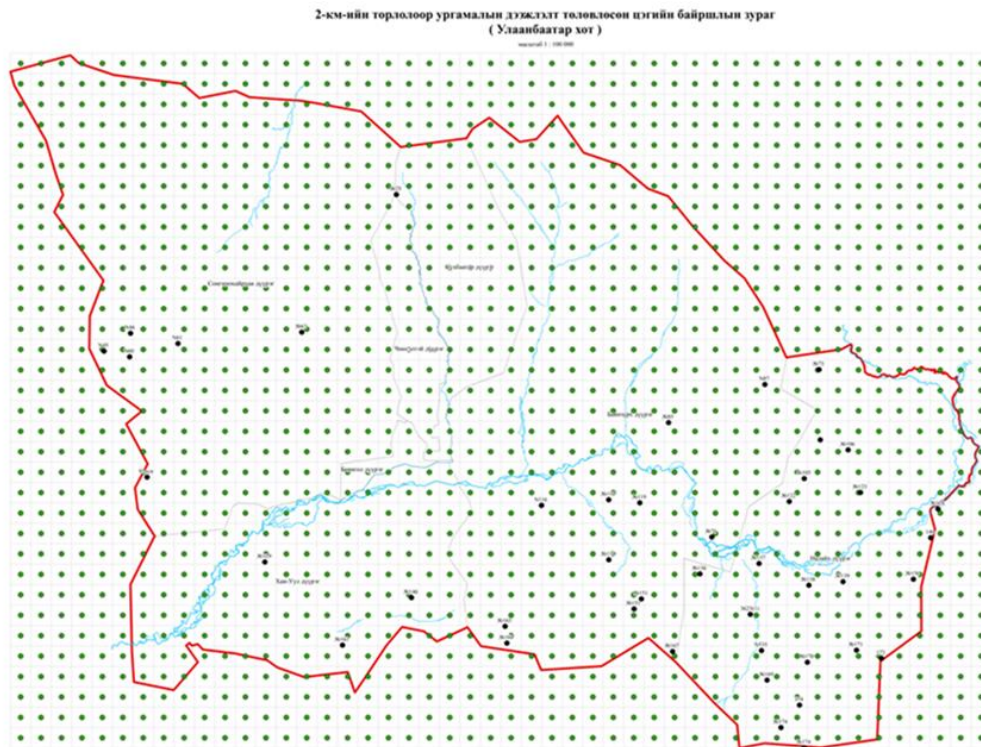


Зураг 13. Акцептор хаг, хөвдний дээжинд илэрсэн цацраг идэвхт ⁴⁰K ба ²³⁸U -ийн илэрсэн цэгүүд

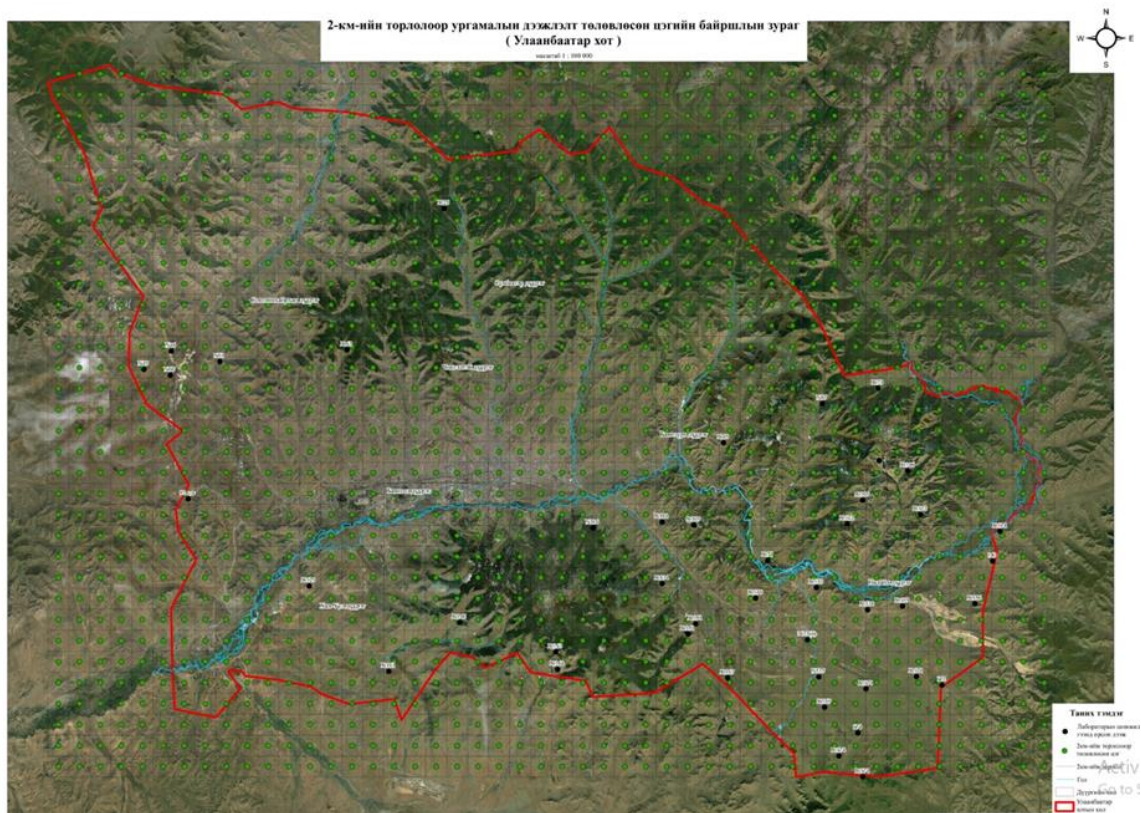
Улаанбаатар хотын нөлөөллийн бүсэд тархсан акцептор хаг, дээжид цацраг идэвхт ¹³⁷Cs, ²³⁸U, ²³²Th, ⁴⁰K илэрсэн дүнг хүснэгт 12-т харуулав.

Хүснэгт 12

№	Дээж авсан газрын нэр	Өндөршил	уртраг (E)	өргөрөг (N)	Цацраг идэвхт изотопын хувийн идэвх, Бк/кг			
					²³⁸ U	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
1 List-154	хөрсний хаг Налайх (уулын хормой бэл)	1415	107.36	47.76	36 ± 19	4.4 ± 0.8	308 ± 23	4 ± 1.1
2 List-152	хөрсний хаг Налайх (уулын энгэр)	1493	107.31	47.77	58 ± 20	3.5 ± 0.8	276 ± 23	6.1 ± 1.3
3 List-67	хөрсний хаг Сэлбэ (уулын энгэр)	1812	106.95	48	7.5 ± 2	7.2 ± 0.9	393 ± 29	18.9 ± 2.1
4 List-128	хөрсний хаг Айдасын давааны урд талд (уулын энгэр)	1277	106.73	47.86	5.5 ± 1.9	1.7 ± 0.8	140 ± 15	1.6 ± 1.1
5 List-47	хөрсний хаг Рашаангын зүүн урд зүг (уулын ар энгэр)	1332	106.57	48.04	-	3.9 ± 0.8	246 ± 19	7.6 ± 1.2
6 List-94	хөрсний хаг Баруунгуурууны зүүн тал (уулын баруун энгэр)	1389	106.62	47.93	25 ± 14	2.7 ± 1.0	251 ± 24	9.4 ± 1.5
7 List-175	хөрсний хаг Налайх (уулын хормой)	1540	107.47	47.79	39 ± 19	2.9 ± 0.8	164 ± 16	3.6 ± 1.0
8 List-135	хөрсний хаг Налайх хонхор (уулын хормой)	1403	107.16	47.82	3.7 ± 1.5	3 ± 0.6	200 ± 16	5.5 ± 1.0
9 List-102	хөрсний хаг Гачуурт (уулын энгэр)	1393	107.19	47.91	41 ± 20	5.9 ± 0.8	342 ± 26	17.7 ± 1.9
10 List-113	хөрсний хаг Богд уул (уулын энгэр)	1289	106.8	47.85	2.5 ± 2.1	3.6 ± 0.9	169 ± 15	3.9 ± 1.1
11 List-111	хөрсний хаг Эмээлтний Зүүн урд тал (уулын энгэр)	1358	106.62	47.87	11.9 ± 1.8	2.8 ± 0.8	158 ± 15	7.6 ± 1.2
12 List-25	модны хаг Санзай (Халзангийн Даваа)	1565	106.86	48.14	-	5 ± 1.2	174 ± 22	9.6 ± 2.2
13 List-36	хөрсний хаг Партизан	1394	106.74	48.07	74 ± 22	4.2 ± 0.8	222 ± 20	-
14 List-38	модны хаг Майхан Толгой-1	1459	106.87	48.09	53 ± 25	6.4 ± 1.1	175 ± 22	8.9 ± 1.9
15 List-63	Модны хаг Найрамдал зуслан	1515	106.73	48.02	-	3.5 ± 2	164 ± 29	8.4 ± 2.3



Зураг 14. Илэрсэн элементүүдийн орон зайн түгэлтийг акцептор хаг хөвдийнн тархацаар илтгэх суурь зураглал



Зураг 15. Илэрсэн элементүүдийн орон зайн түгэлтийг акцептор хаг хөвдийнн тархацаар илтгэсэн ажлын суурь зураг (Google map)

Үр дүнгийн шинэлэг тал 5 :

Цацрагийн бохирдлын акцептор хаг хөвдийн зүйлүүдэд тогтоон илэрүүлсэн цацрагт идэвхт элементүүдийн агууламжийг амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаарыг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулж жишив. Үүнд хүснэгт 13 ба 14.



Зураг 16. Төслийн хэлэлцүүлэг боловсруулалтанд ашигласан суурь бүтээлүүд

Энэ судалгааны үр дүнгээс хаг болон хөвдний төрөл зүйлүүд өөр хоорондоо цацраг идэвхт изотоп шингээж чадах онцлогтойг харж болохоор байна. Сонгон судласан хаг ба хөвд нь цацраг идэвхт бодисыг шингээх онцлог чадавхитай биоиндикатор тул цаашид энэ чиглэлийн судалгаанд ашиглах боломжтой юм.

Хөвд, хагны найрлага дахь агаар орчны бохирдуулагч элементүүдийг тодорхойлох энэхүү судалгааны арга нь агаарын бохирдлыг хянах сайн арга болох нь олон улсын хэмжээнд түгээмэл хэрэглэдэг байна. Судалгаанаас үзэхэд манай орны байгаль цаг уурын өвөрмөц нөхцөлд эдгээр үндэсгүй ургамлууд нь цацраг идэвхт элементүүдийн уналтанд тохиромжтой, хямд биоиндикаторууд болох нь эндээс харагдаж байна. Хаг, хөвдний төрөл зүйлийн хооронд ялгаа ажиглагдаж байсан нь дээж авахаар сонгосон байршил болон орчны нөхцөл, зүйл хоорондын эко-морфофизиологийн шинж чанар зэргээс шалтгаалах үндэслэлийг дараа дараагийн нарийвчилсан судалгаагаар илрүүлэх боломжтой.

Манай орны хувьд хүн ам олноор суурьшсан Улаанбаатар хотын бохирдсон агаар амьдрах орчинд удаанаар хуримтлагдаж, ард иргэдийн дунд элдэв арьс харышлын тоо нэмэгдэх, арьс үс цайрах, тархи болон уушгины хавдрын гаралт өвчны тоо нэмэгдэх зэргээр хүн амын удмын дархлаа муудах байдлаар нийгэм эдийн засаг байгаль орчинд аюул учруулаад байна.

Иймд агаар бохирдуулагч техноген гаралтай зарим цацраг идэвхт элементүүдийн агуулга, орон зайн тархалт, чиг хандлагыг одоогоор нарийвчлан тогтоогоогүй явдал нь учирч

болох болзошгүй аюул заналаас урьдчилан сэргийлэх, түүнээс хамгаалах бодлого, арга хэмжээ боловсруулахад бидний судалгааны дүн томоохон үүрэгтэй байна.

Иймээс бид, юуны өмнө олон улсын жишиг судалгааны дагуу манай орны хуурай уур амьсгалд дасан зохицсон түгээмэл тархацтай хаг, хөвдийг биомонитор болгон ашиглан Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрт хуримтлагдсан байгалын болон зохиомол цацраг идэвхт зарим элементийн изотопын цацраг идэвхийг тодорхойлсон нь шинэлэг талтай.

Хүснэгт 13.

Цацраг идэвхт элемент	ШИНЖ ЧАНАР				
	Цөмийн изомерын изотопын тоо	Тохиолдох хэлбэр	Атомын спекторын гол шугам (нм)	Задралын төрөл	Хагас задралын хугацаа (жил)
¹⁴ C Идэвхгүй, металл бус элемент	8	¹² C (98.90%) ¹³ C (1.1%)	¹² C-283.671; ¹³ C-426.726; ¹⁴ C-723.642	β	¹⁴ C 5730
⁴⁰ K Нийтлэг шүлтлэг уусамтгай элемент	4	³⁹ K (93.25%) ⁴¹ K (6.73%) ⁴⁰ K (0.012%)	766.491	β	1.25.109
⁹⁰ Sr Мөнгөлөг цагаан, зөөлөн металл.	23	⁸⁸ Sr (82.58%) ⁸⁶ Sr (9.86%) ⁸⁷ Sr (7.0%) ⁸⁴ Sr (0.56%)	460.733	α, β	T _{1/2} = 29
¹³⁷ Cs амархан ионждог, ховор, зөөлөн, металл	40	¹³³ Cs (100%). ¹³⁴ Cs (T _{1/2} = 2.065 жил) ¹³⁵ Cs (T _{1/2} = 3 106 жил) ¹³⁷ Cs (T _{1/2} = 30.17 жил)	460.376	β, γ	30.2
^{222, 228} Rn Хүнд, цацраг идэвхт хий, хортой	28	²²² Rn - 3.82 хоног ²²⁰ Rn - 55.6 сек, ²¹⁹ Rn - 3.96 сек.	745	α, β, γ	365 x 10 ⁹
²²⁶ Ra цацраг идэвхт элемент /O ₂ ; H ₂ O/	25	²²⁶ Ra (T _{1/2} = 1600 жил) ²²⁸ Ra (T _{1/2} = 5.75 жил) ²²³ Ra (T _{1/2} = 11.43 хоног) ²²⁴ Ra (T _{1/2} = 3.66 хоног)	381.442	α, β, γ	T _{1/2} = 1600
^{230, 232} Th цацраг идэвхт бага хортой металл	25	²³² Th (100%)	401.914	α, γ	T _{1/2} = 1.4 10 ¹⁰
^{234, 238} U цацраг идэвхт тэргүүлэх металл	26	²³⁴ U (0,0054 %) ²³⁵ U (0,7204 %) ²³⁸ U (99,2742 %)	400 – 440	α, β	245.10 ³ 704.10 ³ 4.46.10 ⁹

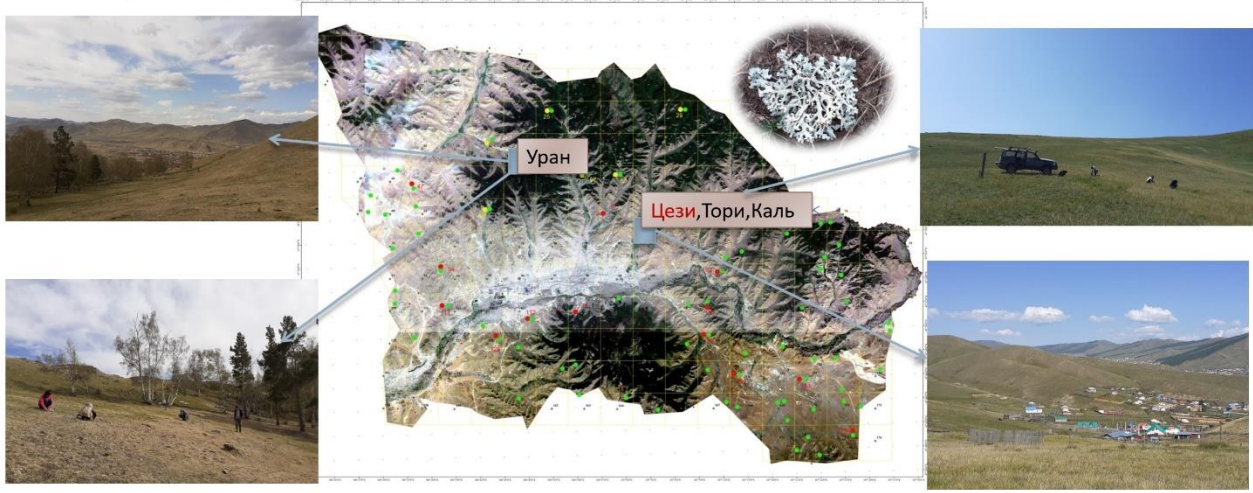
Цацраг идэвхт элемент	ЗӨВШӨӨРӨГДӨХ КЛАРК АГУУЛАМЖ					Нүүрсний үнэсэнд	Акцептор зүйлүүдэд (UB) Бк/кг	
	Дэлхийн цардас (%)	Хөрс (%)	Ургамал үнсэнд (%)	Голын усанд (мг/л)	Бие организмд (%) (мг/л)	дундаж агууламж Бк/ГВт	Хөвд	Хаг
¹⁴ C Идэвхгүй, металл бус элемент	$4.8 \cdot 10^{-2}\%$ ($2 \cdot 10^{-2}$)	0.4	0,5	6,9	булчин яс /37	2-3	-	0.08
⁴⁰ K Нийтлэг шүлтлэг уусамтгай элемент	2.50% (2.3)	1.36	3.0%,	2.3	Эс / 30	1-10	296	393
⁹⁰ Sr Мөнгөлөг цагаан, зөөлөн металл.	$3.7 \cdot 10^{-2}\%$ ($3.7 \cdot 10^{-2}$)	$3 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	50	Яс /980	5-10	8.0	10.8
¹³⁷ Cs амархан ионждог, ховор, зөөлөн, металл	$3.0 \cdot 10^{-4}\%$ ($4.3 \cdot 10^{-4}$)	$5 \cdot 10^{-4}$	$n \cdot 10^{-4}$	0.02	Эс, эд/105	5-10	11.7	20.9
^{222, 228} Rn Хүнд, цацраг идэвхт хий, хортой	$n \cdot 10^{-16}$, агаар $7 \cdot 10^{-17}$	байранд 25 Бк/м ³	-	0.37-3.7	Уушиг/30-40	50	-	-
²²⁶ Ra цацраг идэвхт элемент /O ₂ ; H ₂ O/	$6.0 \cdot 10^{-11}$	$8 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-11}$	0.01	Яс, булчин цусанд/18	0.8-5	8	13
^{230, 232} Th цацраг идэвхт бага хортой металл	$12 \cdot 10^{-4}\%$ ($1 \cdot 10^{-3}$)	$6.5 \cdot 10^{-3}$	-	0.1	Яс /14	0.5-5	7.5	7.2
^{234, 238} U цацраг идэвхт тэргүүлэх металл	$2.4 \cdot 10^{-4}\%$ ($2.6 \cdot 10^{-4}$)	$8 \cdot 10^{-3}$ ба $2,5 \cdot 10^{-2}$	8	0.3 - 0.05	Эс, эд/12	1-5	175	35.2

Xanthoparmelia camtschadalis хаг нь ¹³⁷Cs-ийн хамгийн өндөр идэвхийг харуулсан (18.9 ± 2.1 Бк/кг) утгатай байгаа нь хаг илүүгээр радионуклид хадгалах чадвартай гэсэн бусад орны судлаачдын дүгнэлттэй дүйж байна. Харин *Rhytidium rudosum* хөвд нь ¹³⁷Cs-ийн хамгийн өндөр идэвхийг харуулсан (11.7 ± 3.3 Бк/кг) утга үзүүлээ. Судалгаанд хамрагдсан дээж бүр дэх байгалийн ⁴⁰K, ²³⁸U, ²³²Th цацраг идэвхт нуклидын идэвхжилийн түвшин бусад орны байгалийн радионуклидуудын идэвхжилийн түвшингээс бага, зарим тохиолдолд ижил түвшинд байна.

Судалгааны үр дүн нь цаашид Улаанбаатар хот орчмын цацраг идэвхт бохирдлыг үнэлэхэд суурь үзүүлэлт болно.

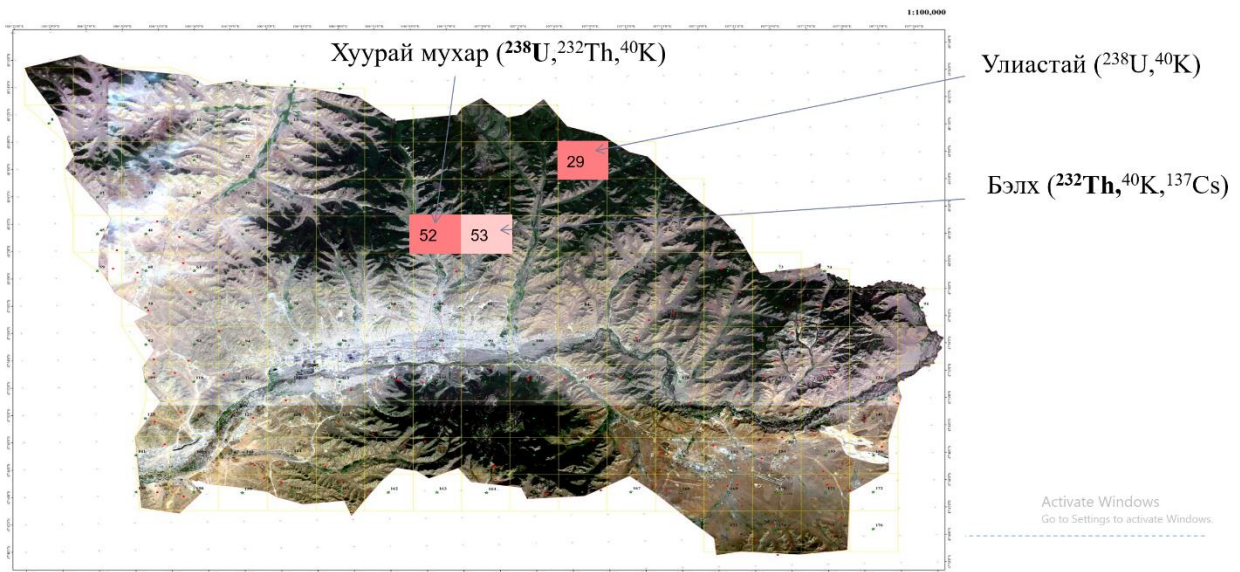
List 38- Хуурай мухар

List 67- Сэлбэ уулын энгэр



Зураг 17. Акцептор хагийн зүйлүүдэд илэрсэн Уран болон Цези Тори, Кали-н өндөр агууламжтай байршлийн цэгүүдийг үзүүлэв

52-р цэгт ^{238}U (175 Бк/кг) маш өндөр (дэлхийн царцдас дахь агуулга 13.5 ± 123),
53-р цэгт ^{232}Th (9.0 Бк/кг) хагнаас өндөр, ^{137}Cs -ийн бусад хөвднөөс (11.7 Бк/кг) өндөр идэвхийг харуулсан.



Зураг 18. Акцептор хөвдийн зүйлүүдэд илэрсэн Уран болон Цези Тори, Кали-н өндөр агууламжтай байршлийн цэгүүдийг үзүүлэв

3.2. ТӨСЛИЙН ЗОРИЛТ 2. ҮР ДҮНГИЙН ДААЛГАВАРЫН БИЕЛЭЛТ

Хүснэгт 15.

д/д	Төслөөр бий болох үр дүн	Тоо хэмжээ	Үр дүнгийн үзүүлэлт	Үр дүнг хүлээлгэн өгөх хугацаа (он, сар)
1	Агаар, орчны гаралт цацраг идэвхт зарим элементүүдийг акцептор 3 зүйл хаг, 3 зүйл хөвдөнд илрүүлнэ.	10 элемент	^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}Ra , ^{238}U -ийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг тогтоож дүгнэнэ	2020/2021 он 12сар
2	УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдэнэ	1	УБ хотын суурьшлын ба ногоон бүсийн хүрээнд цацрагийн бохирдлын түвшин, тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчилэн зураглав.	2021/2022 12 сар
3	Хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулна	1	Онц хортой элементүүдийн агууламж, динамик зөөгдлийн нөлөөллийг эрсдлийн зэрэглэлээр үнэлэв.	2022 12 сар
4	Судалгааны үр дүнг олон улсын хуралд хэлэлцүүлэн нийтлүүлж магистр бэлтгэнэ.	1-2	Сэдвийн үр дүнгээр	2021/2022он 12 сар
5	Төслийн эцсийн тайлан бичиж захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүлээлгэн өгөх	1	Төслийн эцсийн тайлан	2021/2022 12 сард багтаана

ЗОРИЛТ/2021-2022 ОНЫХООР

- УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдэх зорилгоор тус хотын суурьшлын ба ногоон бүсийн хүрээнд цацрагийн бохирдлын түвшин, тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчилэн зураглав.
- Хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулна гэсэн үр дүнгийн даалгаварыг хэрэгжүүлэхээр дээрх онуудад гүйцэтгэх ажлын календарчилсан төлөвлөгөөний дагуу ажиллах хүч, цаг хугацаагаа хувиарлан хэд хэдэн шинэлэг үр дүнд хүрлээ. Үүнд, юуны өмнө цацрагийн бохирдлын ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}Ra , ^{238}U -ийн ёрөнхий ойлголтыг энэхүү тайланд тусгав.

**ТӨСЛӨӨР ГҮЙЦЭТГЭХ АЖЛЫН КАЛЕНДАРЧИЛСАН
ТӨЛӨВЛӨГӨӨНИЙ БИЕЛЭЛТ**

Хүснэгт 16.

д/д	Төслийн хүрээнд гүйцэтгэх тодорхой үе шатны ажлын нэр	Эхлэх дуусах хугацаа (Он, сар)	Гүйцэтгэгчдийн овог, нэр, мэргэжил	Тухайн шатны үр дүн
2021-2022он				
1	Лабораторийн үр дүнгийн боловсруулалт	1-5 сар	О.Энхтуяа, хагийн, экологи, таксономист С. Жавхлан ургамал зүйч, хаг судлаач Э.Энхжаргал экологич, хөвд судлаач З. Дамдинсүрэн цөмийн физикч	Илэрх элементүүдийн α , β , γ түвшний идэвхжилийн онцлог ялгааг амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаар, агууламжийг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан боловсруулж дүгнэлт гаргаж хэлэлцүүлэв.
	Үр дүнгийн боловсруулалт	6-9		Цацраг идэвхт элементүүдийн хүлцэх концентрацийг үндэслэн холбогдох түвшний α , β , γ идэвхжил, хуримтлагдах талбар, тархах чиглэл, хил зааг зэргийг тус хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд тогтоож боловсруулав.
2	Үр дүнгийн хэлэлцүүлэг	1-6 сар	Х. Идэрмөнх цацрагийн хяналтын лаб.	Судалгааны үр дүнг олон улсын чанартай эрдэм шинжилгээ онол практикийн хуралд 2-оос доошгүй удаа хэлэлцүүлж, 1-2 магистр бэлдсэн байна.
3	УБ хотын цацрагийн бохирдлын эрсдлийн зураглал үйлдэх	6-10 сар	Г. Бадмаанямбуу Газарзүй зайнаас тандан судлаач	УБ хотын суурьшлын ба ногоон бүсийн 1 : 250000 масштаб суурь зураг дээр цацрагийн бохирдлын нөлөөллийн эрсдлийн зэрэглэлийн зураглал үйлдэж хэвлэлтэнд шилжүүлэв.
4	Явцын тайлан бичиж, захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүргүүлэх	6 ба 12 сард	Төслийн удирдагч	Явцын тайланг хэлэлцүүлж хүлээлгэн өгсөн.
5	Төслийн эцсийн тайлан бичиж захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүлээлгэн өгөх	12 сард багтаана.	Төслийн баг	Төслийн эцсийн тайланг нэгтгэж боловсруулав

ҮР ДҮНГИЙН ШИНЭЛЭГ ТАЛ 6:

Лабораторийн анализ судалгаагаар УБ хотын акцептор биотууд болох *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis* хаг болон *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum* зэрэг хөвдийн зүйлүүдэд тогтоон илэрүүлсэн цацрагт идэвхт элементүүдийн агууламжийг амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаарыг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулж жишснээр тэдгээрт тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчилэн зурагласнаар УБ хотын цацрагийн бохирдлын тархалтыг зураглал үйлдэв.

Дээрх акцептор зүйлүүдэд илэрсэн цацраг идэвхт элементүүдийн агууламжийг амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаарыг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй

харьцуулж жиших ажлын хүрээнд юуны өмнө цацраг идэвхт элементүүдийн ерөнхий шинж чанар, α , β , γ түвшний идэвхжилийн онцлог ялгаагаар амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх хязгаар, агууламжийг олон улсад зөвшөөрөгдсөн суурь кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулж дүгнэх үүднээс нэгтгэн тэмдэглэв. Үүнд:

НҮҮРС ТӨРӨГЧ-С¹⁴

Химийн хувьд идэвхгүй металл бус элемент. Цөмийн изомеруудыг тооцсон нүүрстөрөгчийн изотопын тоо 8. Байгальд дараахь зүйл түгээмэл байдаг. ¹²C (98.90%), ¹³C (1.1%) ба ¹⁴C-ийн ул мөр, хагас задралын хугацаа 5730 жил, β төрлийн задралтай. Нүүрстөрөгчийн ковалент радиус нь 77, давхар холбоо нь 67, гурвалсан холбоо нь - 60, C⁴⁻ - 260 pm. Атомын спектрийн гол шугам: 283.671; 426.726; 723, 642 нм. Дэлхийн царцдас дахь нүүрстөрөгчийн **кларк нь** 4.8 · 10⁻²% (2·10⁻²), хөрсөнд - 0.4, ургамлын үнсэнд - 0,5%, голын усанд - 6,9 мг/л (С орг).

Органик бус гаралтай 189, органик гаралтай 28 нүүрстөрөгчийн эрдэс мэдэгдэж байна. Үндсэн нэгдлүүд: шохойн чулуу, нүүрс, байгалийн хий, газрын тос, бал чулуу, алмаз. Графит нүүрс, газрын тосны найрлагыг бүрдүүлдэг (В, Вг, I, Ra, Th). Нүүрстөрөгчийн геохимийн саад: биогеохимийн, сорбци. Шилжилт хөдөлгөөн бүх нөхцөлд идэвхтэй байдаг. Хүний биед 16 кг нүүрстөрөгч агуулагддаг бөгөөд үүний 40% нь **булчинд**, 37% нь **арэг ясанд** байдаг. Өдөр тутмын хоол хүнс - 300 гр. Хагас задралын хугацаа 37 хоног байна. Энэ нь органик бодисын бүтцийн үндэс юм. Кокс, хөө тортог, идэвхжүүлсэн нүүрс үйлдвэрлэхэд ашигладаг.

Баримтаас үзвэл, амьд ургамал агаар мандлаас (нүүрстөрөгчийн давхар исэл) хамгийн түгээмэл изотоп болох нүүрстөрөгч-12, нүүрстөрөгч-14-ийг хоёуланг нь шингээж авдаг. Ургамлын гаралтай хоол хүнс хэрэглэдэг амьтдын хувьд нөхцөл байдал ижил төстэй байдаг: амьд байх үед хоёулаа изотопууд бие махбодид нь байгалийн харьцаатай байдаг. Нүүрстөрөгч-14 бага байх тусам илүү их цаг хугацаа өнгөрөх болно.

КАЛИ-К⁴⁰

Дэлхийн царцдас дахь нийтлэг шүлтлэг элемент. Цөмийн изомеруудыг тооцсон изотопын тоо 4. Байгальд нийтлэг ³⁹К (93.25%), ⁴¹К (6.73) нийтлэг хэлбэрээр тархсан байдаг; радионуклид ⁴⁰К (0.012%) -ын хагас задралын хугацаа 1.25.109 жил. Радионуклид ⁴²К (T_{1/2} = 12.36 цаг) ба ⁴³К (T_{1/2} = 22.3 цаг) байгальд тохиолдохгүй. Радиус К⁺ - 133, атомын - 227 цаг. Атомын спектрийн гол шугам нь 766.491 нм. Дэлхийн царцдас дахь **калийн кларк** 2.50% (2.3) бөгөөд (пегматитад хуримтлагдах агууламжтай), хөрсөнд - 1.36, амьд биед - 0.3, ургамлын үнсэнд - 3.0%, голын усанд - 2.3 мг /л байна.

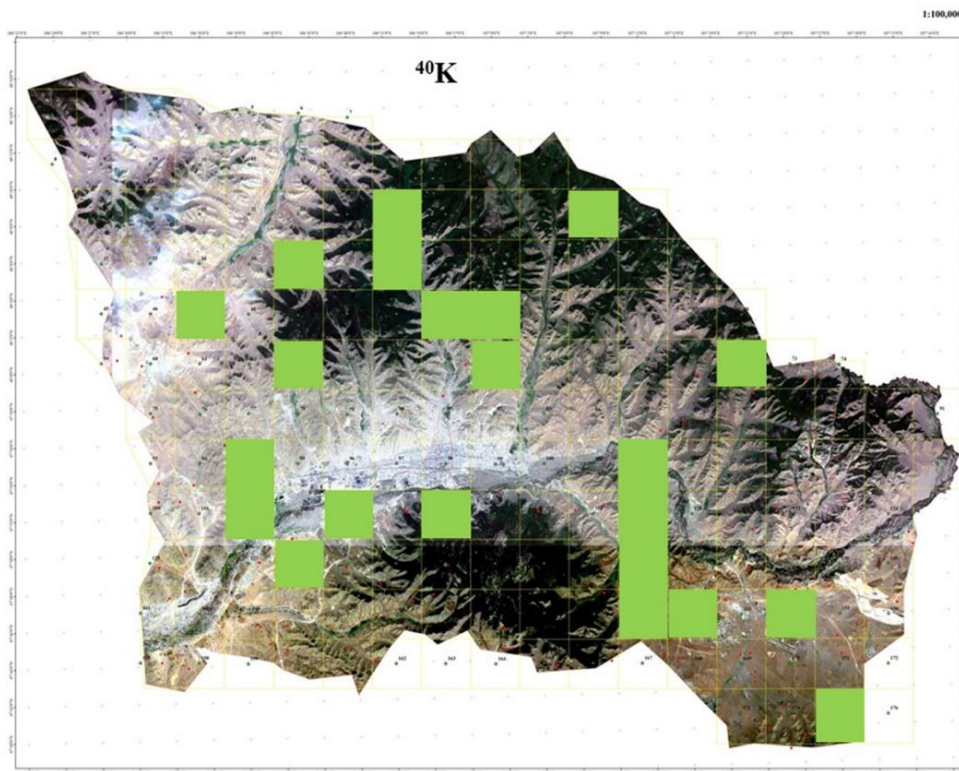
Мэдэгдэж байгаа калийн 109 эрдэс бодис хэлбэрээр байдаг. Хамгийн түгээмэл нь силикат (40%), сульфат (35), галид (12) бүхий калийн нэгдлүүд бөгөөд тэдгээрийн 75 орчим хувь нь гиперген бүсийн нэгдлүүд юм. Cl, SO₄, CO₃, NO₃, PO₄-тэй үндсэн нэгдлүүд нь амархан уусамтхай. Эдгээр нь туйлшрал багатай тул хөрс, лаг шаварт түлхүү шингэнэ. Гипергенезийн бүсийн төлөвийн дагуу кали нь Mg-тэй төстэй, шинж чанараараа Na-тай төстэй байдаг. Энэ нь давсны орд, бөмбөгөр, нөөц, давстай нууртай холбоотой.

Калийн геохимийн саад: ууршилт, сорбци, биогеохимийн, сульфат (шавар, ялмаг). Элемент нь ямар ч геохимийн орчинд сул хөдөлгөөнтэй байдаг. Хүний биед 140-175 г кали, 98.5% - эсийн дотор. Хоолны өдөр тутмын хэрэглээ 3-6 гр байна. Хагас задралын хугацаа 30 хоног

байна. Калийн хортой тун нь 6 гр, үхлийн тун нь 14 гр. Кали нь Na-ийн антагонист юм. Тэд K-Na шахуургыг үүсгэдэг (эсэнд кали, сийвэнд натри), эс дэх бодисын солилцооны үйл явцад осмосын даралт, хүчил-суурь төлөвийг хадгалдаг. Чихрийн шижин, цусны эргэлтийн дутагдал, халуурах хам шинжийн үед хэрэглэнэ. Калийн дутагдлаас үүдэлтэй өвчин: хавагнах, гипокалиеми, гипогликеми. K-ийн илүүдэлээс үүдэлтэй өвчин: зүрхний булчингийн цочрол буурч, зүрхний агшилтын хэмнэл багасч, **гиперкалиеми** үүсдэг.

Кали-40 нь нэг тэрбум гаруй жилийн хагас задралын хугацаа маш урт байдаг. Хагас задралын нэг тодорхойлолт бол цөмийн хагас задрах хугацаа юм. Кали-40-ийн концентрацитай үед цацрагийн дэвсгэрийн илүүдэл авах боломжтой. Нэг газар илүү их кали-40 цуглуулах хамгийн хялбар арга бол шатаж буй ургамлаас үнс цуглуулах явдал юм. Кали-40 нь орчлон ертөнц үүсэх үед үүссэн бөгөөд одоо ч дэлхий дээр хадгалагдан үлджээ. Түүний хагас задралын хугацааг хэдэн тэрбум жилээр хэмждэг.

K^{40} -110-393 (\pm 29) Бк/кг



Зураг 19. Цацраг идэвхт КАЛИ (K^{40}) -ийн орон зайн түгэлт

СТРОЦИЙ-Sr⁹⁰

Мөнгөлөг цагаан, зөөлөн металл. Харгалзах изотопын тоо цөмийн изомерууд - 23. Байгальд түүний дөрвөн тогтвортой изотоп нийтлэг байдаг: ⁸⁸Sr (82.58%), ⁸⁶Sr (9.86%), ⁸⁷Sr (7.0%), ⁸⁴Sr (0.56%). Радионуклид ⁹⁰Sr нь хамгийн урт хагас задралын хугацаатай ($T_{1/2} = 29$ жил). Түүний задрал γ ба β бөөмс цацраг үүсэх замаар хамт явдаг. Радиус Sr²⁺ - 127, атомын - 215.1 (α -хэлбэр) pm. Атомын спектрийн гол шугам: 460.733 нм.

Дэлхийн царцдас дахь стронцийн **кларк нь** $3.7 \cdot 10^{-2}\%$ ($3.7 \cdot 10^{-2}$) хөрсөнд – $3 \cdot 10^{-2}$, ургамлын үнсэнд - $3 \cdot 10^{-2}\%$, голын усанд - 50 мкг/л.

Стронцийн хуримтлал нь суперген ба хүйтэн судлын үйл явцын нөхцөлд илэрдэг ажээ. Органик нэгдлүүдтэй цогцолбор үүсгэдэг. Стронцийн 30 орчим эрдсүүд мэдэгдэж байгаа бөгөөд тэдгээрийн хоёр нь л байгальд түгээмэл байдаг: селестит SrSO₄, стронтианит (SrCO₃). Геохимийн саад: сульфат, карбонат, шүлтлэг, ууршуулах сорбци, термодинамик. Элемент нь аль ч хэсэгт шилжих боломжтой геохимийн тохиргоотой. Хүний биед 0.32 г стронций агуулагддаг. Өдөр бүр хоол хүнсээр хэрэглэх норм нь 1.9 мг байна. Хагас задралын хугацаа 980 хоног байна. Бие дэх илүүдэл нь Ca-г Sr-ээр сольж, фосфорын хэрэглээг бууруулдаг. Стронций нь **ясанд** төвлөрдөг. Энэхүү элементийн илүүдэлээс үүдэлтэй өвчин: стронцийн **рахит** өвчин үүсэх ба түүний хортой тунг тогтоогоогүй байна. Стронцийн баяжмал бол радиолари юм. Энэ нь гал гаргахын тулд пуужин гэрэлтүүлэх үүрэгтэй телевиз, видео төхөөрөмжид зориулсан тусгай нүдний шилэнд ашиглагддаг.

ЦЕЗИЙ-Cs¹³⁷

Ховор, зөөлөн, алтан өнгөтэй металл. Цезийн изотопын тоо цөмийн изомеруудыг тооцвол 40. ¹³³Cs байгальд түгээмэл байдаг (100%). Түүний 3 үүсмэл радионуклид байдаг: ¹³⁴Cs ($T_{1/2} = 2.065$ жил), ¹³⁵Cs ($T_{1/2} = 3 106$ жил), ¹³⁷Cs ($T_{1/2} = 30.17$ жил). Цезийн задрал нь β ба γ бөөмсийг үүсгэх замаар явагдана. Радиус Cs⁺ - 165, атомын - 264.4 pm. Үндсэн атомын спектрийн шугам нь 460.376 нм. Дэлхийн царцдас дахь **цезийн Кларк** $3.0 \cdot 10^{-4}\%$ ($4.3 \cdot 10^{-4}$), хөрсөнд – $5 \cdot 10^{-4}$, ургамлын үнсэнд – $n \cdot 10^{-4}\%$, голын усанд - 0.02 мкг/л.

Цезий нь иончлох чадвар багатай тул амархан ионждог элемент юм. Тэрээр хар металлын талстжих төвүүдийг бий болгоход оролцдог, хүчтэй шүлтлэг шинж чанартай байдаг. Түүний давс нь маш сайн уусдаг, сарнисан байдаг. Цезийн хайлт нь пегматитуудын боржингийн магмууд, шохойн давсны үлдэгдэл уусмал, калийн магмын галт уулын дэгдэмхий ялгаралт үлдэгдэлтэй холбоотой байх ёстой. Лити ба калийн торны эрдэс бодисуудад орсон.

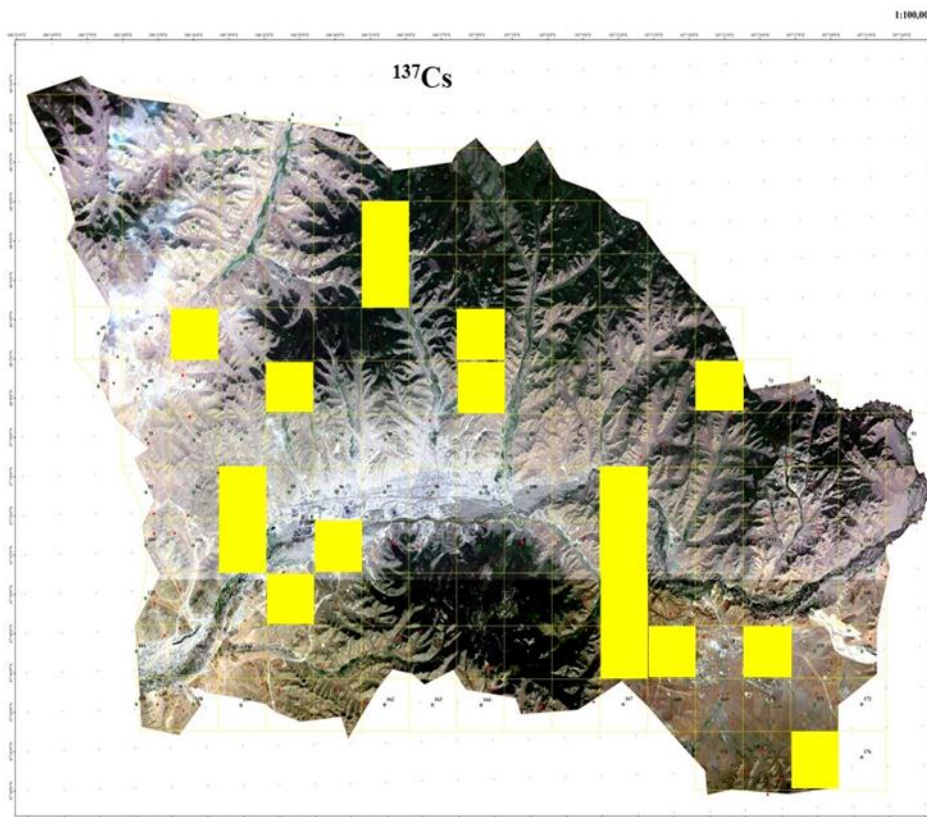
Цезийн гол эх үүсвэр нь газрын ховор пегматит боловч нөөцийн хувьд ашигт малтмалын төрөл зүйлээс доогуур байдаг. Бүх талаараа энэ нь рубидиумтай төстэй. Цезийн сорбцийн геохимийн саад бэрхшээл (шавар, хүлэр, ялзмаг).

Микро хэмжигдэхүүнээр ($1 \times 10^{-30}\%$) энэ нь маш хүчтэй, солилцоогүйгээр шингэдэг. Бүх давс нь маш сайн уусдаг. Чийглэг ландшафтуудад идэвхтэй нүүдэллэдэг, хуурай газарт удаан хөдөлдөг. Хүний биед 1.5 мг цезий агуулагддаг. Өдөр тутмын хоол хүнс - 0.01 мг, хагас задралын хугацаа 105 хоног. Цэцэгт ургамал дахь хуурай бодисын агууламж 3-89 мкг/кг хооронд хэлбэлздэг. Индикатор акцептор ургамалд-хаг, мөөг юм.

Цезийг цацрагийн хяналтын төхөөрөмжид зориулсан тусгай шил үйлдвэрлэхэд каталитик процесст дэмжигч болгон ашигладаг. Радиоцези (¹³⁷Cs) нь зөвхөн цөмийн зэвсгийн туршилт,

цацрагийн ослын үед үүсдэг, цацраг идэвхт бохирдол, түвшингийн үзүүлэлт (маркер) болгон ашигладаг, хагас задралын хугацаа нь 30.2 жил, тун үүсгэгч техноген урт наслалтын үндсэн радионуклид юм

Cs^{137} 1.6 - 18.9 (± 2.1) Бк/кг



Зураг 20. Цацраг идэвхт ЦЕЗИЙ-(Cs^{137}) -ийн орон зайн түгэлт

РАДОН- Rn^{222}

Хүнд, өнгөгүй, цацраг идэвхт хий, хортой. Зарим бүс нутагт агаар дахь радоны хэмжээ зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтэрсэн байдаг. Түүнчлэн эмчилгээний зориулалтаар ашигладаг радонтой ус байдаг. Агаар мандалд агуулагдах агууламж 500 тонн, эзэлхүүнээрээ – $6 \cdot 10^{18}\%$. Ихэнх нь хөрсний гадаргуугаас дээгүүр агаарт (1 атом / мл агаар) агуулагдаж байдаг. Агаар мандлынхаас илүү дотоод орчинд радон ихээр бий. Тэрээр биологи, экологи, радиотоксикологийн хувьд хэт идэвхтэй. Дэлхий дээрх байгалийн цацрагийн 30%-ийг хангадаг. Агаарын байгалийн цацраг идэвхт бодисыг үүсгэдэг. Цөмийн изомеруудыг тооцсон изотопын тоо 28. Байгальд α задралаас эхлээд γ задрал хүртэлх гурван радионуклид мэдэгдэж байна. Үүнд: ^{222}Rn хагас задралын хугацаа 3.82 хоног, ^{220}Rn - 55.6 сек, ^{219}Rn - 3.96 сек. Атомын спектрийн гол шугам нь 745 нм.

Дэлхийн царцдас дахь **радоны кларк** $n \cdot 10^{-16} \%$, агаар мандалд - $7 \cdot 10^{-17}\%$, гол, ундны усанд 0.37-3.7 Бк/л, артез 10-40 Бк/л, болон эмчилгээний рашаан усанд - 100 кБк/м³-аас их байна.

Барилгын материал нь радоны хүчтэй эх үүсвэр болдог (фоновын агууламжаас 1000-5000 дахин их). Радон нь хуванцар материал, эпоксид суурилсан будагт бодистой өрөөнд түлхүү ялгарч хуримтлагддаг. Хүлээн авсан эх үүсвэр нь ^{226}Rn . Ажлын өрөөний агаар дахь ПДК ^{222}Rn

нь $3 \cdot 10^{-11}$ Ки байна. Радон нь ^{210}Po , ^{210}Pb болон ^{210}Bi болж хувирна. Орон сууцны агаар дахь радоны дундаж агууламж 25 Бк / м³ байх шаардлагатай. Радоныг бетон гадаргуу болон ахуйн хий шаталтын үед ялгаруулдаг. Үүний улмаас **уушигны хорт** хавдраар өвчлөх эрсдэл 1000 хүн тутамд 3-4 тохиолдол буюу 200 Бк/м³ үед 30-40 тохиолдол бүртгэгддэг.

Баяжигдсан, өөрөөр хэлбэл **уран-235**-ын өндөр агууламжтай уранд ийм чанар харагддаг. Радоноос хамгаалах цорын ганц үр дүнтэй хамгаалалт бол сайн агааржуулалт юм. Хий нь барилгын материал эсвэл газрын хэвлийгээс барилга руу нэвчдэг боловч агаарын байнгын өөрчлөлтөөр аюултай хэмжээгээр хуримтлагдах цаг байдаггүй.

РАДИЙ-РА²²⁶

Ураны хүдэр агуулсан байгальд байдаг цацраг идэвхт элемент. Хүчилтөрөгч, устай урвалд ордог. Радын ашигт малтмал байхгүй ч, байгальд сарниж тархсан байдаг. Түүний цөмийн изомеруудыг тооцсон радийн изотопын тоо 25. Байгальд ^{226}Ra ($T_{1/2} = 1600$ жил), ^{228}Ra ($T_{1/2} = 5.75$ жил), ^{223}Ra ($T_{1/2} = 11.43$ хоног), ^{224}Ra ($T_{1/2} = 3.66$ хоног) зэрэг нь α ба β бөөмс ялгаруулах замаар тохиолдох ба харин ^{228}Ra - γ ба β хэсгүүдийг ялгаруулна. Радиус Ra^{2+} - 152, атомынх нь - 223 pm. Атомын спектрийн гол илрэх шугам нь 381.442 нм. Дэлхийн царцдас дахь **радийн кларк** $6.0 \cdot 10^{-11}\%$, хөрсөнд - $8 \cdot 10^{-11}$, ургамлын үнсэнд - $2 \cdot 10^{-11}\%$, голын усанд - 0.01 мкг/л байна. Хүний биед $2.64 \cdot 10^{-11}\%$ радий, **ясны эдэд** - $4 \cdot 10^{-13}$, **булчинд** - $0.23 \cdot 10^{-13}\%$, **цусанд** - $6.6 \cdot 10^{-9}$ мг / л байна. Хүнсний өдөр тутмын хэрэглээ нь 2.2 пг ^{226}Ra байна. Хагас задралын хугацаа 18 жил зарцуулна. Бие махбодид кальцитай адилхан ажилладаг. Түүний акцептор гол ургамал нь “Бразил” самар юм.

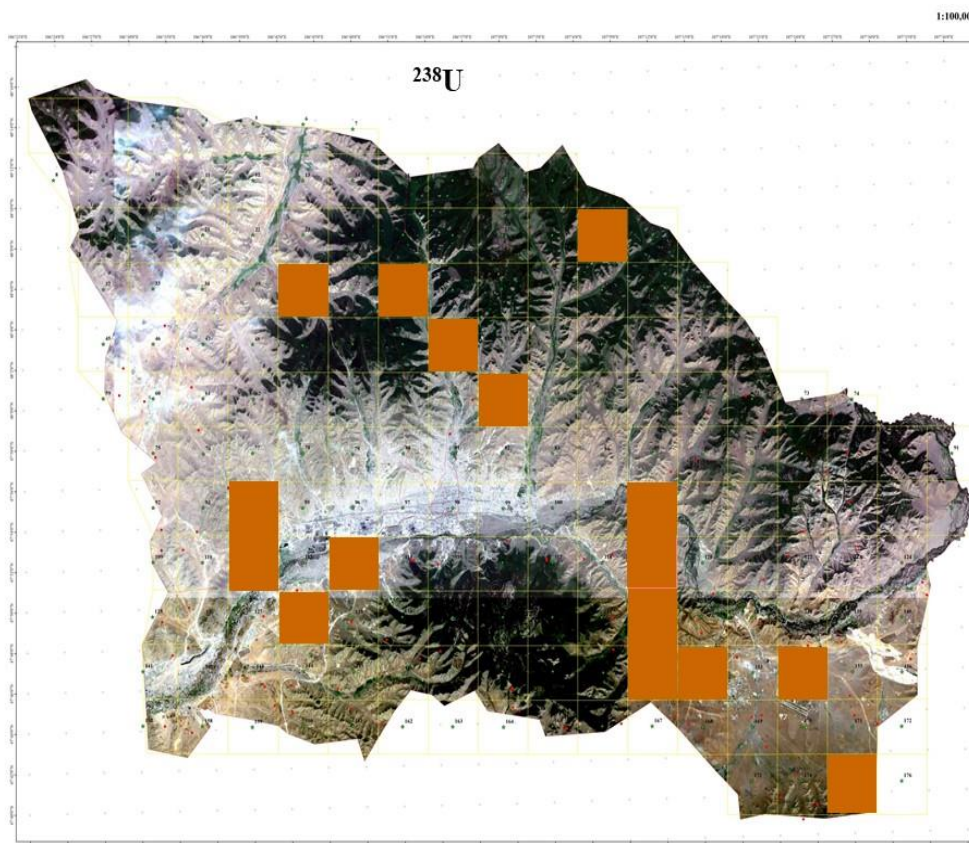
УРАН-U^{234, 238}

Цацраг идэвхт элементүүд дунд тэргүүлэх байр суурийг эзэлдэг цацраг идэвхт металл. Хагас задралын хугацаа нь ^{238}U (4.46.109 жил). Геохимийн хувьд тэргүүлэгч байр суурийг тогтвортой U^{6+} ион эзэлдэг бөгөөд үүнд дөрвөн валент ураны ионууд ордог. Зөвхөн нэг эрдэс болох уранинит (давирхайн хүдэр) нь үндсэндээ U^{4+} -д хамаардаг. Гэсэн хэдий ч UO_2 зэрэг нэгдлүүд нь хүчиллэг уусмалд хурдан исэлдэж, ураны исэл (U_3O_8) гэж нэрлэгддэг завсрын исэл болдог. Үүнийг ураны давирхайн хүдэр гэж нэрлэдэг.

Дэлхийн царцдас дахь **ураны кларк** $2.4 \cdot 10^{-4}\%$ ($2.6 \cdot 10^{-4}$) байна. Байгальд зуу орчим эрдсүүд нь тэдгээрийн сүлжээ торон зангилаанд ураны ион агуулдаг нь мэдэгдэж байна. Эдгээрээс хамгийн их исэлдэлтийн түвшинтэй ураны эрдэс 75%-ийг эзэлдэг. Эдгээр нь гидратууд, хүчтэй хүчилтэй нэгдлүүд, комплекс нэгдэлт хүчил юм. Зургаан валент ураны ион нь амфотерийн исэл юм. Хүчтэй хүчилтэй бол энэ нь ердийн суурь бөгөөд сул хүчилтэй бол хүчтэй катионоор саармагжуулж болох нарийн төвөгтэй анионуудыг үүсгэдэг.

Ердийн ураны ионууд нь $[\text{UO}_2]^{2+}$, $[\text{UO}_4]^{2-}$ юм. Ураны хэд хэдэн нэгдлүүд нь дэгдэмхий шинж чанартай байдаг (карбид, галогенид, уранил нэгдлүүд), тиймээс дэгдэмхий цогцолбор ялгарах үед элемент нь пневматолит руу ордог бөгөөд энэ нь висмут, мөнгө, никель, кобальт, төмөр, кальци, магнийн карбонатуудтай хамт ураны давирхайг үүсгэдэг. Хүчиллэг боржин чулуулагт орчин ураны өндөр агууламжтай.

U^{238} 7.5-175 ± 88 Бк/кг



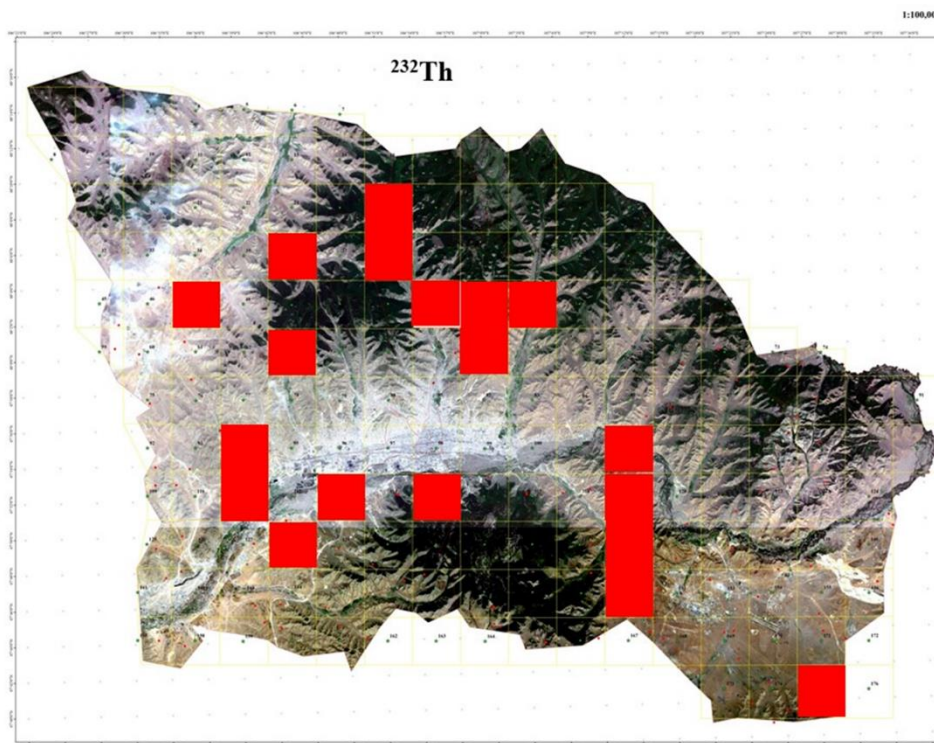
Зураг 21. Цацраг идэвхт УРАН- (U^{238})-ын орон зайн түгэлт

ТОРИЙ- $Th^{230,232}$

Байгальд тархсан цацраг идэвхт бага хортой металл. Оксидын хальсаар хамгаалагдсан. Тори нь усны ууртай, хүчилтэй удаанаар урвалд ордог. Түүний хайлш нь хатуу байж болно. Цөмийн изомеруудыг тооцсон изотопын тоо 25. ^{232}Th (100%) нь хамгийн урт хагас задралтай ($T_{1/2} = 1.4 \cdot 10^{10}$ жил) байгальд өргөн тархсан. Түүний задрал нь α ба γ бөөмс үүсэх замаар явагддаг. Радиус $Th^{3+} - 101$, $Th^{4+} - 99$, атомын - 179.8 цаг. Атом дахь үндсэн илрэх спектр шугам - 401.914 нм. Дэлхийн царцдас дахь торийн **кларк нь** $-12 \cdot 10^{-4}\%$ ($1 \cdot 10^{-3}$). Нефтийн химийн найрлагаас хамааран концентраци нь ихээхэн ялгаатай байдаг. Хэт суурьлаг торийн агууламжтай чулууллагаас ($5 \cdot 10^{-7}$) хүчиллэг ($1.8 \cdot 10^{-3}\%$) чулуулагт шилжилж нэмэгдэнэ. Ялангуяа шүлтлэг эгнээний чулуулагт 6.5 10-3% -аас голын усанд - 0.1 мкг/л хүртэл мэдэгдэхүйц нэмэгддэг. Ториумын гол эх үүсвэр нь монацит элс, пегматит, циркон, сфен дэх орцууд юм. Үүний нэлээд хэсэг нь торийн нэгдлүүдийн гол хэсэг болох боржин чулуу, нефелин сиенитийн пегматитын хайлмалд ордог. Дэлхийн царцдас дахь тори нь сарнисан төлөвт байдаг бөгөөд энэ нь уранаас хоёр дахин их байдаг. Механик эсвэл шингээлтээр хуримтлагддаг. Ториум нь суурилаг, силикат, итонотанталониобат, фосфат, карбонат зэрэгт агуулагддаг. Гол ашигт малтмал: хамгийн их агууламж нь торанит (58-аас 93%), уран агуулсан ашигт малтмал дахь түүний хэмжээ 1-ээс 25% -ийн хооронд хэлбэлздэг. Эндоген нөхцөлд ионы радиусын ойролцоо байх нь газрын ховор элементүүд болох Y, U изоморфизмыг өргөнөөр илэрхийлэхэд хувь нэмэр

оруулдаг. Ихэнх карбонатит, сиенит болон бусад шүлтлэг чулуулаг, шүлтлэг боржин нь торийн хуримтлалд таатай байдаг. Магмын чулуулагт энэ нь тори, тори агуулсан эрдэс хэлбэрээр төвлөрдөг бөгөөд сүүлийнх нь байгальд илүү элбэг байдаг. Ториумын геохимийн саад нь хүчилтөрөгч юм. Элемент нь ихэнх геохимийн орчинд сул хөдөлгөөнтэй байдаг. Хүчтэй хүчиллэг орчинд хэсэгчлэн шилжинэ. Хүний биед 30 микрограмм тори агуулагддаг. Хоолны өдөр тутмын хэрэглээ - 3 мкг. Хагас задралын хугацаа 14 жил байна. Ясанд төвлөрдөг. Ториумыг хугардаг материал, цөмийн түлшний эс, хий үл нэвтрэх бүрхүүлд ашигладаг.

Th^{232} 1.7-9 ± 2.2 Бк/кг

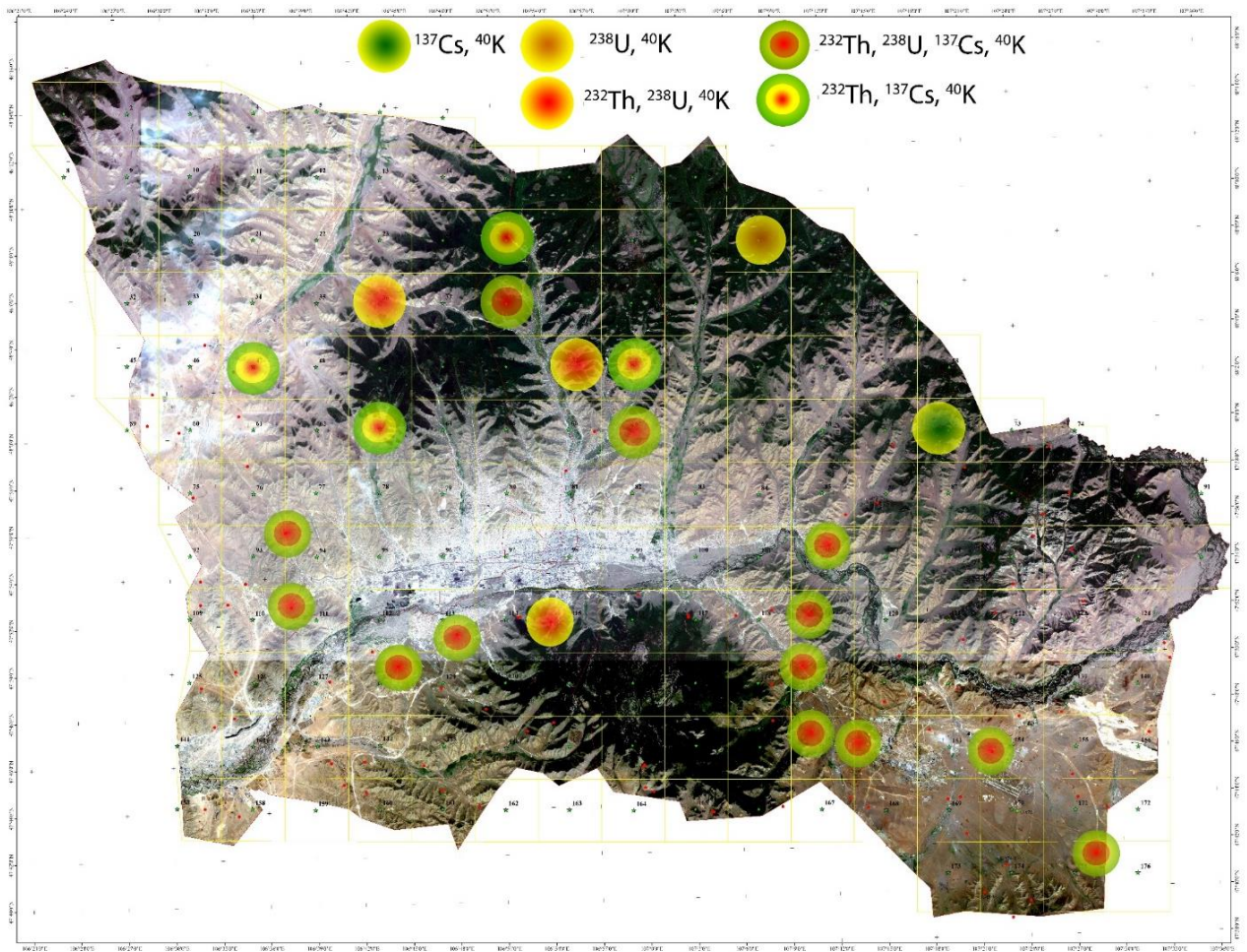


Зураг 22. Цацраг идэвхт ТОРИЙ-(Th^{232})-ийн орон зайн түгэлт

Акцептор хаг ба хөвдөд агуулагдах байгалийн цацраг идэвхт нуклид болох ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K -г хүний үйл ажиллагаатай холбоотой буюу антропоген гаралтай гэж үзнэ. Дэлхийн хэмжээнд авч үзвэл цөмийн эрчим хүчийг ашиглах, хэрэглээний болон цөмийн зэвсгийн туршилт хийх, нүүрс шатаах, хөрсний гадаргуугаас дэгдэх тоос тоосжилт, фосфатын бордоо үйлдвэрлэх, ашиглах, олборлох, цацраг идэвхт хаягдлын овоолго үүсгэх зэрэг нь байгалийн цацраг идэвхт бодисын тархалтад хувь нэмэр оруулдаг. Харин манай орны, тухайлбал Улаанбаатар хотын хувьд гол нь түүхий нүүрсний хэрэглээ өндөр, хотжилт эрчимтэй явагдаж, бүтээн байгуулалтын ажил их өрнөж байгаатай холбоотой.

УБ хотын засаг захиргааны нэгжийн хүрээнд тархсан *Hypogymnia physodes*, *Xanthoparmelia camtchadalis*, *Pylaisiella polyantha*, *Rhytidium rugosum*, зүйлүүдэд

илэрсэн ^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U , ^{137}Cs -ийн орон зайн тархалтыг зураглан буулгах үүднээс дээрх элементүүдийн хүлцэх агууламжийн ачааллыг загварчлахад зөвшөөрөгдөх түвшин / ачаалал"-ыг тооцоолон зураглах (Bunce, 1983;) аргазүйн дагуу боловсруулав (Зураг 23). Ажлын үр дүнд ландшафт гадаргын хотгорын аллювийн хуримтлал, дунд бэсрэг уулсын хөндийнүүдийн завсар хооронд шүлжин тархах бохирдсон агаарын замналын дагуу онц хортой элементүүдийн тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр цацрагт элементүүдийн 3 голомт эх үүсвэр байна гэж үзлээ. Үүнд 1. Баянхошуу, Хайлааст, Хуурай мухар, Толгойт, их Наран зэрэг гэр хороолол төвлөрсөн хотгор хөндий өгсөж тархсан УБ хотын хойд энгэр хэсэг. 2. Налайхын хотгорын гэр хороолол, ил уурхайн хэсэг. 3. Нисэх, Яармагийн гэр хороолол болон ДЦС-ийн хаягдал үнсний голомт, элсний карьер бүхий баруун хэсэг тус тус хамаарагдаж байна.



Зураг 23. УБ хотын суурьшлын болон ногоон бүсийн хүрээнд тархсан цацрагийн бохирдлын орон зайн түгэлт

3.3.

ТӨСЛИЙН ЗОРИЛТ 3. ҮР ДҮНГИЙН ДААЛГАВАРЫН БИЕЛЭЛТ

Хүснэгт 15.

д/д	Төслөөр бий болох үр дүн	Тоо хэмжээ	Үр дүнгийн үзүүлэлт	Үр дүнг хүлээлгэн өгөх хугацаа (он, сар)
1	Агаар, орчны гаралт цацраг идэвхт зарим элементүүдийг акцептор 3 зүйл хаг, 3 зүйл хөвдөнд илрүүлнэ.	10 элемент	^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{234}U -ийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг тогтоож дүгнэнэ	2020/2021 он 12 сар
2	УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдэнэ	1	УБ хотын суурьшлын ба ногоон бүсийн хүрээнд цацрагийн бохирдлын түвшин, тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчилэн зураглав.	2021/2022 12 сар
3	Хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулна	1	Онц хортой элементүүдийн агууламж, динамик зөөгдлийн нөлөөллийг эрсдлийн зэрэглэлээр үнэлэв.	2022 12 сар
4	Судалгааны үр дүнг олон улсын хуралд хэлэлцүүлэн нийтлүүлж магистр бэлтгэнэ.	1-2	Сэдвийн үр дүнгээр	2021/2022 он 12 сар
5	Төслийн эцсийн тайлан бичиж захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүлээлгэн өгөх	1	Төслийн эцсийн тайлан	2021/2022 12 сард багтаана

ҮР ДҮНГИЙН ШИНЭЛЭГ ТАЛ 7:

Бид судалгааныхаа үр дүнд УБ хотын хилийн бүсийн хүрээнд ландшафт гадаргын хотгорын аллювийн хуримтлал, дунд бэсрэг уулсын хөндийнүүдийн завсар хооронд шүлжин тархах бохирдсон агаарын замналын дагуу цацрагт элементүүдийн хуримтлагдах агууламжийн харьцааг тогтоосноор тэдгээрийн тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчилэн зурагласнаар УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдсэний үр дүнд хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулав.

Нүүрс бол цацрагийн бохирдлын эх үүсвэр мөн

Цацраг идэвхт бохирдол нь хүний олон өвчнийг үүсгэдэг бөгөөд юуны түрүүнд ясанд хуримтлагдаж, цусны улаан эсийн үүсэх үйл явцыг алдагдуулдаг. Манай гаригт байгалийн болон зохиомлоор үүсгэсэн 900 гаруй радионуклид мэдэгдэж байна. Жишээлбэл, цөмийн задралын бүтээгдэхүүн болох 250 орчим өөр изотоп (үүний 225 нь цацраг идэвхт бодис) байдаг байна.

Эдгээрээс хамгийн өндөр хоруу чанартай үүсмэл радионуклидад

1. 21 Pb, 226 Ra, 227 Ac, 228, 230, 232 Th.

Цацрагийн хоруу чанар өндөртэй радионуклидын бүлэгт

2. 90 Sr, 106 Ru, 131 I, 144 Ce гэх мэт.

Дунд зэргийн цацрагийн хоруу чанартай бүлэгт

3. 22 Na, 89 Sr, 137 Cs, 59 Fe, 65 Zn, 140 Ba гэх мэт бодисууд орно.

Цацрагаар амьд организмд учруулах хохирол их байх тусам эд эсэд илүү их энерги шилждэг. Гэсэн хэдий ч энерги нь квантаар (хэсэг) шилждэг тул ерөнхий тохиолдолд цацраг идэвхт бодисын нөлөөллийн үр дагаврыг үнэлэхийн тулд зөвхөн нийт энерги төдийгүй түүний төрлийг харгалзан үзэх шаардлагатай. Жишээлбэл, дотоод өртөлт нь үр дагаврын хувьд хамгийн аюултай гэж тооцогддог. Иймд цацраг идэвхт цацрагийн хэмжээг тооцоолох, хэвийн болгохын тулд хэд хэдэн нэмэлт ойлголтыг нэвтрүүлэх шаардлагатай байна.

Байгалийн цацрагийн эх үүсвэрээс хүний өртөх дундаж тун нь жилд 2.4 мЗв орчим байдаг. Дэлхий дээр хуурай газрын цацрагийн түвшин мэдэгдэхүйц өндөр байдаг. Байгалийн цацраг идэвхт бодисын дотоод нөлөөлөл нь гадны нөлөөллөөс хоёр дахин их байдаг. Үүнд 222Rn ба 220Rn (79%), 40K (11%), 210Pb, 210Po (7%) радон изотопуудын богино хугацааны задралын бүтээгдэхүүн гол хувь нэмэр оруулдаг. Ерөнхийдөө радоньг эс тооцвол дотоод өртөлт нь жилд 1 мЗв орчим байдаг.

Цацраг идэвхт бодист өртөхөд илүү их хувь нэмэр оруулах дарааллыг чулуужсан түлш - нүүрс, занар, газрын тосоор ажилладаг дулааны цахилгаан станцууд ялгаруулдаг. Ийнхүү олон тооны судалгаагаар ДЦС-ыг цэвэрлэх үйлдлийн системд баригддаггүй 220Rn ба 222Rn хийн цацраг идэвхт изотопуудын ялгаралт жилд дунджаар $6 \cdot 10^{10}$ Bq/GW(e) орчим байдаг. Үүнд, юуны өмнө цацрагийн бохирдлын голлох эх үүсвэрийн учир шалтгааныг тайлбарлах нь зүйтэй юм. Цацрагийн бохирдлын нөлөөллийн эрсдлийн бүсийг авто тээврийн хэрэгслээс гадна нүүрсээр ажилладаг ДЦС-ууд, гэр хорооллын зуухнаас их хэмжээний хөө, тортог, үнс, утаа зэрэг аэрозоль хийгээр ялгарч агаар мандлын цацрагийн бохирдлын нэмэлт эх үүсвэрийг бий болгодог (Титаева, Таскаев, 1983). Нүүрсэнд агуулагдах дагалдах элемент нь эрдэс хэсгээ дагаж ихэсдэг тул онолын үүднээс энэ нь үнсэндээ их байх нь зүйн хэрэг юм. Нүүрсний үнс нь ихэнх нэгдэлдээ 316 дан болон 188 эрдэс, нийлмэл эрдэс агуулдаг байна (Asokan, 2005). Нүүрсний үнсэнд үүсэх бодисын хэмжээ эх нүүрсэнд агуулагдах хэмжээнээс даруй 10 дахин их байх (Тэмүүжин, 2017) тул үнсний цацрагийн хэмжээ нүүрснийхээс 10 дахин баяжсан байдаг (хүснэгт 16). Судалгаагаар хаягдал үнсэн дэх торийн болон калийн изотопийн хэмжээ дэлхийн дунджтай ойролцоо боловч радийн изотопийн идэвхийн хэмжээ харьцангуй өндөр байдаг байна. Ялангуяа гэр хорооллын нүүрсэнд бөмбөлөг ширхэглэг бүтэц үүсдэггүй нь дутуу шатсан нүүрсний хэмжээ өндөртэй үнсийг саармагжуулах нэн шаардлагатай байдаг байна.

Нүүрсний үнсэн дэхи цацраг идэвхийн хэмжээ (Тэмүүжин, 2017)

№	Дээжний нэр	Изотопуудын хувийн идэвх, Бк/кг			Радийн эквивалент (Ra_{eq}) идэвх, Бк/кг
		Ra-226	Th-232	K-40	
1	Налайх, нүүрсний үнс	155±15	48±6	437±46	239
2	Багануур, нүүрсний үнс	361±34	66±8	340±38	449
3	Шивээ Овоо	268.8±	48.7±5	215±	342.7
4	Дэлхийн дундаж	30-110	30-110	180-500	-

Нүүрс нь газрын тос, байгалийн хийтэй адил биологи, геологийн процессоор удаан задардаг органик бодис юм. Нүүрс олборлох, боловсруулах, ашиглах, тээвэрлэх явцад дэд кларкийн хэмжээгээр агуулагдах цацраг идэвхт элементүүд хүрээлэн буй орчинд хуримтлагдаж, улмаар аюул учруулж болзошгүй юм. Нүүрс үүсэх үндэс нь олон сая жилийн өмнө ургасан ургамлын үлдэгдэл юм. Үүний зэрэгцээ, нүүрс нь уран ба актинуран цувралын байгалийн цацраг идэвхт бодисыг үргэлж агуулдаг (^{238}U ба түүний задралын бүтээгдэхүүн ^{234}U , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{210}Pb , ^{210}Po гэх мэт; ^{235}U ба түүний задралын бүтээгдэхүүн ^{219}Rn , ^{232}Th ба түүний задралын бүтээгдэхүүн ^{220}Rn , ^{216}Po), түүнчлэн ^{40}K урт хугацааны цацраг идэвхт изотопууд юм. Агаар мандалд ялгарах үнс, хатуу тоосонцорыг шатаах явцад 370 Бк/кг-аас их (заримдаа 520 Бк/кг хүртэл), харин нүүрсийг шатаах үед цацраг идэвхт чанар 20-40 Бк/кг хүртэл нэмэгддэг байна.

ДЦС-аас ялгарах утаа нь анхны агууламжийн дунджаар 90% U, 76% Th, 60-88% Ra агуулдаг бол 90% уран, 28-60% радий, 78% хүртэл торийн утаагаар агаар мандалд ялгардаг. Нүүрсний цахилгаан станцаас ялгарах нийт цацраг идэвхт бодисын хэмжээ дунджаар 1 ГВт цаг тутамд $1.33 \cdot 10^{10}$ Бк орчим байна. Агаар мандалд ДЦС-ын ялгаруулалтыг 100-300 м-ийн өндөрт явуулдаг тул утааны хийн бохирдол их хэмжээгээр тархдаг.



Цацрагийн хувьд дулааны цахилгаан станцууд илүү аюултай, учир нь тэдгээрт шатаж буй нүүрс, хүлэр, хий нь уран, торийн бүлгийн байгалийн радионуклидуудыг агуулдаг. Жилд 1 ГВт хүчин чадалтай дулааны цахилгаан станцуудын байршил дахь хувь хүний өртөлтийн дундаж тун нь 6-аас 60 мкЗв/жил, АЦС-ын ялгаралтаас 0,004-0,13 мкЗв/жил байна. Тэгэхээр атомын цахилгаан станцууд хэвийн ажиллахдаа дулааны цахилгаан станцаас илүү байгаль орчинд ээлтэй байдаг.

Дулааны цахилгаан станцаас ялгарах
радионуклидийн жилийн дундаж хэмжээ.

Нүүрсийг шатаах явцад уран, торий олон тэдгээрийн задралын бүтээгдэхүүний ихэнх хэсэг нь нүүрсний анхны матрицаас ялгарч, хий болон хатуу фракцуудын хооронд тархдаг. Одоо байгаа радоны бараг 100% нь хийн үе шатанд орж, утааны хийтэй хамт гардаг. Ийнхүү нүүрсийг шатаах явцад анхны нүүрсэнд агуулагдаж байсан уран-радиум ба торийн цувралын радиоизотопууд үнсэнд үлддэг. Радиоизотопууд үнсэнд төвлөрдөг тул зарим тохиолдолд үнс нь цацраг идэвхт чанар, хорт элементийн агууламж ихэссэн байдаг. Түлшний нүүрсний чанар муу байгааг нь шатаах үед их хэмжээний хүхрийн исэл, хөө тортог, үнс ялгаруулах шалтгаан болдог байна.

Радио нуклид	Бк/ГВт·ч	Хагас задралын хугацаа
²²⁰ Rn	$4.07 \cdot 10^9$	55.6 с
²²² Rn	$8.14 \cdot 10^9$	3.8 хоног
²³⁸ U	$5.55 \cdot 10^7$	4.5 сая. жил
²³⁴ U	$5.55 \cdot 10^7$	245 мян. жил
²²⁶ Ra	$4.44 \cdot 10^7$	1600 жил
²¹⁸ Po	$1.41 \cdot 10^8$	3 мин
²¹⁴ Pb	$1.41 \cdot 10^8$	27 мин
²¹⁴ Po	$1.41 \cdot 10^8$	0.00016 с
²¹⁰ Pb	$1.41 \cdot 10^8$	22 жил
²¹⁰ Po	$1.41 \cdot 10^8$	138 хоног
²¹⁶ Po	$8.88 \cdot 10^7$	0.15 с
²¹² Pb	$8.88 \cdot 10^7$	11 цаг
⁴⁰ K	$1.96 \cdot 10^8$	1.3 сая жил

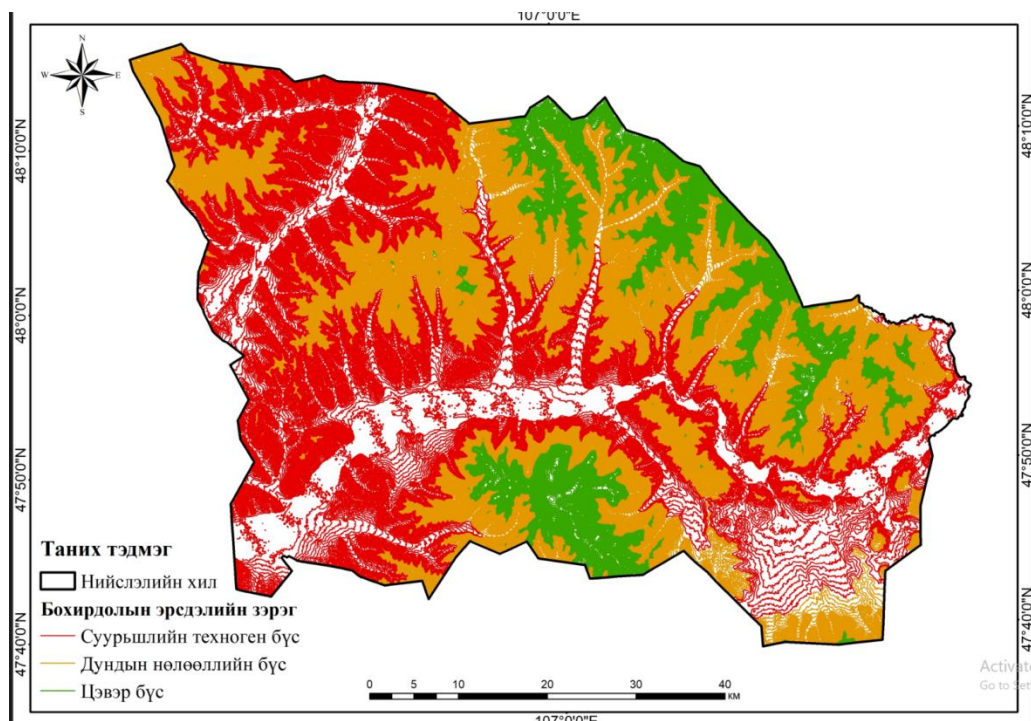
УБ хотын өвөрмөц газарзүй нь цаг агаарын эсрэг циклоны нөхцлийг бүрдүүлдэг: орографийн хотгор дахь агаарын зогсонги байдал, сул салхи нь агаар мандлын бохирдол, ялангуяа хүйтний улиралд, түлш, эрчим хүчний үйлдвэрээс ялгарах ялгаралт хамгийн их байна. Ландшафтын бүтэц нь аж үйлдвэрийн аж ахуйн нэгжүүдээс ялгарах утааны тархалтад нөлөөлдөг.

Утааны хийнээс гадна нүүрс шатаах явцад цацраг идэвхт бодисыг хүрээлэн буй орчинд нэвтрүүлэх гол эх үүсвэр нь шаталтын явцад нүүрсний эрдсийн фракцийн ихэнх хэсэг нь хайлж, шилэн үнсний үлдэгдэл шаар хэлбэрээр үлддэг өөрөөр хэлбэл радионуклидууд нь шаталтын бүтээгдэхүүнд төвлөрдөг гэдгийг тэмдэглэх нь зүйтэй. ²¹⁰Pb изотоп нь термохимийн процессын улмаас үнсэнд маш эрчимтэй хуримтлагддаг тул түүний концентраци 5-10 дахин нэмэгддэг. Хар тугалга ба түүний нэгдлүүд нь хортой гэдгийг мэддэг. Ялангуяа бие махбодид ороход хар тугалга нь ясанд хуримтлагдаж, тэдгээрийг устгахад хүргэдэг.

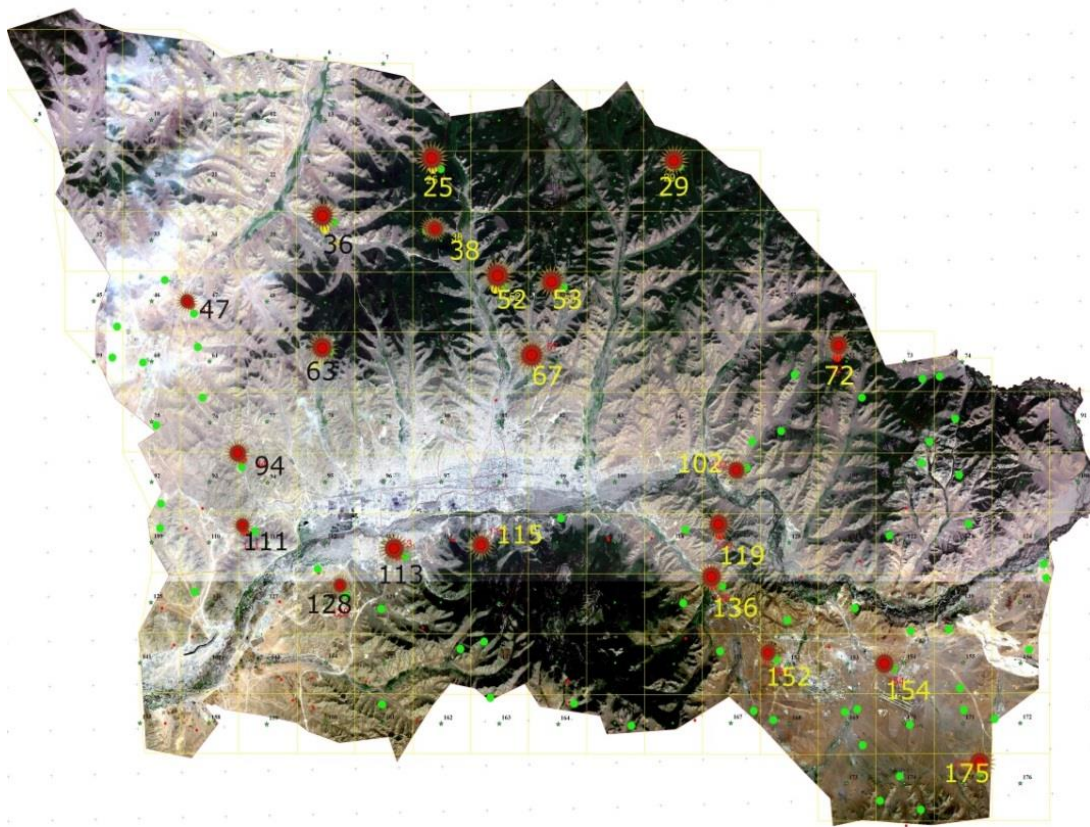
Агаарт цацагдаж буй үнс нь нилээд зайнд тархаж, хүний уушиг руу орох чадвартай тул асар их аюул учруулдаг. Үнсний нарийн хэсгүүд нь янз бүрийн хортой бодисоор баяжуулсан байдаг. Эдгээр нь радионуклидаас гадна хүнд металл, микроэлементүүд Co, V, Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, As, Be агуулдаг. Агаар мандалд ДЦС-ын ялгаруулалтыг 100-300 м-ийн өндөрт явуулдаг тул утааны хийн бохирдол их хэмжээгээр тархдаг. Гэр хорооллын аайл өрхийн нүүрс шатаах явцад Ra, Rn, Th цувралын радионуклид агуулсан их хэмжээний аэрозолийн тоосонцор үүсдэг. Сул дэгдэмхий нэгдлүүд үнс, шаард хуримтлагддаг бол илүү дэгдэмхий нэгдлүүд утааны хийтэй хамт хөдөлдөг болохыг тогтоожээ. Радионуклидууд нь хүнд ялзмагт хөрсөнд идэвхтэй, байнгын тогтоцтой байдаг бол хөнгөн хөрс нь 10-15 жилийн хугацаанд 40-50 см-ийн гүнд нүүдэллэдэг онцлогтой.

Иймээс УБ хотын хилийн бүсийн хүрээнд геохими, ландшафт, хотгор гадаргын аллювийн хуримтлал, дунд бэсрэг уулсын хөндийн завсар хооронд шүлжин тархах агаарын замналын дагуу цацраг идэвхт элементүүд хуримтлагдах агууламжийн харьцааг тогтоохоор «Google Earth» программаар УБ-нийг талбайг тэнцүү 160 ажиглалтын цэгэн утганд 1-тэй гэж авч үзэв. Үр дүнг 2000 x 2000 м² ажиглалтын цэгэн сүлжээнээс бүрдсэн 1 : 250 000 хэмжээст зураг дээр илэрсэн ⁴⁰K, ²³²Th, ²³⁸U ¹³⁷Cs цацрагийн хувийн идэвхийн түвшин, тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчлэн зураглав. Үүнд:

1. д.т.д. 1600м-ээс өндрөөс дээш ус хагалбарын бүсэд агаар болон хөрсний бохирдолын нөлөө багатай, модсог, чулуусаг, хөрссөг бүлгийн цэвэр орчны хаг, хөвд тархсан цацрагийн бохирдолгүй бүс.
2. д.т.д. 1400-1600 м өндөрийн төвшинд салхины хурдатгал хуйлрал хөдөлгөөны дагуу агаарын урсгалын нөлөөлд байх орчны тэсвэрт хаг, хөвд тархсан бүс.
3. д.т.д. 1300м - 1400м-т хотын суурьшлийн гэх хэсэгт хаг, хөвдийн амьдрах орчин алдагдсан техноген бүс буюу цацрагийн бохирдолтой бүс



Зураг 24. Агаарын бохирдлын тархах орон зай дахь эрсдлийн зураглал



Зураг 25. Цацрагийн бохирдлын нөлөөллийн эрсдлийн бүс

Бидний судалгааны ажлын шинжлэх ухааны шинэлэг байдал, онолын ач холбогдол нь биогенозын бүрэлдэхүүн хаг, хөвдөнд радионуклидийн хуримтлагдах онцлогоор байгалийн болон техноген цацраг идэвхт бохирдлыг хянах зорилгоор эдгээр организмуудыг ашиглах үндэслэлийг тогтоосонд оршино. Үүнд, нийгмийн хөгжлийн үйл ажиллагааны үр дүнд бий болсон нөлөөллийн бүс дэх хаг, хөвд дэх цацраг идэвхт бодисын хуримтлалын хэмжээг тооцоолсон шинэлэг талтай. Судалгааны үр дүнд хаг, хөвдыг хүрээлэн буй орчны цацраг идэвхт бохирдлын үзүүлэлт болгон ашиглах, урт хугацааны цацрагийн хяналт тавих зорилгоор ашиглах боломжтой болохыг нотолж байна.

IV. ТӨСЛИЙН ҮР ДҮНГИЙН ДААЛГАВАРЫН БИЕЛЭЛТ

д/д	Төслөөр бий болох үр дүн	Тоо хэмжээ	Үр дүнгийн үзүүлэлт	Биелэлт
1	Агаар, орчны гаралт цацраг идэвхт зарим элементүүдийг акцептор 3 зүйл хаг, 3 зүйл хөвдөнд илрүүлнэ.	10 элемент	^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{228}Th , $^{234,238}\text{Ra}$, ^{238}U -ийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг тогтоож дүгнэнэ	Илэрх элементүүдийн α , β , γ түвшний идэвхжилийн онцлог ялгааг амьдрах орчинд байж болох зөвшөөрөгдөх дээд доод хязгаар, агууламжийг олон улсын кларк үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан боловсруулж дүгнэлт гаргаж хэлэлцүүлэв.
2	УБ хотын цацрагийн бохирдлын зураглал үйлдэнэ	1	УБ хотын суурьшлын ба ногоон бүсийн хүрээнд цацрагийн бохирдлын түвшин, тархан хуримтлагдах орон зай, нөлөөллийн эрсдлээр бүсчилэн зураглана.	Цацраг идэвхт элементүүдийн хүлцэх концентрацийг үндэслэн холбогдох түвшний α , β , γ идэвхжил, хуримтлагдах талбар, тархах чиглэл, хил зааг зэргийг тус хотын суурьшлын хил, ногоон бүсийн хүрээнд тогтоож боловсруулж дууслаа.
3	Хүн ардын эрүүл мэнд, амьдрах орчны чанарыг үнэлэх үндэслэл боловсруулна	1	Онц хортой элементүүдийн агууламж, динамик зөөгдлийн нөлөөллийг эрсдлийн зэрэглэлээр үнэлнэ.	УБ хотын суурьшлын ба ногоон бүсийн 1 : 250000 масштаб суурь зураг дээр цацрагийн бохирдлын нөлөөллийн эрсдлийн зэрэглэлийн зураглал боловсруулж дуусгав.
4	Судалгааны үр дүнг олон улсын хуралд хэлэлцүүлэн нийтлүүлж магистр бэлтгэнэ.	1-2	Сэдвийн үр дүнгээр	Онол аргагүйн семинарт -4 удаа хэлэлцүүлсэн (БЦХ болон МУИС) Хамтын өгүүлэл-2 (олон улсын мэргэжлийн сэтгүүлд 1 шилжсэн) Зурагт атлас-1 ном товхимол нийтлүүлж Зөвлөмж -1 боловсруулж Олон нийтийн ТВ-1 удаа ярилцлага өгч Тайлан- 3 (2019; 2020-2021; 2022) жил жилээр хүлээлгэн өгсөн.
5	Төслийн эцсийн тайлан бичиж захиалагч, санхүүжүүлэгчид хүлээлгэн өгөх	1	Төслийн эцсийн тайлан	Тайлан- 3 (2019; 2020-2021; 2022) хүлээлгэн өгсөн

4.1. Судалгааны ажлын үр дүнгийн баталгаажилт

1. “Агаарын бохирдол, түүнийг саармагжуулахад ургамлын оролцоо” сэдэвт ярилцлагыг 2019 оны 1-р сарын 24 өглөө Өглөөны зочин буланд “Монгол TV” нэвтрүүлэгт ярилцлага өгөв.
2. Энхтуяа О., П. Зузаан, С. Жавхлан, Э. Энхжаргал, З. Батсүрэн, Д. Болортуяа, Х. Идэрмөнх. 2022. Улаанбаатар хотын хөвд, хагны дээжид цацраг идэвхт элемент тодорхойлох судалгаа. ШУА-ийн *Физик, технологийн хүрээлэнгийн бүтээл*, (48) 141-151. ISSN 2707-3149
3. Энхжаргал Э. Хөвдөөр цацраг идэвхт элементүүдийг илрүүлсэн судалгааны үр дүнгээс. БЦХ-ийн онол аргазүйнн семинар. 2022.05.26
4. Жавхлан С. Хагаар идэвхт элементүүдийг илрүүлсэн судалгааны үр дүнгээс. БЦХ-ийн онол аргазүйнн семинар. 2022.05.26
5. Энхтуяа О., П. Зузаан, С. Жавхлан, Э. Энхжаргал. 2022. Цацрагийн бохирдлын орон зайн түгэлтийг акцептор хаг, хөвдөөр илэрхийлэх. Зурагт атлас товхимол.