

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

Ангилалтын код: 13.020.01, 83.080.01

Хуванцар - Байгаль орчны асуудал -Мэдлэг, арга зүйн төлөв	MNS ISO/TR 21960:2023
Plastics- Environmental aspects-state of knowledge and methodologies	ISO/TR 21960:2020

Стандарт, Хэмжилзүйн газрын даргын 2023 оныдугаар сарын-ны өдрийндугаар тушаалаар батлав.

Энэхүү стандарт нь улсын бүртгэлд бүртгэсэн өдрөөс эхлэн хүчинтэй.

1 Хамрах хүрээ

Энэхүү баримт бичигт ерөнхий хүрээлэн буй орчин болон тусгайлсан бүс нутгийн байгаль орчинд тохиолдох макро хуванцар ба микро хуванцруудын тухай шинжлэх ухааны өнөөгийн бүтээлүүдийг нэгтгэн харуулав. Үүнд хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсгээс дээж авах, дээж бэлтгэх, дүн шинжилгээ хийх зэрэг туршилтын аргуудыг тоймлон харуулсан. Мөн түүнчлэн хуванцрыг таних, тоо хэмжээг тодорхойлох химийн болон физикийн туршилтын аргуудыг тайлбарласан болно.

Энэхүү баримт бичигт дээж авах, дээж бэлтгэх, дүн шинжилгээ хийхэд тохирсон дүрэм журмын дагуу аргуудыг стандартчилахад шаардлагатай гурван алхмын талаар зөвлөмжийг өгсөн.

Энэхүү баримт бичиг нь агаарын битүү орчин болон эрүүл мэндийн асуудалд хамаарахгүй.

ТАЙЛБАР: Иргэдийн нийгмийн мониторингийн төслийн хүрээнд цуглуулсан хуванцар эсвэл микро хуванцрууд энэхүү баримт бичгийн хүрээнд хамаарахгүй. Ийм төслүүд нь байгаль орчны асуудлыг нийгэмд мэдрүүлэх, улмаар хүрээлэн буй орчинд байгаа хуванцрыг бууруулахад тусалдаг ч энэхүү мониторингийн үзэл баримтлал нь стандартчилах байдлаар хүрээлэн буй орчин дахь микропластикийг бүрэн төлөөлөх, шинжлэх ухааны үндэслэлтэй шинжлэхэд тохиромжгүй гэж үзсэн.

2 Норматив эшлэл

Энэ баримт бичигт нормативын тодорхойлолт байхгүй.

3 Нэр томъёо тодорхойлолт

Энэхүү баримт бичгийн зорилгыг биелүүлэхийн тулд дараах нэр томъёо, тайлбаруудыг хэрэглэв. ОУСБ/ISO болон ОУЦТХ/IEC нь стандартчилалд ашиглах нэр томъёоны өгөгдлийн санг дараах хаягаар авдаг. Үүнд:

MNS ISO/TR 21960:2020

- ОУСБ-ын онлайн хайлтын платформ: <https://www.iso.org/obp> сайтаас авах боломжтой
- ОУЦТХ/IEC Electropedia: <http://www.electropedia.org/> сайтаас авах боломжтой.

3.1

полимер

химийн нэгдэл эсвэл полимержилтээр үүссэн бүтцийн давтагдах хэсгүүдээс бүрдэх холимог нэгдлүүд

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: Практикт 10 000 Далтоноос дээш.

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 2: Полимерууд хуванцар болон эластомерүүдээс бүрдэнэ. Эластомерүүдийг ISO/TC 61 стандартын агуулгаас хассан.

3.2

хуванцар

нэн чухал бүрэлдэхүүн хэсэг болох өндөр полимер (3.1) агуулсан бөгөөд эцсийн бүтээгдэхүүн болгон боловсруулах зарим үе шатанд урсацаар хэлбэржүүлж болдог материал.

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: Хуванцар нь голчлон полимер болон бага хэмжээний нэмэлтээс бүрдэнэ (3.7).

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 2: "Хуванцар" гэдэг нэр томъёоны оронд "хуванцар бүтээгдэхүүн" гэсэн нэр томъёог мөн ашигладаг. ISO 472 стандартын дагуу хуванцар бүтээгдэхүүн нь "хуванцрын ISO/TC 61 стандартын хүрээнд хамаарах аливаа материал, материалын холимог, хагас боловсруулсан эсвэл бэлэн бүтээгдэхүүн"-ийг илэрхийлнэ.

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 3: Хуванцар нь термопластик (3.3) ба термосет (3.4) материалаас бүрдэнэ

[ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 472:2013, 2.702, өөрчлөгдсөн — Тэмдэглэлд оруулсан тайлбаруудыг сольсон.]

3.3

термопласт

термопластик шинж чанартай хуванцар (3.1).

[ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 472:2013, 2.1178]

3.4

термосет

дулаан эсвэл бусад аргаар хатаах үед бараг хайлж, уусдаггүй бүтээгдэхүүн болж хувирдаг хуванцар (3.1).

[ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 472:2013, 2.1181]

3.5

эластомер

Бага зэрэг даралт өгөхөд хэлбэр, хэмжээгээ ихээхэн алдаснаа анхны хэлбэр дүрс, хэм хэмжээндээ эргэн ордог макромолекулт материал

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: Энэхүү тайлбар зөвхөн тасалгааны хэмд явуулсан туршилтын нөхцөлд хамаарна.

[ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 472:2013, 2.327]

3.6

композит

Хоёр ба түүнээс дээш давхаргаас (ихэвчлэн тэгш хэмтэй угсрагддаг) тогтсон хатуу биет бүтээгдэхүүн, тухайлбал, хуванцар хальс эсвэл дэвсгэр, ердийн эсвэл нийлмэл эсийн хуванцар, металл, мод эсвэл цавуутай эсвэл цавуугүй давхарга бүхий нийлмэл материал

[ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 472:2013, 2.182.2, өөрчилсөн - Жишээг хассан.]

3.7

нэмэлтүүд

тодорхой хуванцар материалын бие даасан шинж чанарыг сайжруулах/өөрчлөх зорилгоор полимер (3.1)-т нэмсэн химийн бодисууд

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: Дүүргэгч/бэхжүүлэгч материал, зөөлрүүлэгч болон галд тэсвэртэй бодис зэрэг чухал нэмэлтүүдийг ISO 1043-2-оос ISO 1043-4 хүртэлх стандартын дагуу тодорхойлсон.

3.8

макро хуванцар

5 мм-ээс дээш хэмжээтэй усанд уусдаггүй аливаа хатуу хуванцар хэсгүүд эсвэл биет

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: Ихэвчлэн макропластик биет нь хуванцар эд зүйлс эсвэл эцсийн хэрэглэгчийн бүтээгдэхүүний нэг хэсэг эсвэл аяга, аяганы бүрээс зэрэг холбогдох бүтээгдэхүүний хэсгийг илэрхийлдэг.

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 2: Тодорхойлсон хэмжээс нь тухайн биетийн хамгийн том хэмжээг илэрхийлнэ.

3.9

микро хуванцар

1 мкм-ээс 1000 мкм (=1 мм) хүртэл хэмжээтэй усанд уусдаггүй аливаа хатуу хуванцар хэсгүүд

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: Энэ нэр томъёо нь ISO/TC 61 стандартын хүрээнд багтах хуванцар материалд хамаарна. Резин, утас, гоо сайхны хэрэгсэл гэх мэт нь үүнд хамаарахгүй.

MNS ISO/TR 21960:2020

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 2: Микропластик биет нь ихэвчлэн гоо сайхны хэрэгсэл, хуулга, будаг гэх мэт эцсийн хэрэглэгчийн бүтээгдэхүүнд зориудаар нэмсэн жижиг хэсгүүдийг илэрхийлдэг. Микропластик биет нь мөн тухайн бүтээгдэхүүний нэгэн хэсэг болж болно.

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 3: Микропластик нь янз бүрийн хэлбэртэй байж болно.

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 4: Тодорхойлсон хэмжээс нь жижиг хэсгийн хамгийн урт зайтай холбоотой.

3.10

том микро хуванцар

1 мм-ээс 5 мм хүртэлх хэмжээтэй усанд уусдаггүй аливаа хатуу хуванцар хэсгүүд

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: Микро **хуванцар** (3.9) нь янз бүрийн хэлбэртэй байж болно.

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 2: Ихэвчлэн том хэмжээний микро **хуванцар** биет нь хуванцар эсвэл эцсийн хэрэглэгчийн бүтээгдэхүүний нэг хэсэг эсвэл холбогдох бүтээгдэхүүний жижиг хэсгийг/хэлтэрхийг илэрхийлдэг.

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 3: Энэ хэмжээтэй микро **хуванцар** нь эцсийн хэрэглэгчийн бүтээгдэхүүн биш бөгөөд хагас боловсруулсан бүтээгдэхүүн болох цутгах, шахах гэх мэт цаашдын боловсруулалтад зориулагдсан завсрын бүтээгдэхүүн жишээлбэл, хуванцар үрэл юм.

3.11

бичил жижиг хэсэг

1 мкм-ээс 1000 мкм (=1 мм) хэмжээтэй усанд уусдаггүй хатуу жижиг биетүүд

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: Одоогоор нано хэсэг ба микро хэсгийн хоорондын ялгааг тодорхойлоогүй байна.

3.12

макро жижиг хэсэг

5 мм-ээс дээш хэмжээтэй усанд уусдаггүй хатуу жижиг биетүүд

3.13

нанохуванцар

1 мкм-ээс бага хэмжээтэй хуванцар хэсгүүд

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: ЭЗХАХБ-ын дагуу нано хэсэг нь 100 нм хүртэл байдаг.

3.14

хөг

хүрээлэн буй орчинд хаягдсан эсвэл орхигдсон хатуу биет (3.17)

3.15

далайн хог

далайн болон эрэг орчмын орчинд (3.17) илэрсэн хог хаягдал (3.14)

3.16

хог хаягдал

хүний хаясан, эсвэл хаях гэж байгаа, эсвэл хаях шаардлагатай аливаа материал буюу биет

[ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 15270, 3.34]

3.17

хүрээлэн буй орчин

аливаа зүйлийн төлөв байдал эсвэл ургамал, амьтны аймгийн амьдралд нөлөөлж болох нөхцөл, хүрээлэн буй орчин

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсэг: ус, агаар, хөрс.

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 2: Энэхүү баримт бичигт хүрээлэн буй орчны нөөцийн үр ашиг, эрчим хүчний хэрэглээ, уур амьсгалын хамгаалалт гэх мэт байгаль орчны асуудал талаас нь бус, хаягдлыг орхиж болох хуурай газар эсвэл далай тэнгис гэдэг талаас нь авч үзэж байгаа болно.

[ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 472:2013, 2.1310, өөрчилсөн —тодорхой бүс нутгийн ургамал, амьтны амьдралыг тодорхойлох зорилгоор тайлбарыг завсарласан бөгөөд тэмдэглэлд тайлбар нэмсэн.]

3.18

насжилт

цаг хугацааны туршид материалд явагдах үл эргэх химийн болон физикийн урвал, хувирлууд

Тэмдэглэлд оруулах тайлбар 1: Туршилтын зорилгоор насжилтыг ихэвчлэн зохиомлоор хэрэглэдэг.

3.19

биота

хүрээлэн буй орчин дахь амьд организм (3.17)

4 Хуванцар материалын эцсийн хэрэглээ ба хүрээлэн буй орчны хамаарал

4.1 Ерөнхий зүйл

Хуванцар бол орчин үеийн амьдралын чухал материал бөгөөд айл өрх болон аж үйлдвэрт онцгой үүрэг гүйцэтгэдэг. Сүүлийн жилүүдэд хуванцар материалын хэрэглээ эрс нэмэгдэж, өдгөө сав баглаа боодол, барилга байгууламж, автомашин,

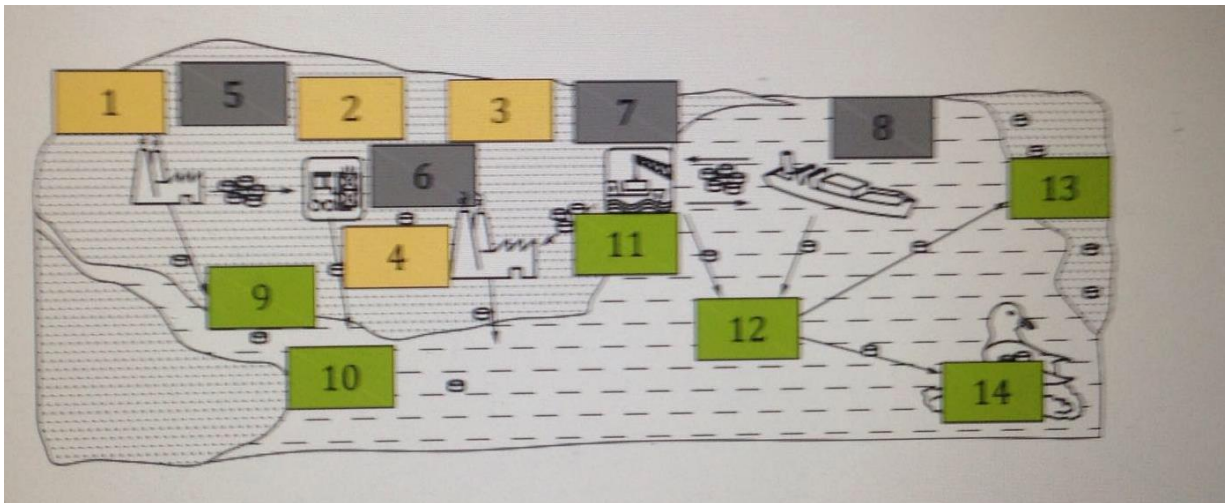
MNS ISO/TR 21960:2020

цахилгаан ба электрон төхөөрөмж гэх мэт хэрэглээний олон салбарт ашиглагдах болсон. Эцсийн хэрэглээнд тавигдах шаардлагаас хамааран бүтээгдэхүүн нь хуванцар ба/эсвэл нийлмэл материал агуулж болно.

Хуванцар материалын үйлдвэрлэлийг Европын аж үйлдвэрээс гарсан хаягдлыг зохицуулах удирдамжид нийцүүлэн хууль тогтоомжийн дүрмээр хатуу зохицуулдаг бөгөөд эдгээр дүрмийг химийн болон хуванцрын үйлдвэрт материал үйлдвэрлэх зөвшөөрөл олгох шаардлага болгон хөрвүүлдэг. Ийм байдлаар хууль тогтоомж, техникийн зааварчилгааны дагуу полимер үйлдвэрлэх хамгийн сайн боломжит технологиудыг ашигласнаар агаар, ус, хөрсөнд орох хаягдлыг зохистой зохицуулах боломжтой.

Хуванцар бүтээгдэхүүний ач холбогдлын жагсаалтыг дараах байдлаар тодорхойлж болно. Хуванцар материалыг ихэвчлэн газрын тос эсвэл хий гэх мэт чулуужсан түүхий эдээс үйлдвэрлэдэг бөгөөд ихэвчлэн нунтаг, ширхэг, үрэл (урьдчилан бэлтгэсэн хэвний материал) хэлбэртэй үйлдвэрлэдэг. Энэ материалыг дараа нь дэвсгэр/sheets, хүрээ/profiles, хальс гэх мэт завсрын хагас боловсруулсан бүтээгдэхүүн болгон хувиргах зорилгоор хэвлэх, шахах процесст ашиглахаас өмнө хольж болно. Эдгээрийг өрх гэр, барилга байгууламж, тээврийн гэх мэт салбарууд янз бүрийн хэлбэртэй эцсийн бүтээгдэхүүн болгоно. Төрөл бүрийн хэрэглээний салбарт ашиглагддаг зах зээлд хамааралтай хуванцар материалын тухайд [4.2-4.5 дэд бүлгүүдийг](#) үзнэ үү, "хуванцар" гэсэн нэр томъёонд термопласт материал ба термосет орно.

1-р зурагт үйлдвэрлэлийн өртгийн гинжин хэлхээнд үйлдвэрлэл, логистик, түгээлтийн янз бүрийн үе шатууд, түүнчлэн хуванцрыг нэвтрүүлэх замууд хэрхэн ялгаатай байгааг харуулж байна.



Түлхүүр

Шар хайрцгууд:

Саарал хайрцгууд:

Ногоон хайрцгууд:

1

2

нэмүү өртгийн хэлхээний шатууд

логистик, түгээлт, худалдаа, шилжүүлэг

нэвтрэх замууд

түүхий эд үйлдвэрлэгч

холигч/хувиргагч

3	Жинхэнэ тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгч/OEM
4	ханган нийлүүлэгч/холбогч
5	хуурай газрын логистик
6	түгээлт/худалдаа
7	шилжүүлэг/хүргэлт
8	далайн логистик
9	хотын ахуйн ялгарлууд
10	гол
11	боомт
12	далай
13	далайн эрэг/эрэг
14	биота

ТАЙЛБАР: Энэ зургийг Олон улсын үрлэн харуулын байгууллагын гаргасан график дээр үндэслэсэн болно: www.tuat.ac.jp/-gaia/ipw/en/what.html

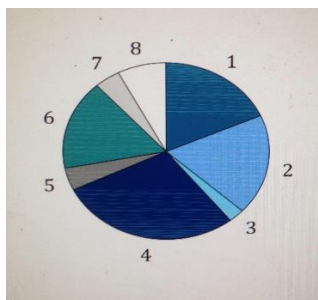
1-р зураг. Олон улсын үрлэн цаг байгууллагын гаргасан графикийн дараа хүрээлэн буй орчинд байгаа хуванцар үйлдвэрлэх сүлжээний схемчилсэн зураглал

ТАЙЛБАР: [Зураг 1-д](#) бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх сүлжээ, логистик ба түгээлт, түүнчлэн хүрээлэн буй орчинд нэвтрэх боломжит замуудыг хялбарчлан харуулав. Бодит байдал дээр завсрын алхмууд, харилцан уялдаа холбоо, хамаарал эсвэл цаашдын боломжит асуудал гээд олон хүчин зүйл нэмэгддэг.

Хууль тогтоомж болон стандартчилал, ялангуяа чанар ба байгаль орчны менежментийн ISO 9000 ба ISO 14000 бүлэг стандартууд хэрэгжиж байгаа бөгөөд эдгээрийг зарчмын хувьд үйлдвэрлэлийн үе шат бүрд, түүнчлэн логистик, түгээлтэд учирч болзошгүй алдагдлыг багасгахад тохиромжтой арга хэрэгсэл гэж үздэг.

Европын хуванцар үйлдвэрлэгчдийн Европын зах зээл, судалгааны бүлгийн мэдээлснээр[2]

хуванцар материалын дэлхийн нийт үйлдвэрлэл 2016 онд ойролцоогоор 280 сая тонн байсан бөгөөд үүнд термосет, эластомер, наалт/adhesives, бүрээс, чигжээс, мяндсан утас ороогүй байна. Ази тив ойролцоогоор дэлхийн нийт хуванцар үйлдвэрлэлийн 50%-ийг эзэлдэг бол үүний дотор Хятад улс, дэлхийн үйлдвэрлэлийн 29%-ийг эрхлэн тэргүүлдэг байна. Европ тив дэх үйлдвэрлэл нь үүнээс арай бага гэхдээ 19 % -ийг эзэлдэг. Хойд Америкийн чөлөөт худалдааны гэрээт мужууд/NAFTA states (Канад, Мексик, АНУ)-тай адилхан 18%-тай байна. Ази тивийн үйлдвэрлэлийн өсөлт ирэх жилүүдэд ч дэлхийн хуванцрын үйлдвэрлэлд тэргүүлэх байр сууриа бэхжүүлсээр байх төлөвтэй байна.



Түлхүүр

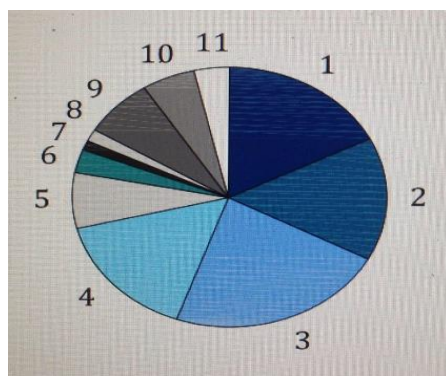
MNS ISO/TR 21960:2020

- 1 Хойд Америкийн чөлөөт худалдааны гэрээт мужууд 18 %
- 2 Европ (WE +СЕЕ) 19 %
- 3 Тусгаар улсуудын хамтын нөхөрлөл /CIS 2 %
- 4 Хятад 29 %
- 5 Япон 4 %
- 6 Азийн бусад орнууд 17 %
- 7 Латин Америк 4 %
- 8 Дундад Ази, Африк 7 %

ТАЙЛБАР: Plastics Europe^[2]-ийн гаргасан график.

2-р зураг. Улс/бүс нутгаар ангилсан дэлхийн хуванцар материалын үйлдвэрлэл, 2016 он

Дэлхийд хүлээн зөвшөөрөгдсөн хуванцар материалын хамгийн чухал төрөл бол стандарт хуванцар юм. Дэлхийн хуванцар үйлдвэрлэлийн дөрөвний гурвыг полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид болон полистирол, түүний дотор тэлсэн полистирол (зураг 3-ыг үзнэ үү) эзэлдэг. 10 хүрэхгүй хувийг инженерийн хуванцар байна гэж үздэг.



Түлхүүр

- 1 БНПЭ, ББНПЭ/LDPE, LLDPE, 17 %
- 2 ИНПЭ/HDPE 15 %
- 3 ПП/PP 23 %
- 4 ПВХ/PVC 16 %
- 5 ПС, ХПС-хөөст полистирол/PS, EPS 7 %
- 6 Акрилонитрил бутадиен стирол, Акрилонитрил стирол акрилат, Акрилонитрил стирол, /ABS, ASA, SAN 3 %
- 7 ПА/РА 1 %
- 8 ПК/PC 1 %
- 9 ПЭТ/РЕТ 7 %
- 10 Полиуретан полимер /ПУП 6 %
- 11 бусад термоп/other thermop l. 4 %

ТАЙЛБАР: Plastics Europe^[2]-ийн гаргасан график.

3-р зураг. Полимерийн төрлөөр ангилсан дэлхийн хуванцар материалын

үйлдвэрлэл, 2016 он

Хуванцар материал агуулсан бүтээгдэхүүнийг зах зээлд нийлүүлэх үед түүнийг аж үйлдвэр/арилжааны салбар, хувийн болон гэр ахуйн салбар гэх мэт төрөл бүрийн эцсийн хэрэглэгчид ашигладаг. Эцэст нь, бүтээгдэхүүн эцсийн хэрэглэгчийн хувьд үнэ цэнтэй зорилгоо биелүүлсний дараа ашиглалтын хугацаа дуусах шатандаа орж, хаягдал болдог. Энэ үе шатанд ийм хаягдсан бүтээгдэхүүнийг хотын захиргаа эсвэл хувийн үйлдвэрлэл эрхлэгчид хог хаягдлыг цаашид боловсруулахын тулд цуглуулж авах зөв удирдлагатай системийг ашигласнаар оруулсан материал эсвэл эрчим хүчний нөөцийг үр дүнтэй, үр ашигтайгаар нөхөн сэргээх болно.

Гэсэн хэдий ч ийм үр дүнтэй хог хаягдлын менежментийн систем дэлхийн бүх улс оронд байдаггүй бөгөөд зохисгүй харьцаа аль эсвэл ямар нэгэн бодлогогүйгээр байгаль орчин, хуурай газар, далайд их хэмжээний хаягдал, тэр дундаа хуванцраар хийсэн хаягдал үүсгэж магадгүй. Хуванцар байгаль орчинд тархах болсон нь ихэвчлэн бараа болон хаягдлыг хяналтгүй орхиж эсвэл эдгээртэй зохисгүй харьцсанаас үүдэлтэй байдаг ба үүнээс урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ авах нь чухал юм.

Дараагийн **5 дугаар дэд бүлэгт** байгаль орчинд илэрч байгаа хуванцар болон хуванцар хог хаягдлын талаарх тайлан, судалгааг тоймлон оруулсан болно. Гэсэн хэдий ч байгаль орчинд орж байгаа хог хаягдлын хэмжээг үнэн зөв мэдээлэх баталгаажуулсан өгөгдөл өнөөг хүртэл байхгүй байна. Мөн эх үүсвэр болон шингээх механизмыг хараахан хангалттай судалж, ойлгоогүй байна. Тиймээс олон улсад стандартчилсан дүрэм журмууд нь нотлох баримт гаргаж, зохих арга хэмжээг авах урьдчилсан нөхцөл болох юм.

Хэд хэдэн оронд байгаль орчны, бүтээгдэхүүний болон хог хаягдлын менежментийн хууль тогтоомж (логистик, хог хаягдал, бохир усыг тээвэрлэх, цэвэрлэх гэх мэт) сайн батлагдсан боловч хог хаягдлын зохисгүй менежментийн улмаас хуванцар бүтээгдэхүүн болон бусад хаягдал материалыг байгальд хаяж байгаа нь хог хаягдлын үйлчилгээний дэд бүтэц хөгжөөгүй, бага хөгжсөн орнуудад нэмэгдэх төлөвтэй байна. Иргэдэд ашиглалтын хугацаа дуусах шатандаа явж байгаа эд зүйлс, тэдгээрийн хог хаягдалд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх мэдлэг, мэдээлэл хангалтгүй байгаагаас хог хаягдлын буруу менежмент улам бүр нэмэгдсээр байна.

Хог хаягдлын тогтсон, сайн ажиллаж байгаа менежментийг харуулах үзүүлэлт бол тухайн улсын хог хаягдлын статистик бөгөөд энэ нь сэргээн ашигласан болон булшлагдсан хог хаягдлын харьцаа, ялангуяа хуванцар хог хаягдлыг багтаасан органик бодисоор баялаг хог хаягдлын хэсгүүдийн талаарх мэдээллийг багтаасан байдаг. Хэрэв тухайн улс материалын дийлэнх хэсгийг дахин боловсруулж эсвэл , хог хаягдлыг хязгаартай булшилж, үүнээс эрчим хүч гаргаж авдаг бол хог хаягдлын тогтсон дэд бүтэц сайн ажиллаж байна гэж хүлээн зөвшөөрч болно. Харин эсрэгээр, хог хаягдлын дэд бүтэц тааруухан улс орнуудад хог хаягдлыг голчлон хогийн цэгт хаядаг бөгөөд үүнийг хариуцагчгүй эсвэл , байсан ч төдийлөн анхаардаггүй байдал ажиглагддаг. Мөн хогоо хаях зөвшөөрөлгүй хаядаг бөгөөд энэ хаясан газруудад байгаль орчин бохирдох нөхцөл үүсэж байна. Жишээлбэл,

MNS ISO/TR 21960:2020

Европ дахь эцсийн хэрэглэгчийн хаясан хуванцар хог хаягдлын менежментийн статистик мэдээллээс харахад (ЕХ-ны гишүүн 28 улс мөн Норвеги болон Швейцарь) 95% -иас дээш сэргээн ашигладаг маш сайн гүйцэтгэлтэй 9-хөн улс байдаг[1]. Гэсэн хэдий ч Европын ихэнх улс орнууд (21 улс) өнөөдөр дунджаар хуванцар хог хаягдлынхаа талаас илүү хувийг булсан хэвээр байна. Хэдийгээр зохих ёсоор булах нь байгаль орчинд бохир нэвтрэхийг хязгаарладаг гэдгийг хүлээн зөвшөөрч байгаа ч энэ судалгаанаас харахад Европын цөөн хэдэн улсын байгаль орчны бодлогын гүйцэтгэл сайн байна. Америк тивд байна уу, аль эсвэл Азид байна уу бүс нутгуудад харилцан адилгүй нөхцөл байдал байгаа гэж таамаглаж байна.

Бодлогогүй хаясан аливаа хог хаягдал нь байгаль орчинд шингэж, эцэст нь гол мөрөн, далайд урсан орж байгааг хүлээн зөвшөөрөх боломжгүй юм. Иймээс аливаа төрлийн хог хаягдал, тэр дундаа хуванцар хог хаягдлыг эх газар задгай ус, далайд хаяхыг зогсоох нь нэн тэргүүний асуудал юм. Энэ зорилгыг биелүүлэхийн тулд дараах зүйлийг хийх шаардлагатай байна.

Үүнд:

- хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж буй хууль тогтоомжийн заалтуудыг үр дүнтэй хэрэгжүүлэх, дагаж мөрдөх, хэрэв байхгүй бол тухайн улс оронд ийм хууль тогтоомжийг боловсруулах, үйлдвэрлэгчид хариуцлага хүлээлгэдэг зохицуулалттай болгох – ийм зохицуулалт дэлхийн их 20-ийн зарим улсад байдаг- энэ зохицуулалтыг дэлхийн бусад орон болон бүс нутгуудад цаашид дэлгэрүүлэн хэрэгжүүлэх хэрэгтэй.
- хог хаягдлыг цуглуулах, боловсруулах, сэргээн ашиглахад чиглэсэн үр ашигтай, үр дүнтэй хог хаягдлын менежментийн систем, дэд бүтцийг боловсруулж хэрэгжүүлэх;
- Бараа эд зүйлсийнхээ үнэ цэнийг зөв үнэлэх хэрэглэгчдийн ухаалаг зан үйл, дадал болон үүргээ гүйцэтгэж, хаягдал болсон дараа бараа эд зүйлсэд агуулагдах нөөц баялгийг оновчтой сэргээн ашиглах боломжийг сурталчлах;
- Бүтээгдэхүүний загвар зохиох үед нөөцийг үр ашигтай зарцуулах, хаягдал бага гаргахаас урьдчилан сэргийлэх асуудлыг тооцдог байх.

Дараах дэд бүлгүүдэд янз бүрийн салбарт хуванцар бүтээгдэхүүнийг хэрэглэх явцад болон хэрэглэсний дараа нь хүрээлэн буй орчныг бохирдуулж болзошгүй гол нөхцөлүүдийг тайлбарлав.

4.2 Сав баглаа боодол

Сав баглаа боодлын салбар нь хуванцар хэрэглэдэг бүх салбарын хэрэглээний хамгийн их хувийг эзэлдэг. Сав баглаа боодлын хувьд ихэвчлэн полиолефин болон лонхны зориулалтын ПЭТ төрлийн бүтээгдэхүүнүүдийг плёнк, гялгар уут, шуудай, лонх ба сав, лааз, тавиур, таг, хаалт зэрэг ашиглалтын хугацаа богинотой бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэхэд ашигладаг.

Сав баглаа боодлын материал нь агуулагдах бараагаа хамгаалах, хадгалах үнэ цэнтэй үүргийг гүйцэтгэсний дараа хэрэггүй болдог. Энэхүү үнэ цэнтэй үүргийг гүйцэтгэсний дараа ашиглалтын үе шатны төгсгөлд тэдгээртэй зохих ёсоор харьцах нь чухал юм. Тиймээс ашигласан сав баглаа боодлын хог хаягдлын менежмент нь хог хаягдлын аж ахуйн нэгж эсвэл хотын хог хаягдлын дэд бүтцээр дамжуулан үйлдвэрлэгчийн хариуцлагын хүрээнд өнөөдөр хамгийн хөгжсөн тогтолцооны нэг болж байна. Гэсэн хэдий ч савлагаатай холбоотой эд зүйлс хүрээлэн буй орчинд тааралддаг тул **5 дугаар дэд бүлгийг** үзнэ үү.

Үндсэндээ ийм тогтолцоо нь хог хаягдлын тухай хууль тогтоомжийг үр дүнтэй хэрэгжүүлж, мөрдүүлэх ажлаас гадна сав баглаа боодлын хог хаягдлыг цуглуулах, боловсруулахад практик, үр дүнтэй, байнгын ажиллагаатай хог хаягдлын дэд бүтцийг шаарддаг. Энэ нь эцсийн хэрэглэгчид болон хэрэглэгчдийн сав баглаа боодлын хог хаягдлыг хэрхэн хаях, янзлах талаар хангалттай мэдлэгтэй байх шаардлагатай. Ингэж бүх улс оронд аль аль талыг нь бодолцон зөв зохистой ажиллахгүй бол бид ашиглалтын хугацаа дууссан сав, баглаа боодлын хог хаягдлыг сэргээн ашиглах орчин үеийн шаардлагад хүрч чадахгүй бөгөөд эдгээр хог хаягдал нь байгаль орчинд байсаар байх болно. Сав баглаа боодлын хог хаягдал нь хогийн цэгүүдийн менежментийг зохисгүй хийвэл хогийн цэгт булагдахгүй хаа сайгүй тархах хандлагатай байдаг. Эх газар болон далай тэнгис дахь хог хаягдлын үнэлгээний үр дүнгээс харахад сав баглаа боодол нь зохих ёсоор арчлахгүй бол хамгийн ил харагддаг бүтээгдэхүүн болдог байна.

4.3 Барилга байгууламж, бүтээн байгуулалт

Барилга байгууламж, бүтээн байгуулалтын салбар нь олон улс оронд хуванцар материалын хэрэглээний хоёр дахь чухал салбар бөгөөд полиолефин, ПВХ, хөөсөн полистирол болон бусад хуванцар тусгаарлагч материал зонхилдог. Ашигласан цонхны хүрээ, хоолой, кабель утас, шал гэх мэт хуванцар үйлдвэрлэлд хэрэгтэй хог хаягдлыг буцааж авах, сэргээн ашиглах тогтолцоог боловсруулсан байдаг. Бүтээн байгуулалтын талбарт зөв зохистой ажиллагаа явуулахгүй бол зарим бүхээгдэхүүн тухайлбал, дулаалгын материал хүрээлэн буй орчинд хаягдаж болзошгүй тул талбайн зохистой менежмент чухал юм.

4.4 Хөдөлгөөн ба тээвэрлэлт, цахилгаан ба электроник

Нийлмэл материалын хэрэглээ асар их өсөлттэй байгаа сансар судлалын салбартай харьцуулахад зам тээврийн хэрэгсэлд зориулагдсан хуванцар материалын эзлэх хувь харьцангуй бага буюу Европын орнуудад 5-15% хооронд хэлбэлздэг. Энэ нь автомашины салбарт металл, керамик, резин гэх мэт бусад материалууд илүү чухал гэсэн үг юм. Гэсэн хэдий ч эдэлгээ сайтай байх, бат бөх байх, жин татахгүй байх, дулаан, чийг болон зэврэлтэд тэсвэртэй байх гэх мэт материалын үзүүлэлтэд тавигдах техникийн шаардлагуудаас шалтгаалан автомашинд ашигладаг олон янз, төрлийн хуванцар байдаг. Тиймээс стандарт хуванцар болон инженерийн хуванцрын аль алиныг, түүнчлэн нийлмэл материалыг зам тээвэрт ашигладаг.

MNS ISO/TR 21960:2020

Тээврийн хэрэгслийн нэгэн адил инженерийн хуванцрыг цахилгаан болон электроникийн салбарт ашигладаг бөгөөд энэ салбарт хэрэглэгдэж байгаа хамгийн эцсийн бүтээгдэхүүн дэх хуванцрын хэмжээ багахан хувийг эзэлдэг. Дунджаар цахилгаан барааны тавны нэг орчим нь хуванцраас бүрддэг гэсэн тооцоо бий.

Зам тээврийн салбар түүнчлэн цахилгаан, электроникийн тоног төхөөрөмжийн салбар хоёулаа харьцангуй удаан эдэлгээтэй бүтээгдэхүүн шаарддаг. Ийм төрлийн барааг ашиглалтын хугацаа дууссаны дараа хууль бусаар зохицуулалтгүй хаях аль эсвэл буруу боловсруулахаас урьдчилан сэргийлэхийн тулд хог хаягдлын зөв зохистой менежмент болон дэлхий даяарх тээвэрлэлтийн үед тохирсон хяналтын шаардлагууд байх зайлшгүй хэрэгтэй.

ТАЙЛБАР: Дугуйн резинэн хэсгүүдийн үрэлт, тасралт зэрэг насжилттай холбоотой элэгдлийн нөлөөгөөр дугуй нь байгаль орчинд шингэх хуванцар бичил хэсгүүдийн хамгийн гол эх үүсвэр болдог.

4.5 Хөдөө аж ахуй

Хөдөө аж ахуйд хуванцар материалын хэрэглээ нэмэгдэж байгаа тухай тайлагнасан байдаг^[40]. Хөдөө аж ахуйн салбарт хуванцрын хэрэглээ дэлхийн хэмжээнд өссөөр байна гэж таамаглаж байна.

Газар тариалан, хөдөө аж ахуйд хөрсний хучлага, нэхмэлэн тор, усалгаа, орон байрны цэцэрлэгжүүлэлт гэх мэт хуванцрыг хэрэглэх өөр өөр талбарууд байдаг. Хөдөө аж ахуйн салбарт хуванцрыг үрслэгээ болон хөрсийг тариалалтад бэлдэх хэрэгсэл үйлдвэрлэхэд, усжуулах хоолой, тавиур, сав суулга, суваг шуудуу, хадсан өвсний боодол хийх, хүлэмж барих зэрэг олон чиглэлээр ашигладаг. Хэчнээн газар тариалангийн хөрсийг хуванцар хальсаар хучиж байгаа нь дэлхийн хэмжээнд тодорхойгүй байна. Зарим байгаа мэдээллээс үзвэл, Хятадад 2011 онд бараг 20 сая га талбайг хучиж, ашиглахаар төлөвлөсөн бөгөөд энэ тоо жил бүр 7,1% ба түүнээс дээш өснө гэж мэдээлжээ^[42]. Хөдөө аж ахуйн тусгай зориулалтын янз бүрийн хэрэглээ, тухайлбал бордоо, түүний дотор хоёрдогч түүхий эдийн бордоо (бохир усны лаг, компост ялзмаг гм), малын ялгадас зэрэг хуванцрыг ашиглаж, хаяхад хүргэдэг менежментийн практик байдаг.

Герман, Франц, Испани зэрэг зарим оронд полиолефинээр хийсэн хучлагын плёнкийг дахин боловсруулах гэх мэт буцааж аваад ашигладаг тусгай систем бий болсон. Биологийн задралд ордог хуванцар хэрэглээ бүхий газар тариаланд ашигладаг плёнкийг ашиглах нь зарим улс оронд нэмэгдэж байгаа, заримд эхлэлийн байдалд байна. Полиолефинийг дахин боловсруулалтад зориулсан байна уу эсвэл хөдөө аж ахуйн хэрэглээний явцад био задралд зориулсан байна уу гэдгээс үл хамааран ISO/TC 61 болон CEN/TC 249 зэрэг тусгай стандартуудыг боловсруулсан эсвэл боловсруулж байна. Ашигласан системээс үл хамааран хөдөө аж ахуйн салбарт хэрэглэсэн хуванцар бүтээгдэхүүн, материал буюу үлдэгдлийг байгаль орчинд хаягдахаас сэргийлэх зөв зохицуулалт хийх нь нэн чухал юм.

5 Хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсэг болон амьтан, ургамлын аймагт хуванцар үүсэх

5.1 Ерөнхий зүйл

Хүрээлэн буй орчинд хуванцар болон микро хуванцрууд микро хуванцрууд илэрсэн талаар олон нийтлэл гарч байгаа бөгөөд сүүлийн жилүүдэд нийтлэлийн тоо хурдацтай нэмэгдэж байна. Үр дүн нь судалгаанд хамрагдсан орчин бүрд хуванцар байгааг харуулж байна.

Хүрээлэн буй орчин дахь хуванцар материалын судалгааны ихэнх хэсгийг микро хуванцрын судалгаа эзэлж байна. Түүнчлэн нано хуванцрын хэсгүүд үсэж буйг үгүйсгэх аргагүй юм. Үүнээс гадна микро хуванцрын талаарх ихэнх судалгаанууд далайн усан орчинд чиглэгдсэн байдаг.

Энэ судалгаанаас харахад хээрийн судалгаа тийм хялбар биш бөгөөд хуванцрыг таних, тэдгээрийн тоо хэмжээг гаргахад зориулагдсан дээж авах янз бүрийн арга болон шинжилгээний аргачлалууд байдаг гэдэг нь илт байна.

Үүний үр дүнд хуванцрыг олон төрлийн нэгжээр илэрхийлэхэд хүргэдэг бөгөөд, тухайлбал, нэг литрт ноогдох микро хуванцар, литр тутамд ноогдох бөмбөлгүүд, литр тутамд ноогдох үрэл, шоо метр тутамд ноогдох хэсгүүд, литр тутамд ноогдох жижиг хэсгүүд, килограмм тутамд ноогдох жижиг хэсгүүд, килограмм тутамд ноогдох ширхгүүд, килограмм тутамд ноогдох эд зүйлс, килограмм тутамд ноогдох килограмм, литр тутамд ноогдох килограмм (литрийг ус эсвэл тунадас харин килограммыг хуурай эсвэл нойтон зүйлд хэрэглэж болно) гэх мэт. Түүнчлэн, нэгжүүдийг тодорхой зорилгоор нийтлэлийн хооронд хөрвүүлж, тохируулдаг бөгөөд хөрвүүлэхдээ алийг сонгосон гэдэг нь үргэлж тодорхой байдаггүй. Үүнээс гадна хуванцрыг хэлбэр (хэлтэрхий, үрэл, бөмбөлгүүд, шугам, утас, плёнк, хөөс) болон полимерийн төрлөөр (полипропилен, полиэтилен, полистирол гэх мэт) ангилдаг. Сүүлийнхийг ихэвчлэн дэлгэрэнгүй тодорхойлдог боловч хэлбэр дүрсээр нь тодорхойлох шалгуур үргэлж тодорхой байдаггүй.

Иймээс дээж болон өгөгдлийг цуглуулах, боловсруулах, дүн шинжилгээ хийхэд нэгдмэл зарчим байдаггүй бөгөөд хуванцрыг хэлбэр, полимерийн төрөл ба/эсвэл найрлагаар нь ангилах олон төрөл байдаг. Энэ нь судалгаануудыг хооронд нь шууд харьцуулахад хүндрэлтэй болгож, үр дүнгийн хувьд тодорхой бус байдалд хүргэдэг. Энэ нь хуванцар болон микро хуванцруудмикрохуванцрын хөдлөлзүй ба нөлөөллийн талаар дорвитой ойлголт өгөхөд саад учруулаад зогсохгүй, оролцогч талуудад асуудлыг шийдвэрлэх, (шаардлагатай бол) бууруулах үр дүнтэй арга хэмжээ авахад саад болж байна.

Хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсэг болон ургамал, амьтны зүйлт тохиолдох хуванцар болон бичил хуванцруудын талаар маш их мэдээлэл байдаг. Хэдийгээр эдгээр өгөгдлийг шууд харьцуулах боломжгүй ч боломжит эх үүсвэр, шингээх орчин түүнчлэн байгаль орчинд үзүүлж болзошгүй нөлөөллийн талаар өргөн хүрээг хамарсан ойлголцолд хүргэсэн.

Энэхүү баримт бичигт микрохуванцрыг голлон авч үзэж буй боловч макрохуванцар болон харилцан адилгүй хэмжээтэй жижиг хэсгүүдийг хэрхэн ялгах нь үргэлж тодорхойгүй байдаг судалгаануудыг бас дурдсан болно. Энэхүү баримт бичиг нь анхны нийтлэлд байгаа тодорхойлолтыг дагаж мөрдөж буй бөгөөд энд зарим нэр

MNS ISO/TR 21960:2020

томьёо тодорхой бус (хуванцар ба микро хуванцар) учир үл ойлголцолд хүргэдэг. Энэ баримтад ус (усан орчин), тунадас, лаг ба хөрс (хатуу хэсэгт систем), агаар, амьтан, ургамлын аймаг зэрэг хүрээлэн буй орчны янз бүрийн нөхцөлд байгаа микро хуванцрууд микро хуванцрын талаархи өнөөгийн бидний мэдлэгийг (гол төлөв 2016 болон 2017 оны эхээр хэвлэгдсэн ном, зохиолд үндэслэсэн) тоймлон гаргав. Хэдийгээр агууламжуудын өгөгдлийн мэдээлэл байгаа боловч эдгээр нь тухайн нийтлэлүүдээс жишээ болгон авсан бөгөөд хүрээлэн буй орчны бүх бүрэлдэхүүн хэсгийг төлөөлөх өгөгдөл хэмээн авах нь нийцгүй., Англи хэлээр бичигдсэн бөгөөд (микро) хуванцруудын тоон хэмжилтийг хийсэн шинжлэх ухааны судалгаануудаас ихэвчлэн мэдээллийг авсан болно. Энэхүү баримт бичигт дэлгэсэн үр дүнг анхны эх сурвалжийн тоон үзүүлэлтээс авсан байгаа.

ТАЙЛБАР: Энэхүү баримт бичигт ашигласан өгөгдөл болон холбогдох судалгааны нийтлэлийн чанарын асуудлыг авч үзээгүй болно.

5.2 Усны систем

5.2.1 Далай, тэнгисийн ус

Хуванцар нь дэлхийн далай тэнгис, тэр дундаа Антарктид болон далайн гүн зэрэг алслагдсан бүс нутгаас олдож байна. Далайн усан дахь хуванцруудын тархац маш олон янз байна. Аж үйлдвэрийн төвүүд болон томоохон хотуудын ойролцоо, Карибын тэнгис, Газар дундын тэнгис зэрэг хуурай газраар тойрон хүрээлэгдсэн болон хагас хүрээлэгдсэн тэнгис, хуй салхи дагуулсан усны эргэлт бүхий газруудад өндөр агууламж бүхий хуванцар хаягдал их илрээд байна.

Далайн эргийн орчин, боомтууд болон эргийн булан тохойд их хэмжээний хуванцар агуулагдаж байна. Өмнөд Африкийн эрэг орчмын боомтуудад нэг шоо метр усанд 1200 ширхэг хүртэл^[3] агуулагдаж байсан ба Хонг Конгийн Викториа боомтод^[4] 100 м³ тутамд 27 909 микрохуванцрын агууламж илэрсэн байна. Гэсэн хэдий ч сүүлийн тоог микро хуванцрын хэт их хаягдлын орон зайн болон цаг хугацааны хувирал байгааг нотолсон судалгаанаас болон бусад судалгаанаас гаргаж авсан болно.

Хүрээлэн буй орчинд хаягдсан микро хуванцрын хэмжээ ихсэх тусам эргийн системүүд далайн эрэг орчмын бүс нутаг болон далай тэнгис хог хаягдлын эх үүсвэр болж хувирах нь зайлшгүй юм. Хаягдал далайн эрэг орчмын системүүдээр дамжин далай руу орж байгааг концентрацийн зөрүүгээр тодорхойлохоос гадна далайн түрлэгийн нөлөө гэх мэт бусад үйл явцаар тодорхойлдог. Үерлэсэн голуудын урсгалаар Европын ус руу ордог хөвөгч хуванцар хог хаягдлын үйрмэгүүд далайн давалгаатай харьцуулахад хаврын түрлэгийн үеэр илүү том хэмжээтэй болж тэдгээрийн зөөвөрлөлт түрлэгийн горимоос хамаардаг болохыг харуулсан^[5].

Усны орчинд орсны дараа хуванцар хог хаягдал эцэст нь дэлхийн далайн гадаргын ус болон ёроолд хуримтлагддаг. Хойд Атлантын далай^[6] болон Номхон далайн^[7] төв хэсэгт ихээхэн хэмжээний хөвөгч хуванцар хог хаягдал ажиглагдаж байсныг мэдээлсэн байдаг. Далайн усны эргэлтийн загваруудаар халуун бүсийн бүх таван далайн хаягдал хуримтлагдах боломжтой бүс нутгийг мэдэж болдог^[8].

Эдгээр загвар нь их хэмжээний усны эргэлт туузан дамжуулагчийн үүрэг гүйцэтгэж, эх газраас урсан гарч буй хөвөгч хуванцар хог хаягдлыг эргэлтийн төвлөрсөн цэгүүдэд цуглуулж, хуримтлуулдаг гэж таамаглаж болно. Бодит байдалд, далайг тойрох үеэр болон олон удаагийн аяллаар тойрон явахдаа цуглуулсан дээжид үндэслэн хуванцар болон микро хуванцрууд нь далай тэнгисийн хай сайгүй $2500 \text{ г}\cdot\text{км}^{-2}$ хүртэл хуванцар агууламжтай байгааг тогтоосон^[9].

Бүс нутгийн судалгаагаар Аляскийн зүүн өмнөд Берингийн тэнгисээс микро хуванцрууд олдож байгаа нь далайн цэвэр экосистемд хүрснийг харуулж байна. Берингийн тэнгис дэх хуванцар материалын агууламж (жигжиг хэсгийн хэмжээ нь үндсэндээ 2.5 мм-ээс бага хэмжээтэй байсан) $0.017\text{-}0.072$ ширхэг м^{-3} (өөр өөр удаагийн аялалын дундаж^[10]) хооронд хэлбэлзэж байв. Мөн Барендсийн тэнгисийн гадаргуу болон гүехэн усанд (Свалбардын өмнөд хэсэг) аль алинд нь нэг шоо дөрвөлжин метрт 1 -с 15 ^[11] хэмжээгээр олдсон байна. Нэмж дурдахад 2002-2014 оны хооронд Свалбардын хойд хэсэгт жигжиг хэмжээтэй хуванцрууд ихэссэн нь хуванцар хог хаягдал цаашид бутарч байгааг илтгэх бөгөөд, микро хуванцрууд хойд туйлын бүс газрыг бохирдуулж байгаа нь сэтгэл түгшээсэн асуудал болоод байна ^[12]. Эцэст нь микро хуванцрууд болон макро хуванцрууд нь Антарктидын усны гадаргуу, далайн эрэг болон туйлын өмнөд хэсэгт орших тунадасаас олдсон байна^[13].

5.2.2 Цэнгэг ус

Микро хуванцрууд нь Африк^[14], Ази^{[15],[16]}, Европ^{[17] - [19]}, Хойд Америк^{[20] .[21]}, Өмнөд Америк^[22] -ийн нуур, гол мөрөн зэрэг бүх судлагдсан цэнгэг усны орчинд олддог.

Эдгээр судалгаануудын агууламжийн хүрээ маш их ялгаатай байна. Мөн нэг усан санд хийсэн судалгаагаар л гэхэд усны гадаргуу дээрх микро хуванцруудын тархалт ихээхэн ялгаатай байгааг харуулж байна. Жишээлбэл, Базель (Швейцарь)-аас Роттердам (Нидерланд) хүртэлх Рейн голын дагуух 11 байршил дахь гадаргын усан дахь микро хуванцараас дээж авсан. Хамгийн өндөр түвшин буюу 3,9 сая ширхэг км^{-2} нь Германы Рис хотод олджээ. Урсгалын доод хэсэгт агууламж огцом буурсан нь налуу багатай, усны урсгалын хурд удаан байснаас микро хуванцруудын тунадасжилтын хурд нэмэгдсэнтэй холбоотой байж болох юм^[23].

Судалгаанаас харахад улс орны янз бүрийн нуурууд микро хуванцараас болж харилцан адилгүй бохирдсон байдаг. Тухайлбал, Монгол улсад Хөвсгөл нуураас илэрсэн микро хуванцруудын дундаж нягт $20\text{ }264 \text{ км}^{-2}$ хэмжээтэй байсан нь Хурон ба Супериор нууруудаас ч илүү микро хуванцруудаар бохирдсон байна^{[37],[55]}.

Усны нэг систем болон систем хооронд харилцан адилгүй тархсанаас гадна микро хуванцрын янз бүрийн хэлбэрүүд үүссэн нь микро хуванцруудын төрлүүд хүрээлэн буй орчинд ижил төстэй байдаггүй болохыг харуулсан: хэлтэрхийнүүд болон плёнкууд нь микро үрэл огт байхгүй, цөөн үрлэн хуванцар, ажиглагдаж байгаагүй судалгаанд^[37] хамгийн их тархсан микро хуванцрууд байсан.

5.3 Тунадас

5.3.1 Далайн усны тунадас

Хуванцар болон микро хуванцрууд далайн орчинд гол төлөв хуурай газраас ирсэн эх үүсвэрээс, ихэнхдээ голын урсгалаар дамжин ордог. Судалгааны үр дүн эдгээр системүүд нь микро хуванцруудын үндсэн эх үүсвэр болохыг харуулж байна. Нидерландад хийсэн судалгаагаар^[24] эрэг орчмын бохирдлын шатлалыг харуулсан бөгөөд тэд Рейн голын адагт хамгийн их микро хуванцрууд (3305 ширхэг кг⁻¹ хуурай жин) бүхий тунадас, эргээсээ зайдуу газраа хамгийн бага хаягдал хэсгүүдтэй Хойд тэнгисийн эрэг орчмын тунадастай (дунджаар 440 ширхэг кг⁻¹ хуурай жин) харьцуулахад Вадден тэнгисийн цутгаланд (770 ширхэг кг⁻¹ хуурай жин) тунадас илэрч шатлалын хоёрт орсныг тогтоожээ. Далайн эргийн шатлал нь нөхцөл байдлын нарийн төвөгтэй, харилцан адилгүй төрөл зүйлээс шалтгаалан иймэрхүү дүгнэлтүүдийг хийхэд хүндрэлтэй байгааг харуулж байна. Үүнтэй төстэй орон зайн тархалт далайн эрэг орчмын хамгийн их агууламжтай, 20-340 нэгж кг⁻¹ хуурай жин^[25] тунадас микро хуванцрууд ихтэй Янцээ мөрний аманд ажиглагджээ. Үр дүн нь Янцээ мөрний амны хурдас болон гадаргын усны аль аль нь микро хуванцруудын бохирдолтой болохыг харуулж байна^[26].

Эх газар нь далай руу хуванцар хог хаягдлын хэлтэрхий, микро хуванцруудыг хүргэх гол эх үүсвэр бөгөөд хуванцар нь хүний шууд үйл ажиллагаа төдийгүй байгалийн үйл явцаар зөөвөрлөгддөг, тухайлбал, цаг агаарын мөчлөг хог хаягдлыг хүрээлэн буй орчинд хүргэхэд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Өмнөд Солонгосын наран шарлагын газруудад хийсэн судалгаагаар борооны улирал эхлэхээс өмнөх 8 205 м⁻² дундажтай байсан микро хуванцарийн түвшин борооны дараа 27 606 м⁻² дундажтай болж микро хуванцрын дээд түвшинд хүрснийг тэмдэглэсэн байна^[27].

Энэ нь зөвхөн голын цутгалан төдийгүй мангровын ширэнгэн ой зэрэг далайн эргийн бусад экосистемд микро хуванцар өндөр агууламжтай байдаг. Сингапурын эрэг орчмын мангровын ойн экосистемд 250 г хуурай тунадас тутамд 3-аас 16 хүртэл ширхэг агуулагддаг бөгөөд боомт эсвэл загас агнуурын үйл ажиллагаа явуулдаг газруудын ойролцоо хамгийн их агууламжтай байна^[28]. Гэсэн хэдий ч микро хуванцрууд нь хүний үйл ажиллагаанд бага өртдөг алслагдсан мангровын ойд олдсон. Тухайлбал Малайзын мангров ойд 7500 см³ тунадас тутамд 117 ширхэг микро хуванцар илэрсэн байна^[29].

Далайд илэрсэн микро хуванцруудын нэг хэсэг нь биеийн жингийн нөлөөгөөр живэх эсвэл өөр биетүүдтэй наалдсаны улмаас далайн ёроолд тунадаг. Зарим судалгаагаар 1100 м-ээс 5000 м-ийн гүнтэй далайн ёроолын хурдаст илэрсэн микро хуванцрууд дунджаар 25 см⁻³ орон зайд 1 ширхэг тохиолдох агууламжтай байдгийг харуулсан^[30]. Курил-Камчаткийн хотгор газар (Номхон далайн баруун хойд хэсэг) 4 869 м-ээс 5 766 м-ийн гүнээс усан хайгуулын дээж авдаг төхөөрөмжийг ашиглан гаргасан дээжинд микро хуванцрууд хаа сайгүй олдсон бөгөөд хамгийн багадаа 60 м⁻² ширхэг, хамгийн ихдээ 2000 м⁻² ширхэг хуванцар байжээ^[31].

5.3.2 Цэнгэг усны тунадас

Нягтралаасаа шалтгаалж хуванцрын байгаль орчинд шингэх зам нь янз бүр байна. Жишээлбэл, нягтрал нь усны орчинд жижиг хэсгүүд болон хуваагдах, түүний дотор усны гадаргуу дээр хөвөх эсвэл ёроол руу тунах зэрэгт нөлөөлнө. Хуванцрын шинж чанар нь мэдэгдэж байгаа ч шингэх замыг урьдчилан таамаглахад хэцүү юм. Жишээлбэл, полиэтилен, полипропилен гэх мэт хөвдөг гэж таамагладаг хуванцар тунадас дотор үлддэг болох нь ажиглагдсан^[32]. Энэ нь био бохирдол эсвэл органик материалын нэгдэлтэй холбоотой байж болно.

Байгалийн үйл явц нь хуванцрыг зөөвөрлөхөд нөлөөлдөг бөгөөд үр дүн нь Гарда нуурын өмнөд болон хойд эргийн аль алины тунадаст тус бүр m^{-2} хэмжээтэй 108 ба 1108 ширхэг гарснаар илэрсэн. Ийм үйл явц гол төлөв зонхилох салхи, нуурын морфологи, зонхилох урсгалаар явагддаг^[33].

Тунадаст агуулагдах хуванцар материалын тархалт мөн тухайн нутаг дэвсгэрт хүний үйл ажиллагаатай бас хамаатайг тодорхойлсон байдаг. Канадын Гэгээн Лауренс голын микро хуванцрын дундаж агууламж (<2.16 мм) дээж авсан 10 газар ойролцоогоор нэг шоо дөрвөлжин метрт д 13,800 ширхэг байсан байна^[34]. Энэхүү судалгаагаар үйлдвэрийн болон хотын бохир усыг цуглуулдаг нутагт жижиг микро хуванцрууд илэрсэн бол илүү том микро хуванцрууд бохирдолгүй газарт ч олдсон байна. Канадын Онтарио нуурын эрэг болон нуурын ёроолын тунадаснаас дээж авч микро хуванцрын тоон болон найрлагын үр дүнг мэдээлсэн байна^[21]. жижиг хуванцрын хувьд хамгийн түгээмэл илэрсэн нь полиэтилен, дараа нь полипропилен байна. Энэ судалгаагаар нуурын ёроолын 8 см-ээс доош тунадаст микропластик илрээгүй нь түүврийн стратеги боловсруулахад босоо тархалт чухал болохыг харуулж байна.

5.4 Лаг

Микро хуванцар нь үйлдвэрлэлийн болон ахуйн бохир усаар дамжин байгаль орчинд нэвтэрдэг гэж таамаглаж байна. Хэдийгээр сүүлийн үеийн судалгааны үр дүн нь бохир усыг цэвэрлэх байгууламжууд нь микро хуванцрыг үр дүнтэй устгаж чаддаг гэдгийг харуулдаг ч цэвэрлэн байгальд нийлүүлж буй усанд ч их хэмжээний микропластик агуулагдаж байх боломжтой^[35]. Хэдийгээр бохир ус цэвэрлэх явцад ихэнх хуванцар болон микро хуванцрын ширхэгүүдийг ялгаж авдаг ч, хуванцрын ихээхэн хэсэг лаганд үлдэнэ. Бохир усны лагийг бордоо болгон ашиглах эсвэл, байгальд нийлүүлэх нь түгээмэл байдаг тул цэвэрлэх байгууламжууд нь хуванцараар газрын хөрс^[36] болон усан орчинг^[37] бохирдуулах эх үүсвэр болдог.

5.5 Хөрс

5.5.1 Эх газрын систем

Цэвэр ус болон далайн усан орчинд хуванцар агуулагдаж байгааг ихээхэн судалсан бөгөөд үүнээс гадна зохицуулалт муутай хогийн цэг, хог хаягдлын тээвэрлэлтийн явцад гээгдсэн хог, хөдөө аж ахуйн зориулалтаар ашигласан хуванцрын үлдэгдэл, зам тээврийн хэрэгслийн гаралтай хаягдал зэрэг янз бүрийн шалтгаанаар байгальд хаягддаг хуванцрын хүлээн авагч нь эх газарболон хөрс

MNS ISO/TR 21960:2020

болж байна гэдгийг хүлээн зөвшөөрдөг. Гэсэн хэдий ч хөрсөн дэх хуванцрын тархалт болон үзүүлэх нөлөөнд өнөөг хүртэл харьцангуй бага анхаарал хандуулсан.

Хуванцар хог хаягдал газрын гадаргуу, хот суурин газар болон түүний эргэн тойронд хаа сайгүй хаяснаас болж хогийн цэгийн ойролцоо, газар тариалангийн бүс нутагт ихээхэн тархсан нь ойлгомжтой. Хот суурин газруудын эргэн тойронд хог хаягдлыг замбараагүй хаяж буй нь байгаль орчинд хуванцар нэвтрэх замын нэг болох төдийгүй, Хот суурингийн хогийн цэгт булшилж буй хог хаягдал, хуванцар нь байгаль орчны бохирдлын гол эх үүсвэр болж байгааг хотын хог хаягдал тэр дундаа сүүлийн хэдэн арван жилд^[38] хаягдал дахь хуванцрын хэмжээ ойролцоогоор 10% (булсан хог хаягдлын жингээр)-иар огцом нэмэгдэж, одоо ч нэмэгдсээр байгаа^[39]. Гэдгээс харж болно.

Бохирын лаг^[40] тархсаны улмаас болон Хотын хатуу хог хаягдлаар бэлтгэсэн бордооноос болж хөрсөнд аяндаа жижиг хуванцрын хэлтэрхий орж бохирдуулдаг гэсэн тооцоо байдаг^[41]. Тухайлбал, Европ дахь хөдөө аж ахуйн талбай болон булшилж тохижуулсан хогийн цэгүүдээс нэг кг хуурай масстай лаг тутамд 1000-аас 4000 гаруй бичил хуванцрын ширхэг илэрсэн бөгөөд өнгөн хөрсний 10 см гүн дахь нэг кг хөрсөнд 670 хуванцар эд агуулагддаг нь тогтоогджээ. Энэхүү баримт бичгийн 4.5-д дурдсанчлан, хуванцрыг хөдөө аж ахуйд ашиглах нь улам бүр нэмэгдэж, улмаар хуванцар нь хөрсөнд нийлүүлэгдэнэ гэдэгт санаа зовних явдал нэмэгдсээр байна.

Мөн авто замын сүлжээг хуванцар болон резинэн хуримтлалын коридор гэж хүлээн зөвшөөрдөг бөгөөд зарим талаараа хаягдсан материалыг гадаргуу дээр үлдэж, хуванцар нь харьцангуй хурдан муудах эсвэл тархах магадлалтай байдаг учраас иймэрхүү хаягдлыг хуримтлуулах хэрэггүй

Хэдийгээр микро хуванцрууд олон жилийн турш^[39] хөрсөнд хадгалагдах боловч эцэст нь салхинд туугдан тархах эсвэл гадаргын усаар усан орчинд зөөвөрлөгдөх магадлалтай.

5.5.2 Далайн эрэг

Далайн орчинд хуванцар илрүүлэх судалгаанд эрэг орчмын элсэн манхан болон усны хаяа газрууд ховор хамрагддаг. Гэсэн хэдий ч эдгээр бүс нутгийг хамарсан судалгаагаар их хэмжээний хуванцар илэрч болохыг харуулж байна. Бразилийн эрэг орчмын элсэн манхан ба усны зах орчмын хөндлөн огтлолоор хийсэн судалгаанаас харахад элсэн манхны m^{-2} хэсэгт ± 135 үрэл, усны захад m^{-2} хэсэгт <20 үрэл илэрсэн нь усны зах орчмын газартай харьцуулахад элсэн манханд их хэмжээний микропластик үрэл хуримтлагддаг болохыг харуулж байна^[43].

Хятадын наран шарлагын газруудын 50 г хуурай тунадас тутамд 200-600 микро хуванцрын ширхэг илэрдэг гэж тооцсон^[44] бөгөөд судлаач бүх дээж авах цэгүүд хүний нөлөөнд ойрхон газар байсныг тодорхой дурдсан байдаг. Энэ нь тус судалгаагаар илэрсэн хуванцруудын тоонд нөлөөлсөн байж магадгүй юм. Энэ нөлөөллийг бусад судалгаанд мөн дурдсан байдаг. Нэгэн судалгаагаар^[45] эх

газрын эрэг дээр хуванцар хог хаягдал элбэг тохиолдож байгаа явдал нь далайн эрэг орчмын хот суурин болон тэдгээрийн ахуйн үйл ажиллагаатай холбоотой гэсэн бөгөөд судлаачид тухайлбал, Чилийн эх газрын эргийн нэг м² тутам газраас дунджаар 27 хуванцар хэсгүүдийг олсон байна. Үүнтэй ижил судалгаагаар Улаан өндөгний арал дээр м² талбайд 800 гаруй хуванцар байсныг илрүүлсэн бөгөөд Номхон далайн өмнөд субтропик тойрогт үүсдэг гадаргын урсгалын тусламжтайгаар тээвэрлэгддэг хуванцрын хэлтэрхийнүүд энэ арлын наран шарлагын газруудад жижиг хуванцар хог хаягдал хуримтлагдахад хүргэдэг байж болох юм^[45].

Ормузын хоолой, Персийн булан дахь далайн эрэг дагуух хуванцар хог хаягдал ба микро хуванцрууд нь ерөнхийдөө хүний үйл ажиллагаанаас улбаатай тархаж байгааг харуулсан бөгөөд аж үйлдвэржсэн бүсүүдийн ойролцоо нэг кг тутамд маш их буюу 1 258 ширхэг, харин тусгай хамгаалалттай газар нутаг болон мангро ойд цөөхөн микро хуванцар илэрсэн нь эдгээрийн тархалт хүний үйл ажиллагаатай шууд хамааралтай болохыг харуулж байна^[46].

Хойд тэнгисийн Нордерней арлын шилжилтийн шугамын дагуу болон элсэн манхан бүхий хөндийгөөс авсан дээжээс нэг кг хуурай тунадаснаас 1-4 жижиг хэмжээтэй микро хуванцар илэрсэн байна^[47]. Зүүн Фризийн арлууд болон Качелотплатад нэмэлт судалгааг хийсэн. Гэсэн хэдий ч эдгээр үр дүнг бусад шинжлэх ухааны үндэслэлээр баталгаажуулах боломжгүй байсан. Энэ нь үндэслэл сайтай, баталгаатай хэмжилт шаардлагатай гэдгийг харуулж байна.

5.6 Агаар

Салхи нь хуванцар, түүний дотор бүх төрлийн жижиг хэсгүүдийг орчинд тараах нийтлэг зөөвөрлөгч бөгөөд агаараар зөөвөрлөгдөн хуримтлагдах явдал нь хэрэглээний бүтээгдэхүүнд ашигласан микро хуванцруудыг хүрээлэн буй орчинд тархадаг шууд бөгөөд гол зам байж болох юм^[48].

Түүнээс гадна саяхан микро хуванцрууд дотоод орчинд (орон сууц, албан байгууллага) м⁻³ талбайд 1,0-60,0 ширхэгийн агууламжтай илэрсэн нь м⁻³ талбайд 0,3-аас 1,5 ширхэгийн агууламж илэрсэн гадаад орчинтой харьцуулахад харьцангуй өндөр байна^[49].

Дээрх судалгаануудыг эс тооцвол микропластикийн агаарын бохирдол болон агаарын чанарт үзүүлэх нөлөөллийн талаарх мэдлэг хангалтгүй хэвээр байна.

5.7 Эх газрын цэнгэг ус ба далайн амьтан ургамлын зүйл

Хуванцар хэлтэрхийнүүд нь зөвхөн ганц хүрээлэн буй орчноос цэвэрлэхэд хэцүү төдийгүй микро хуванцрыг янз бүрийн организмууд шууд залгих замаар хоол хүнсний хэлхээний доод түвшинд нэвтэрч замагт шингэх ба түүгээр хооллодог усны амьтдад нэвтрэх учир хуванцрын хэлтэрхий онцгой анхаарал татаж байна^[50].

Залгисны дараа жижиг хэсгүүд нь хоол боловсруулах системийг буюу эрхтэнгүүдийг том хэмжээний хог хаягдалтай төстэй байдлаар бөглөж бие махбодид эрсдэл учруулж болзошгүй юм. Түүнээс гадна өчүүхэн жижиг

MNS ISO/TR 21960:2020

хэлтэрхийнүүд ч гэсэн хоол боловсруулах эрхтнээр дамжин биеийн бусад эд эсэд ордогийг судалсан байна^[51],^[52]. Өндөр агууламж бүхий туршилтын ажлын үр дүнг ашигласан гэдгийг тэмдэглэх нь зүйтэй. Мөн түүнчлэн онолоор тогтоосон зөөвөрлөгдөх зам болон зорилтот организмд үзүүлсэн бодит нөлөөг хооронд нь ялгах шаардлагатай. Одоогоор баталгааай үр дүн бүхий судалгааны ажил байхгүй байна. Энэ зорилгыг хангах хяналтын нэгдсэн заавар боловсруулах шаардлагатай байна.

Эх газар дахь микро хуванцараас гарч болзошгүй нөлөөлөл нь хуурай газрын экосистэм дэх төрөл зүйлд үр дагаварт үзүүлэхээс эхэлдэг. Гэсэн хэдий ч микро хуванцруудын хуурай газрын организмд үзүүлэх нөлөөллийн судалгаа маш ховор байна. Шанхай хотын 17 шувуунд хийсэн судалгаагаар судлаачид 364 хуванцар эдийг (0.5 мм-ээс 8.5 мм хүртэл хэмжээтэй) тоолсон бөгөөд сонирхолтой нь хуванцар зүйлс ба шувууны биеийн төлөв байдлын хооронд ямар ч хамаарал байхгүй байв^[53]. Канадын галуу, нугас зэрэг цэвэр усны шувуудаас хуванцрын хэлтэрхий бас олдсон байна^[54].

Цэнгэг усны *daphnia magna* төрлийн хавч^[55] ба цэнгэг усны загас^[22] (мөн тэдгээрийн лавлах эх үүсвэр байгаа) -наас микро хуванцрууд олдсон.

Сүүлийн хэдэн арван жилд хөхтөн амьтад, яст мэлхий болон бусад олон тооны далайн амьтад уут, шил зэрэг том хуванцар эд зүйлсийг залгидаг нь ажиглагдсан^[56]. Номхон далайн хойд хэсэгт^[57] хийсэн судалгаагаар 11 зүйлийн далайн шувууны 8-ынх нь ходоодонд хуванцар хэсгүүд илэрсэн байна. Түүгээр ч зогсохгүй олон мянган далайн шувуудын ходоод нь дахь агууламжийг судалсан хоёр тусдаа багийн судалгаанаас үзэхэд далайн шувуудын хуванцрыг залгисан тохиолдол нь судалгааны хоорондох 10-15 жилийн хугацаанд мэдэгдэхүйц нэмэгдсэн болохыг тогтоожээ^[58].

Хүнсний хэлхээн дэх далайн организмууд микропластикыг залгидаг олон жишээ байдаг. Ургамлаар хооллодог микрозоопланктон 1,7 мкм-ээс 30,6 мкм хүртэл полистирол бөмбөлгүүдийг залгисан нь ажиглагдсан^[59]. Арван хөлтөөс (decapods) дээж авахад тэдгээрийн 83%-ийнх ходоодонд микро хуванцрууд (ихэвчлэн судалтай{filaments?}) агуулагдаж байсан нь ажиглагджээ^[51]. Сам хорхойтой адил сээр нуруугүй *Orchestia gammarellus* болон *polychaete A* хорхойнууд 20 мкм-ээс 2 000 мкм-ийн хэмжээтэй микро хуванцруудыг залгисныг мэдээлсэн байна^[60]. Тунадас болон хөвөгчөөр хооллодог далайн өргөст хэмхүүд нь 0,25 мм-ээс 15 мм-ийн хэмжээтэй хуванцар хэсгүүдийг залгисныг бас олж тогтоожээ^[61]. Мөн хөвөгч биетээр хооллодог энгийн дун *Mytilus edulis* нь 2 мм-ээс 16 мм хэмжээтэй том микро хуванцар хэсгүүдийг барьж, залгидаг болохыг тогтоожээ^[51]^[57].

Ла-Маншийн сувгаас ^[62]^[63] дээж авсан 10 зүйлийн загасны 36,5%-д нь микро хуванцар илэрсэн бөгөөд хуванцар агуулсан биетүүдээс гаргаж авсан хэсгүүд дунджаар (1,9 ± 0,1) хэмжээтэй байв. Эдгээр үзүүлэлтийг Номхон далайн хойд хэсгийн Төв Тойргоос^[64] авсан үзүүлэлттэй харьцуулах боломжтой байсан ба жижиг хуванцрын хэлтэрхий (ихэвчлэн 1 мм-ээс 2,79 мм хэмжээтэй) ойролцоогоор бүх барьсан загасны гуравны нэгээс олджээ.

Эдгээр жижиг организмууд өөр махчин амьтдын идэш болж, улмаар далайн хүнсний хэлхээний янз бүрийн хэсэгт нэвтрэх замыг бүрдүүлдэг. Хүнсний хэлхээний дээд түвшний организмууд идэш болсон биетээр тээвэрлэгдсэн микропластикыг залгадаг нь тогтоогдсон бөгөөд үүнд ойролцоогоор 1 мм-ийн диаметртэй микро хуванцрууд далайн хав болон далайн арслангийн үслэг эдлэлд илэрсэн байдаг^{[65][66]}.

6 Туршилтын аргууд

6.1 Ерөнхий зүйл

Дээж авах, дээж бэлтгэх, таних янз бүрийн арга барилын талаархи хими-физик, биологийн шинжилгээний аргуудын системчилсэн иж бүрэн тойм нь их цаг хугацаа шаардана. Тиймээс энэхүү баримт бичигт өнөөгийн бүх судалгааны бүтээлүүдэд тайлбарласан бүх аргачлалыг тоймлох биш, харин байгаль орчны бүрэлдэхүүн хэсгээс авсан түүврийн төрлөөс хамаардаг харилцан адилгүй арга, техникүүдийн талаар анхны ойлголт өгөхийг зорилоо. Хуванцар хэсгүүдийн харагдах байдлын талаар ямар нэгэн үр дүнг танилцуулаагүй болно. Газарзүйн түүврийн харилцан адилгүй байршлын мониторингийн стратеги эсвэл түүврийн загварт тайлбар/үнэлгээ өгөөгүй болно.

Энэхүү баримт бичигт микро хуванцар болон том микро хуванцрын шинжилгээнд анхаарлаа хандуулсан. Энд хэдийгээр мета-анализ хийгээгүй ч гэсэн, 2017 оны эхнээс өмнө хэвлэгдсэн анхдагч өгөгдөлтэй, мэргэжлийн түвшинд хянагдсан судалгаанууд дээр үндэслэсэн болно. Цөөн хэдэн хэлэлцэж дүгнэсэн өгүүлэл бас байгаа ([67]-аас [71] хүртэл ашигласан материалуудыг үзнэ үү).

6.2 Дээж авах

6.2.1 Ерөнхий мэдээлэл

Дээж авах үйл явц байгаль орчны бүрэлдэхүүн хэсгээс хуванцрын хэсгүүдийг судлах анхны алхам юм. Хуванцар хүрээлэн буй орчинд жигд тархдаггүй, тэдгээрийг тухайн газрыг бохирдуулагчид гэж үздэг. Байгаль орчны бүрэлдэхүүний төлөөллийн нь ихэвчлэн тодорхойлоогүй. Дээж авах горимыг ихэвчлэн түүвэрлэлтийн аргачлалын хязгаарын хүрээнд сонгодог байснаас бус хүрээлэн буй орчныг төлөөлөх бүрэлдэхүүнээр эсвэл байршлаар тогтоож байгаагүй. Санамсаргүй түүвэрлэлт гэх мэт харилцан адилгүй түүврийн стратегийг илүү сонгодог байсан учир шалтгаанаас болоод, нэгтгэсэн эсвэл холимог түүвэрлэлтийн талаар тодорхой зөвлөмжүүд одоог хүртэл байхгүй байна.

Хуванцрын хэсгүүдийг даян дэлхийн хүрээлэн буй орчны бүхий л хэсгүүдэд илэрснийг тодорхойлсон байдаг: далайн болон цэнгэг ус, тунадас, лаг, хөрс, түүнчлэн агаар болон ургамал, амьтны зүйл (5-р бүлгийг үзнэ үү) гэх мэт. Хэдийгээр дээж авахад өөр аргуудыг ашигладаг ч гэсэн хоорондын ялгаатай байдлыг энэ заалтыг боловсруулахад ашиглав.

Олон төрлийн нягтшил бүхий олон янзын хуванцар материалын (0,9 кг/л-ээс 1,6 кг/л) үзүүлэлтүүд нь усны гадаргуу эсвэл ёроол эсвэл усны давхаргад

MNS ISO/TR 21960:2020

хуримтлагдахад хүргэдэг. Давалгаа ихтэй усанд эсвэл 1 кг/л орчим нягттай хэсгүүдийн хувьд давсны агууламжаас хамааран хуванцрын тархац урьдчилан таамаглах боломжгүй, янз бүр байж болно. Үүний нэгэн адил тунадаснаас дээж авахад янз бүрийн хэсгүүдийн хэмжээний ангиллаас болоод тунадасны дээд давхаргад хуванцар хэсгүүдийн өндөр агууламж үүсэж болзошгүй. Дээж авах төлөвлөгөөг боловсруулахдаа эдгээр бүх хүчин зүйлийг харгалзан үзэх шаардлагатай.

Хуванцар багаж хэрэгслийг дээж авах (жишээлбэл ПВХ эсвэл SiR хоолой), дээжийг тээвэрлэх болон хадгалах (ПЭ эсвэл ПП сав, лонх), түүнчлэн лабораторийн төхөөрөмжид (хоолой, уут гэх мэт) ашигладаг болохыг баримтжуулсан болно. Гэсэн хэдий ч эдгээр багаж хэрэгслэлийн болзошгүй бохирдуулах нөлөөний талаар ямар ч тайлбар өгөөгүй байна. Цаашилбал, дээж авдаг ажилтнуудын хувцас (нийлэг утас) болон өдөр тутмын эд зүйлс (гоо сайхны бүтээгдэхүүн), түүнчлэн агаар мандалд агуулагдах хуванцрын үүдэлтэй бохирдлыг ихэвчлэн тооцож үздэггүй. Саяхан хэвлэгдсэн нийтлэлүүд холбогдох нөлөөллүүдийг баримтжуулсан. Энд дээж авах, боловсруулах явцад үүсэх бохирдлыг үнэлэх ажлыг системчлэн хийх эсвэл тодорхой зааварчилгаа өгөх шаардлагатайг дурджээ. Дээжгүй хэмжилт, нөхөн сэргэлтийн зэргийн туршилт, түүнчлэн алдааны төрлийн иж бүрдэлийг баримтжуулах зэрэг баримт бичгийг багтаасан уялдаа холбоо сайтай чанарыг хянах хэмжилтийг баримтжуулах ажил нь нэн тэргүүний хэрэгцээ болж байна.

6.2.2 Ус (усан орчин)

Усан орчноос дээж авах арга нь далайн, цэнгэг болон гүний ус, түүнчлэн бүх төрлийн бохир ус (улс орнуудын бохир ус цэвэрлэх шаардлагын дагуу) зэрэг усны эргэлтийн бүх холбогдох эх үүсвэрийг багтаасан байх ёстой.

Судалгааны бүтээл, тайлангуудын дийлэнх нь усны гадаргуугаас^{[72][97]} буюу голчлон далайн уснаас дээж авах аргуудтай холбоотой боловч нуур, голын хувьд ихэнхдээ "усны гадаргуугаас" дээж авах аргуудыг ашигладаг. Эдгээр аргууд нь амсар болон хэмжээний хувьд ялгаатай байдаг Манта, Планктон эсвэл Нейстон торууд¹ юм. Ийм гадаргуугаас дээж авах торыг хөлөг онгоцны ард янз бүрийн цаг хугацаа, янз бүрийн хурдтайгаар бэхэлдэг. Эдгээр торны усанд нэвтрэх гүнийг зарим үед баримтжуулсан байдаг боловч торны хэмжээс болон холбоотой бусад ядмаг мэдээллээс үзвэл далайн усны гадаргуугийн зөвхөн 0.5 м хэсгээс дээж авдаг. Судалгааны үр дүнг талбай тус бүрээр эсвэл нэг эзлэхүүнд ноогдох хуванцрын хэсгээр илэрхийлдэг. Цөөхөн бүтээлд илэрсэн хэсгүүдийн үнэмлэхүй жингийн талаарх мэдээллийг нэмж оруулсан байдаг. Зөвхөн усны гадаргуугаас дээж авдаг тул "талбайд ногдох зүйл" гэсэн илэрхийлэл хангалттай мэт боловч байгаль орчны бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг багтаах "нэг эзлэхүүнд ноогдох зүйл"-болгох шаардлагатай.

Цэвэр хэмжээс, дээж авах талбай, торны хэмжээ нь судалгааны бүтээлүүдэд дурдсан түүвэрлэлтийн хамгийн гол үзүүлэлтүүд юм. [Хүснэгт 1](#)-д эдгээр гол үзүүлэлтүүдийн хамгийн бага ба хамгийн их утгыг нэгтгэн харуулав. Өргөн амсартай торны хэмжээ 0,4 м-ээс 1,2 м-ийн ялгаатай бол дээж авсан талбайн

(хөлөг онгоцны хурд болон амны өргөн хэмжээсийг ашиглан өөрийн тооцоогоор) хэмжээ 120 м²-аас 4 000 м² хооронд хэлбэлзэж байв. Ихэнх судалгаанд 333 мкм хэмжээтэй тор ашигладаг бол 150 мкм ба 1 000 мкм хэмжээтэй торыг бас ашигладаг байна. Хуванцрын хэсгүүдийг хамгийн их утгыг зөвхөн зарим тохиолдолд гаргасан байна. Гэсэн хэдий ч ихэнхдээ 5 мм-ээс их хэмжээтэй биетийг тоолдог бөгөөд үнэнийг хэлэхэд энэ нь микро хуванцар хэсгүүдийг төлөөлдөггүй гэж үзэж болно.

Торны урт, усанд нэвчих гүн, торны доторх усны урсгал эсвэл дээж авах явцад гарсан салхины төлөв байдлын талаархи нэмэлт мэдээллийг заримдаа авах боломжтой. Гэхдээ ихэвчлэн дээж авах нөхцөл байдалд нөлөөлж болох тороор урсан гарах эсвэл торны хажуугаар өнгөрөх усны урсгалын талаар үндсэн тооцоолол байдаггүй. Тороор урсан өнгөрөх усны урсгал буурвал төлөөлөл болохгүй дээж авахад хүргэж болзошгүй гэдгийг зөвлөж байна.

1-р хүснэгт. Тороор дээж авахад ашигласан гол үзүүлэлтүүдийн тойм

	Доод утга	Дээд утга	Тайлбар
Торны амсрын хэмжээ (том тал)	0.4 м	1.2 м	Нэвтрэх гүний хэмжээ ихэвчлэн байдаггүй.
Дээж авах талбайн хэмжээ	~120 м ²	~4 000 м ²	Торны амсрын хэмжээг гаргахдаа өргөнийг хурд ба цагаар үржүүлдэг.
Биетийн доод хэмжээг тогтоох хязгаарлалт (торны хэмжээ)	150 мкм	1 000 мкм	Судалгааны ажлын ихэнх нь 333 мкм-ийг ашигласан. Биетийн дээд хэмжээний хязгаарын талаарх мэдээлэл голдуу байхгүй.

Гүн эсвэл хөдөлгөөн ихтэй уснаас (усны гадаргаас 1 м-ээс доош) авсан микро хуванцруудын цөөн тооны дээжийг янз бүрийн хэлбэр дүртэй, хэмжээтэй, онгорхой амтай болон түүвэрлэлтийн хурдтай Бонго трал торыг ашигладаг (Хүснэгт 1-д тохирох утгуудыг оруулав). Гэсэн хэдий ч усан онгоцноос тор шидэж, дээж барих явцад түүвэрлэлтийн горимыг хянахад хэцүү байдаг учраас дээж авч байгаа гүнийг анхааралдаа авах ёстой. Нэгэн судалгаагаар (Рэйзер болон бусад судлаачид, 2015)^[93], дээж авах ажлыг 5 м усны гүн хүртэл давхарласан бонго тороор хийсэн.

Далайн эсвэл нуур цөөрмийн ус, ялангуяа гүний уснаас дээж авах янз бүрийн шахуургын аргуудыг тайлбарласан^[98]-аас ^[103]. Энд янз бүрийн хэмжээтэй эзэлхүүн болон даралтыг ашиглан (олон шатлалт) төвөөс зугтах хүч, сэнс/импеллер эсвэл мембран насос гэж тодорхойлсон сорох эсвэл усан доорх насосыг ашигласан. Соруулсан усны агууламжийг авч, лабораторид шүүнэ. Эсвэл усыг соруулах явцдаа шууд шүүдэг. Эдгээр шахуургын аргын хувьд шүүсэн усны хэмжээ болон дээж авах гүнийг баримтжуулсан болно. Гэхдээ соруулах явцад хуванцрын ширхэгүүд устгаж болзошгүй талаар ямар нэгэн тайлбар өгөөгүй байна. Хуучирсан полимер хэсгүүд нь маш хэврэг байх бөгөөд хуванцрын янз бүрийн хэмжээт биетийн тархацыг судлахын тулд системчилсэн судалгаа хийх шаардлагатай. .

Усны удирдлагын систем (ус цэвэрлэх байгууламжийн орц ба гарц)^[104]-аас^[107] дээж авахад зориулагдсан шахуургын аргуудыг тайлбарлалаа. Дээж авах

MNS ISO/TR 21960:2020

газруудын хувьд дээж авах хэмжээ, тэр ч байтугай торны хэмжээ нь хуванцар биетийн усыг бохирдуулсан байдлаас хамаардаг болохыг яг байгаагаар нь баримтжуулсан. Их хэмжээний биет, ялангуяа бохир усны сорох хоолойд байдаг тул хувин, сав эсвэл тусгай төхөөрөмж ашиглан авдаг (жишээ нь: Руттнер дээж авагч, Магнуссон болон бусад судлаачид, 2014^[108]). Тасалж авсан усны агууламжийг шүүнэ. Дараах шүүлтүүр болох шилэн утас (Уатман шүүлтүүр), зэс эсвэл (зэвэрдэггүй) ган шигшүүр, түүнчлэн планктон торноос (нейлон) авсан янз бүрийн хэмжээтэй торыг ашигласан байна. Нэг судалгаагаанд (Минтениг болон бусад судлаачид, 2014^[109]-ыг үзнэ үү) зэвэрдэггүй ган шүүлтүүр бүхий бортогыг ашиглажээ.

Дээж авах хамгийн зохимжтой үзүүлэлтүүд, тухайлбал, дээж авах эзэлхүүн ба шүүлтүүрт торны хэмжээний хувьд дээж авсан усны эх үүсвэрээс шалтгаалан янз бүрийн судалгаанд том ялгаа гардаг. [Хүснэгт 2](#)-т эдгээр гол үзүүлэлтүүдийн хамгийн бага ба хамгийн их утгыг нэгтгэн харуулав.

2-р хүснэгт. Шахуургаар дээж авахад ашигласан гол үзүүлэлтүүдийн тойм

	Доод утга	Дээд утга	Тайлбар
Биетийн Ширхэгийн хэмжээний доод хязгаар (торны хэмжээ)	~10 мкм	300 мкм	Шилэн утастай шүүлтүүр бүхий 1 мкм-ээс бага хэмжээтэй торыг төлөөллийн бус хоёр судалгаанд ашигласан.
Соруулсан эзлэхүүн (далайн/нуур цөөрмийн ус)	10 Л	3 900 Л	Усны дээжинд байгаа бүх (байгалийн болон нийлэг) биет болон шүүлтүүрийн материалын бөглөрөлтэй холбоотой асуудлуудтай уялдуулан хэмжээг сонгож авсан.
Соруулсан эзэлхүүн (цэвэр ус, бохир усны шугамууд/Ус цэвэрлэх байгууламж)	50 Л	21 000 Л	
Соруулсан эзэлхүүн (бохир ус, бохир усны шугамууд/УЦБ)	0.3 Л	50 Л	

Ихэнх дээж авах ажил нь 10 мкм-ээс 300 мкм хүртэлх хэмжээтэй торыг ашигласан бөгөөд ямар хэмжээтэйг сонгох нь ихэвчлэн дээж авч буй эх сурвалжаас хамаардаг. Дээж авах усны эзэлхүүн нь усны аль хэсгээс дээж авсан гэдгээс хамаарна. Цэвэр усны хувьд хамгийн их эзэлхүүн (50 Л-ээс 21 000 Л хүртэл), дараа нь далайн болон нуур, цөөрмийн (10 Л-ээс 3 900 Л) тэгээд бохир ус хамгийн бага (0.3 Л - 50 Л хүртэл) байдаг.

Тор болон шахуургын аргыг ашиглан дээжийг цуглуулсны дараа дээжийг шүүлтүүр дээр байлгах эсвэл шүүлтүүрээс авч болно. Дээжийг шинжлүүлэхээр лабораторид хүргэх ёстой. Ажлын гол чиглэлээс хамааран дээжийг ус, формалины уусмалд хадгалах эсвэл хэсэг хугацаанд (хэдэн минутаас 24 цаг хүртэл) дунд зэргийн хэмд (тасалгааны хэм 110 ° С хүртэл) зууханд хатааж болно. Нэг судалгаанд бүтээгдэхүүнийг хөлдөөж, даралтыг бууруулан, дараа нь цэвэрлэн мөсийг арилгах арга буюу крио хатаах аргыг ашигласан.

Тасралтгүй ажилладаг центрифуг (урсдаг центрифуг) эсвэл гидроциклонууд нь уснаас дээж авах өөр нэг хувилбар юм. Эдгээр аргуудыг жижиг ширхэгтэй хөвөгч биет, жижиг биетийг уснаас салгахад түгээмэл ашигладаг боловч эдгээрийг микро хуванцараас дээж авахад ашигласан эсэх талаарх судалгаанууд мэргэжлийн түвшинд хянагддаг сэтгүүлүүдэд байхгүй байна.

6.2.3 Тунадас, лаг, хөрс (хатуу систем)

Судалгааны ихэнх хэсэг нь далайн эрэг, наран шарлагын газрууд, далайн ёроол эсвэл голын эрэг дээрх тунадас, лагийг судалсан байдаг^{[110][123]}. Хөрс, хөрсний бордоо эсвэл ургамлын бордоо дахь микро хуванцруудын талаархи судалгаа ховор эсвэл одоохондоо байхгүй. Гэхдээ эдгээр хатуу дээжийн найрлагаас бусад хатуу системийг төлөөлөх, тохирсон дээж авахад тавигдах нэгдсэн шаардлага ижил байх ёстой.

Судалгааны бүтээлүүдэд тунадаснаас дээж авах талаар (усны өндөр ба бага түвшин бүхий тодорхой зайтай түрлэг хоорондын болон түрлэг татрах байршил, түүнчлэн далайн хамгийн их ба хамгийн бага түрлэг) эсвэл эрэг орчмын уснаас дээж авах талаар тайлбарласан байдаг. Усны дээж авахтай адил дээж авах горимыг ихэвчлэн зохих дээж авах техникийн хүрээнд хязгаарахаас бус хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүний төлөөлөл эсвэл байршил зэргийг тооцдоггүй.

Усны ёроолын тунадаснаас дээж авахын тулд Экман (Томпсон болон бусад судлаачид, 2004)^[110] эсвэл Ванвийн хутгуур (Клаессенс болон бусад, 2011)^[116] зэрэг дээж авах хэрэгслийг, түүнчлэн Бокс корерийг/Box corer (Вианелло болон бусад, 2013)^[118] зарим тохиолдолд ашигладаг. Эдгээр аргуудыг ашигласнаар тунадасны бүтцийг алдагдуулахгүйгээр тодорхой агууламжийг авч болно. Гэсэн хэдий ч ажлын гол агуулга нь гараар авсан дээжийн хэмжээг ашигладаг. Эргийн захаас дээж авахдаа усны дээд эсвэл доод түвшин хүртэлх эсвэл хамгийн их ба хамгийн бага далайн түрлэг хүртэлх зайн тайлбарыг өгсөн байдаг. Эдгээр усны шугамтай перпендикуляраар оршиж байгаа янз бүрийндээжийг санамсаргүйгээр сонгон авна. Эдгээр дээжийн жин эсвэл эзэлхүүн нь тунадасны 1 см-ээс 5 см-ийн хэмжээтэй дээд давхаргатай үргэлж хамааралтай. 0,04 м²-аас 0,3 м² хүртэлх хэмжээтэй талбайгаас дээж авна.

3-р хүснэгт. Тунадасаас дээж авахад ашигласан гол үзүүлэлтүүдийн тойм

	Доод утга	Дээд утга	Тайлбар
Дээж авсан хэмжээ	0.5 Л	20 Л	Хуурай эсвэл нойтон жингийн талаар тодорхой тайлбар тэр бүр тааралдаагүй.(масс ба эзэлхүүний хооронд нь хөрвүүлэхийн тулд 1.6 кг/л тунадасны тооцоолсон нягтыг авав).
Дээж авсан жин	2 кг	70 кг	
Цаашид бэлтгэх зорилгоор тусгаарласан дээжийн хэмжээ	75 гр	6 гр	Дээжийг нэгэн төрлийн болгох үйл явц өмнө нь хийгдсэн эсэх?
Талбай дээрээс	1 %	40%	Зөвхөн хуурай жинг тооцоог гаргана.

авсан дээжийн жинтэй холбоотойгоор бэлтгэсэн дээжийн харьцангуй агуулга			
---	--	--	--

3-р хүснэгтэд түүвэрлэлтийн холбогдох гол үзүүлэлтүүдийн хамгийн бага ба хамгийн их утгыг нэгтгэн үзүүлэв. 0,5 Л-ээс 20 Л эсвэл 2 кг-аас 70 кг хүртэл тунадасны дээж авна. Дээжийг хадгалаад лаборатори руу тээвэрлэнэ. Усны дээжээс ялгаатай нь энд хатаах үйл явцыг байнга баримтжуулна (дээж бэлтгэх бүлгийг үзнэ үү). Үүний дараа бүрэн түүврийн зөвхөн багахан хэсгийг төлөөлөл болгон дээж бэлтгэх болон шинжлүүлэхээр ихэвчлэн өгдөг. Нарийвчилсан шинжилгээнд орох дээжийн жин 75 гр-аас 6 кг хооронд хэлбэлздэг. Энэ нь талбайгаас авсан дээжийн агууламжийн 1%-40% эзэлнэ.

6.2.4 Агаар

Агаар дахь микро хуванцараас дээж авах талаар зөвхөн хязгаарлагдмал мэдээлэл байна^{[124][125]}. Эдгээр судалгаанд шилэн мяндас?(glass fibre) шүүлтүүрээр эсвэл зэвэрдэггүй ган шигшүүрээр дамжуулан агаар мандлаас унаххуурай, нойтон агууламжийг 2 м³-аас 5 м³ хүртэл тодорхой хэмжээгээр соруулдаг. Товчхон хэлэхэд, ялангуяа тодорхой хэмжээний мяндсан утаснууд ашиглаж байгааг ажиглаж болно. Энэхүү ажлыг хийхэд микропластик тоосонцорыг тодорхойлоход лабораторид байгаа дээжийн бохирдол нөлөөлдөг болохыг харуулсан янз бүрийн судалгаануудаас туслалцаа авлаа.

6.2.5 Ургамал, амьтны зүйл

Энэ бүлгийн зорилго нь микро хуванцар хэсгүүд нь ургамал амьтны аймгийн амьдралын чанарт үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээ биш тул хооллох болон залгих замаар дамжих талаар хийсэн бүх туршилтыг хамруулаагүй болно. Ургамал амьтны аймаг дахь микро хуванцрын хээрийн дээж авах талаарх тойм мэдээллийг тэдгээрийн амьдрах орчин, хүрээлэн буй орчны нөхцөл байдал, шимт тэжээлийн шинж чанар, түүнчлэн хуванцар хэсгүүдийн харилцан адилгүй хэмжээ, шингээх чадвар зэргээс шалтгаалан Ургамал амьтны аймгийн тохирсон ангиудад д хуваах хэрэгтэй. Ургамал амьтны аймгийн түүвэрлэлтийн янз бүрийн ойлголтуудыг [Хүснэгт 4](#)^[126]-аас ^[136]-д тоймлон үзүүлэв.

Ургамал амьтны аймгийн зүйлийн төрлүүдээс дээж авах горим нь системчилсэн, шинжлэх ухааны түүвэрлэлтийн заавартай холбоогүй; түүвэрлэлт нь бүх тохиолдолд зөвхөн дээжийг тус тусад нь олж авах байдлаар баримтжуулсан. Арилжаалах зорилгоор хийсэн худалдан авалт, түүнчлэн арилжааны загас агнуураас дээж авах нь нэг талаас нөөцийг прагматикаар ашиглах явдал боловч ийм дээжид төлөөлөх баталгаа өгөх боломжгүй юм.

Цаашилбал, зүйлийн биеийн хэмжээнээс хамааран нарийвчилсэн шинжилгээнд өгөхөөр бүрэн бэлтгэж болно (жишээлбэл, нялцгай биетөт, г.м.) эсвэл зөвхөн ходоод, гэдсийг (загас, шувуу гэх мэт) шалгаж үзнэ. Химийн болон биологийн

бэлтгэлийн янз бүрийн нөхцөлд үүсч болох хүндрэл болон микро хуванцар алдагдах боломж, мөн ажиглах аргаар шинжлэх (дараагийн бүлгийг үзнэ үү) зэрэг олон төрлийн арга нь харилцан адилгүй дүгнэлтэд хүргэдэг. Зүйлийн микро хуванцрын үнэлгээг нялцгай биет болон өт хорхойн хувьд тухайн зүйлийн жинд ногдох микро хуванцрын тоо эсвэл жингээр, харин загас, шувуудын хувьд тоогоор эсвэл нэг бодгальд ногдох микро хуванцрын жингээр баримтжуулсан болно.

Хэдийгээр янз бүрийн зүйлийн загасан дахь төрөл бүрийн микро хуванцрыг шинжлэх нь (тэдний амьдардаг орчин, хоол тэжээлийн шинж чанараас хамааран) микро хуванцруудын хүрээлэн буй орчинд нэвчиж байгаа байдал болон тэдгээрийн төлөв байдлын талаар ойлголт өгөх боломжтой боловч эдгээр судалгааны төлөөллийг анхаарч үзэх хэрэгтэй. Энд танилцуулсан ургамал амьтны аймгийн зүйлийн бүрэлдэхүүн дахь микро хуванцараас дээж авах нь чанарын бодит үнэлгээ болж чадах боловч микро хуванцрыг илрүүлэх цогц арга байж чадахгүй.

4-р хүснэгт. Ургамал амьтны зүйлээс дээж авахад ашиглах гол үзүүлэлтүүдийн тойм

Ангилал	Дээж авах аргачлал	Шинжилсэн хэсэг	Тайлбар
Нялцгай биет, Polychaeta	Дээжийг худалдаа үйлчилгээ үзүүлэгчдээс худалдаж авахдаа санамсаргүй байдлаар авах	Төрөл бүрийн химийн уусмалд бүрэн боловсруулна (дараагийн бүлэг)	зүйлийн жин тутамд ногдох микро хуванцар хэсгүүдийн тоо эсвэл жингийн тооцоо, зөвхөн микро хуванцрыг авч үзсэн байдаг.
Загас (далайн: тэнгисийн, ёроолын, гүний, цэнгэг усны)	Худалдаа үйлчилгээ үзүүлэгчдээс худалдаж авсан загасны аж ахуйгаас дээж авах	Ходоод / гэдэсний шинжилгээ, заримдаа янз бүрийн химийн шинжилгээнд оруулан нэмэлт боловсруулалт хийнэ.	Загасны хэмжээнээс хамааран 5 мм-ээс их хэмжээтэй хэсгүүдийг авч үзсэн. Нэг бодгальд ногдох микро хуванцрын тоо буюу жингийн тооцоо
Шувууд	Шувуу агнагчид, анчдын алсан болон ослоор үхсэн амьтад	Ходоод / гэдэсний шинжилгээ	
Далайн хавны төрөл зүйл	Өвнөөр үхсэн амьтад	Ходоод / гэдэсний шинжилгээ	

6.2.6 Түүвэрлэлтийн статистикт анхаарах зүйлс

Хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн дахь хуванцар болон микро хуванцрын агуулгыг шинжлэхдээ хамгийн оновчтой горим болон дээжийн тоог тодорхойлоход статистикт анхаарах нь чухал ач холбогдолтой. Ялангуяа цаг хугацааны явцад

MNS ISO/TR 21960:2020

өөрчлөгдөж болох олон төрөлт, олон талт хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсэг нь дээж авах журам, улмаар шинжилгээний үр дүнд нөлөөлнө. Иймээс хуванцар хэсэг нь тухайн хүрээлэн буй орчинд их хэмжээгээр тархсан үед дээж авах тохиромжтой аргыг ашиглах нь нэн чухал.

Дээж авах журамд зөвхөн хаана, хэзээ, хэрхэн дээж авах гэдгээс гадна ямар нөхцөлд, хэдэн удаа дээж авах гэдгийг харгалзан үзэх ёстой. Үндсэндээ түүвэрлэлт нь суурь мэдээллийн хүрээнд дахин давтагдан хийгдэх боломжтой байх ёстой.

6.3 Дээж бэлтгэх

6.3.1 Ерөнхий зүйл

Хаягдал хуванцрын хэсгүүдэд байгалийн биет их хэмжээгээр наалдан нэмэгдсэн байдаг тул шинжилгээ хийхээс өмнө хүрээлэн буй орчноос авсан дээжийг цэвэрлэх буюу баяжуулах шаардлагатай. Дээж бэлтгэх нь дээж авсан хүрээлэн буй орчны аль бүрэлдэхүүн хэсгээс гэдгээс ихээхэн хамаардаг; тиймээс хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсгээс дээжийг авахын тулд тухайн бүрэлдэхүүнд тохирсон аргыг ашигладаг. Энэ бүлгийн агуулга нь хүрээлэн буй орчны өөр өөр бүрэлдэхүүн хэсгээс авсан дээж биш, бүрэлдэхүүн бүрээс дээж авах аргуудтай холбоотой юм. Бэлтгэх аргыг дээжийн найрлагаас хамааран сонгоно.

Хэдийгээр ихэнх ажлууд лавлагаанд тусгасан материалуудыг оролцуулан хяналтын туршилтуудыг нэмсэн боловч эдгээр материалын нэгдмэл байдлын мэдээллийг бүрэн баримтжуулсан нь ховор байдаг. Тодорхой полимеруудын хаягдал жижиг хэсгүүдийн нарийн мэдээлэл, мөн хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүний тодорхой төрлийн хүрээнд зохистой дүн шинжилгээ бүхий системчилсэн судалгааг яаралтай хийх шаардлагатай байна. Энэ нь зөвхөн материалын бүрдэл хэсгийн нарийн мэдээллийг бүрдүүлэхээс гадна жижиг хэсгүүдийн хэмжээсүүдийн уялдаа холбоо, тэдгээрийг бэлтгэх янз бүрийн нөхцлүүдийг мэдэж байх ёстой гэсэн үг юм.

Физик, хими эсвэл ферментийн аргаар дээж бэлтгэх янз бүрийн стратегиудыг нэгтгэн дүгнэхийн тулд одоог хүртэл дутуу байгаа зүйлийн талаар дараах тэмдэглэлийг хийсэн болно. Цэвэрлэх байгууламжаас (орц, гарц) дээж авах сонирхол нэмэгдэж байгаа үед ажилчид болон судлаачдын бүрэлдэхүүнийг хотын бохир усны халдвараас хамгаалахын тулд дээжийг илүү сайн халдваргүйжүүлэх шаардлагатай болдог. Дээжийг хатаах үед микроб эсвэл нян агаараар дамжихболомжтой учраас нэмэлт халдваргүйжүүлэлт нэн чухал. Төрөл бүрийн дээж авах нийтлэг горим халдваргүйжүүлэлтээс үүдэлтэй эрсдэл болон түүнээс урьдчилан сэргийлэх үйл ажиллагаатай нийцгүй байдаг. Нэмж дурдахад тухайн горимын микро хуванцрын хэсгүүдэд үзүүлэх нөлөө нь маш их хамаатай байж болно. Жишээлбэл, уураар ариутгах нөхцөл байдал ПЭ жижиг хэсгийг хайлахад хүргэдэг тул хуванцрын жижиг хэсгийн хэмжээ буруу гарах болно. Цацрагаар ариутгах аргууд (бета эсвэл гамма) нь молекулын жингийн тархалтад нөлөөлж болзошгүй тул полимерийн морфологийн талаарх мэдээлэл буруу гарах болно. Хэдийгээр "Эмнэлгийн бүтээгдэхүүн" гэдэг сэдвээс эдгээр үр нөлөөний талаарх иж

бүрэн ойлголтыг олж авах боломжтой боловч хуванцар хэсгүүдийг судлах системтэй судалгаа дутуу байсаар байна.

6.3.2 Дээж бэлдэх физик аргууд

Ялангуяа тунадасаас авсан дээж дэх органик бус агуулгыг багасгахын тулд ихэвчлэн баяжуулах ажиллагаа ордог физик аргыг ашигладаг. Эдгээр аргуудыг ихэвчлэн химийн урьдчилсан боловсруулах ажиллагаагаатай хослуулан ашигладаг бөгөөд хуванцар хэсгүүдийн дараагийн шинжилгээнд өгөхөд дөхөмтэй болгодог.

Полимерийн нягт нь 0.9 г/мл-ээс 1.6 г/мл хооронд, харин тунадасны нягт нь 2 г/мл-ээс их үед нягтыг ялгах нь боломжийн хэрэгсэл болно. Ажлын гол зорилго нь нягтралаар нь [137]-аас [148] ялгахад чиглэсэн. Нягтаар үр дүнтэй ялгахад металлын ханасан давсны уусмалыг ашиглах шаардлагатай. Их хэмжээний дээж байгаа үед (хүснэгт 3-ыг үз) металлын давсны уусмал нь зардал багатай бөгөөд, хортой биш байх ёстой. Мөн уусмал нь полимерийн хэсгүүдийг гэмтээхгүй гэдгийг баталгаажуулах ёстой. Мөн уусмал нь полимерыг гэмтээхгүй байлгахыг баталгаажуулах ёстой. Энд системтэй судалгаа, ялангуяа маш жижиг хэсгүүд болон өөр өөр бэлтгэх нөхцөлүүдийн мэдээлэл байхгүй хэвээр байна.

Одоогийн байдлаар натрийн хлоридын (NaCl) уусмалыг ашиглаж байгаа бөгөөд тэдгээр нь 1,2 кг / Л үед ялгардаг. Мөн натрийн иод (NaI) ба цайрын хлорид ($ZnCl_2$), мөн натри эсвэл литийн волфрам хүчлийн давс ($NaWO_3$, $LiWO_3$) -ыг ашиглаж байна. 1,2 г/мл ба 1,6 г/мл-ийг тус тус ялгах хязгаар бүхий хамгийн түгээмэл NaCl ба $ZnCl_2$ -ыг ашиглах ялгах аргын гол үзүүлэлтүүдийг хүснэгт 5-д нэгтгэн үзүүлэв.

Дээжийг (50 граммаас 6 кг хүртэл эсвэл 500 мл-ээс хүртэл 12 л хүртэл) эдгээр уусмалд хэдэн секундээс 2 цаг хүртэл хутгана эсвэл сэгсэрнэ, дараа нь дээжийг ялгах хүртэл тодорхой хүлээх хугацаа (хэдэн минутаас 12 цаг хүртэл) ба хөвөгч хэсгүүдийг сайтар шүүж авна. NaCl-ийн тусламжтай хийх процедурыг ихэвчлэн лабораторийн ердийн төхөөрөмж (таслагч шил, соронзон хутгуур гэх мэт) ашиглан хийдэг бол харин $ZnCl_2$ -ийн хэрэглээг тусгайлан бүтээсэн Мюнхений хуванцар тунадас ялгах төхөөрөмж (МПТЯ/MPSS, Имхоф болон бусад, 2012)^[171] дээр харуулсан байна. Энэ арга тунадас ялгахад илүү сайн.

5-р хүснэгт. Нягт ялгахад ашиглах гол үзүүлэлтүүдийн тойм

		Доод утга	Дээд утга
NaCl	Дээжийн жин	50 гр ^a	1 000
	Уусмалын хэмжээ	500 мл	4 000 мл
	Хутгах хугацаа	30 сек	1-2 цаг
	Амраах хугацаа	2 мин	6 цаг
ZnCl ₂	Дээжийн жин	400 гр ^a	6 000 гр ^a
	Уусмалын хэмжээ	300 мл	12 000 мл-ээс 30 000 мл хүртэл
	Хутгах хугацаа	10 мин	
	Амраах хугацаа	1 цаг	12 цаг

^a Дээжийн жинг нойтон эсвэл хуурай дээжээс тодорхойлж болно.

Өөр нэг физик арга бол центрифуг ашиглах явдал юм^{[149],[150]}. Цөөн хэдэн бүтээлд шүүсний (elutration) дараа энэ аргыг ашиглах талаар тайлбарласан байдаг ^[151] - ^[154]. Натрийн иодын уусмалыг ашигласан бөгөөд бусад физик аргатай харьцуулахад зөвхөн маш бага эзлэхүүнийг (дээж ба уусмалыг оруулаад 40 мл) ялгасан. Илүү өндөр эзлэхүүн бүхий түүврийн судалгаануудын талаар мэдээлэл байхгүй байна.

6.3.3 Дээж бэлтгэх химийн аргууд

Дээжийн химийн боловсруулалтыг ихэвчлэн органикаар баялаг дээж эсвэл ургамал, амьтны зүйлд ^[155]-аас ^[169] хэрэглэдэг. Үүнийг ихэвчлэн баяжуулах бусад аргуудтай хослуулсан байдаг. **Хүснэгт 6-д** холбогдох гол үзүүлэлтүүдийг нэгтгэн харуулав.

Энэ чиглэлээр янз бүрийн үзэл баримтлалыг боловсруулсан байдаг. Ус эсвэл тунадасны дээжийн хувьд хамгийн түгээмэл зүйл бол ~30% устөрөгчийн хэт ислийн (H₂O₂) уусмалыг төмрийн давс (Fe II) -тай хольж катализатор болгон эсвэл хүхрийн хүчил (H₂SO₄) -тай хослуулан хэрэглэх явдал юм. Өөрөөр хэлбэл, ялангуяа зүйлээс (дун, нялцгай биет)-аас авсан дээжийн хувьд гидроксил уусмал (NaOH, KOH) эсвэл исэлдүүлэгч хүчлийн уусмал (HNO₃, HNO₃ + HClO₄) ашигладаг. Дулааны хэм болон боловсруулалт үргэлжлэх хугацааг баримтжуулсан болно. Эдгээр нь тасалгааны хэмээс 100°C хүртэл хэлбэлздэг. Ажиллагааны хугацаа ойролцоогоор 1 цагаас хэдэн өдөр хүртэл хэлбэлздэг.

6-р хүснэгт. Химийн боловсруулалтад ашиглах гол үзүүлэлтүүдийн тойм

Химийн	Агууламж	Хугацаа	Дулааны хэм
H ₂ O ₂	30-35%	12 цагаас 7 өдөр хүртэл	ТХ-ээс 50 ⁰ С хүртэл
H ₂ O ₂ /Fe II төмрийн давс	30%	30 минутаас 48 цаг хүртэл	75 ⁰ С
H ₂ O ₂ / H ₂ SO ₄	30-35%	12 цагаас 21 өдөр хүртэл	ТХ
KOH	10%	24 цагаас 21 өдөр хүртэл	ТХ-ээс 50 ⁰ С хүртэл
NaOH	40%	24 цаг	60 ⁰ С
HNO ₃	69%	1-2 цаг	60 ⁰ С-100 ⁰ С
HNO ₃ / HClO ₄	65%	12 цаг	ТХ

ТХ = тасалгааны хэм

Эдгээр аргуудын үр нөлөөг биологийн биетийн задрал хувирал ашиглахад (жингийн харьцангуй бууралт) сайн баримтжуулсан байдаг. Цаашилбал, олон туршилтад лавлагаанд заасан янз бүрийн полимер бүхий дээжийг бэлтгэсэн байдаг. Ингэснээр бэлтгэх ажиллагааны үеэр полимерийн химийн урвалд тэсвэртэй байдалд үзүүлэх үр нөлөөг хянах шаардлагатай.

6.3.4 Ферментийн аргаар бэлдэх

Дээжийг ферментийн аргаар бэлдэх нь спектроскопоор шинжлэгдэх дээжинд онцгой үр дүнтэй болох нь батлагдсан^[170]. Ихэнх тохиолдолд өвөрмөц нөлөө бүхий өөр өөр организмуудыг ашигладаг.

6.4 Шинжилгээ

6.4.1 Ерөнхий зүйл

Эхний судалгааны явцад дээж дэх микро хуванцрыг таних арга болгон зөвхөн гэрлийн дуран авиаг ихэвчлэн ашигладаг байсан. Бодит дээж дэх хэсгүүдийг өнгө, хэлбэр дүрсээр нь тодорхойлсон. Гадаргуугийн морфологийн зургийг илүү сайн болгохын тулд зарим судалгаанд электрон дуран авиаг ашигласан байдаг. Полимер хэсгүүд нь гаднаа өвөрмөц боловсруулалтын бүтэцтэй байж болох учраас гадаргуугийн нарийвчилсан тодорхойлолт нь гэрлийн дуран авиагаар тодорхойлохоос илүү сайн байдаг. Гэсэн хэдий ч энэ нь гэрлийн дуран авиатай адил алдаа гаргахгүй гэж үзэж болохгүй байлаа. Сүүлийн 3 - 5 жилийн хугацаанд хийсэн судалгаанаас үзэхэд электрон дуран авианы тусламжтайгаар шалгахад ялангуяа жижиг хэсгүүдийг таних нь 70% хүртэл байгааг харуулсан.

Хуванцрын шинжилгээ нь химийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн ерөнхий мэдээллийг гаргадаг бөгөөд энэ нь полимер сортын үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн шинжилгээ, мөн түүнчлэн тогтворжуулагч нэмэлтүүд, дүүргэгчүүд гэх мэт зүйлсийн жижиг хэсгүүдийн шинжилгээг багтаасан гэсэн үг юм. Зөвхөн хуванцар материалыг шинжилсэн ч гэсэн нэмэлтүүдийн жижиг хэсгүүдийн шинжилгээ нь хүндрэлтэй байдаг. Өнөөгийн байдлаар байгаль орчны дээж дэх олон тооны байгалийн органик хэсгүүдээс гадна жижиг хуванцрын хэсгийн химийн найрлагыг бүрэн тодорхойлох боломжгүй байна. Тиймээс микро хуванцар (уудыг) илрүүлэх ажил нь зөвхөн синтетик полимер нэгдлийн хэсгүүдийн үндсэн шинж чанарыг тодорхойлоход чиглэгдэх ёстой.

Хуванцар, ялангуяа хамгийн хамааралтай полимер төрлүүд нь уусдаггүй, эсвэл зөвхөн хатуу нөхцөлд уусдаг (байгаль орчны шинжилгээнд төдийлөн ашиглагддаггүй/хүлээн зөвшөөрөгдөөгүй), тиймээс уусмал (жишээлбэл, Н/С-NMR, HPLC, LC- MS гэх мэт) ашигладаг аргууд тохирдоггүй.

Синтетик болон байгалийн полимерийн аль аль нь нүүрстөрөгч, хүчилтөрөгч болон азотоос бүрддэг учраас зөвхөн атомын найрлагад дүн шинжилгээ хийх аргууд (жишээ нь RFA, ICP-MS) тохирдоггүй. Хуванцрын нэмэлтүүд хүртэл эдгээр элементүүдээс бүрддэг. Хлор, хүхэр буюу цахиур зэрэг ховор тохиолддог полимерийн бусад элементүүд нь хүрээлэн буй орчны органик бус бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд байдаг.

Энэ бүлэгт спектроскопийн, дулааны болон химийн аргуудыг танилцуулах болно. Төгсгөлд нь аргачлалд тавигдах шаардлага болон үр дүнгээс харж болох мэдээллийг нэгтгэн янз бүрийн шинжилгээний аргуудын харьцуулалтыг үзүүлэв ([Хүснэгт 7](#) ба [Хүснэгт 8](#)-ыг үзнэ үү).

Ялангуяа тухайн аргыг ашиглан авч болох холбогдох мэдээллийг шинжилгээний аливаа тусгай арга хэрэгслийг сонгож авахаас өмнө анхаарч үзэх хэрэгтэй. Учир

MNS ISO/TR 21960:2020

нь өөр өөр аргууд өөр өөр мэдээллийг боловсруулах, харилцан адилгүй гүнд ажиллахад зориулагдсан байдаг. Өнөөгийн байдлаар , микро хуванцрыг шинжлэхэд ашигладаг үзүүлэлтүүдийг доор жагсаав. . Үүнд.

- полимерийн төрөл;
- хэсгийн тоо, жингийн хувь хэсэг;
- хэсгийн хэмжээ, хэлбэр;
- эдлэгдсэн байдал.

Энд өгүүлсэн аргууд нь эдгээр мэдээллийг тодорхойлох боломжтойгоос гадна дээж бэлтгэх, шинжлэгдсэн дээжийн хэмжээ/жин, үр дүнг гаргахад шаардагдах хугацаа, түүнчлэн хэрэглэгчийн өөрийн мэдлэг, хэмжилтийн хэрэгслийн үнээс шалтгаалж өөр өөр мэдээлэл өгдөг.

6.4.2 Спектроскопийн шинжилгээний аргууд

Ихэнх спектроскопийн судалгаанууд нь Фурьегийннил улаан туяа (FTIR) эсвэл Раманыг ашигладаг ийм л учраас тэд хоёрдмол утгагүй, үл задрах хуванцрыг^{[171]-ээс [195]} шинжилж чаддаг. Хоёр аргыг хоёуланг нь чичиргээний спектрийн шинж чанарын тодорхойлох, тэдгээрийг мэдээллийн сангаас авсан спектруудтэй харьцуулахал хэрэглэнэ. Арилжааны зориулалттай спектрийн мэдээллийн сан нь ихэвчлэн синтетик полимер дээр төвлөрдөг тул целлюлоз суурьтай материалууд нь зөвхөн нийлэг хальсан (целлофан) эсвэл хиймэл торгыг (rayon) тодорхойлох спектр хэлбэрээр байдаг гэдгийг тэмдэглэх нь зүйтэй.

Макро масштабаар багасгаж бүгдийг багтаах тусгалтай (ATR) FTIR хэрэгслийг ойролцоогоор 500 мкм-ээс дээш хэмжээтэй хэсгүүдэд ашиглаж болно. Ихэнхдээ тусгалын болорыг алмантын давхаргаар бүрсэн байдаг тул энэ арга нь болорыг гэмтэхээс найдвартай хамгаалдаг. 500 мкм-ээс бага хэмжээтэй хэсгүүдэд зориулсан μ ATR-FTIR хэрэгсэлийг ашиглахад зарчмын хувьд боломжтой боловч энэхүү үнэтэй, механик мэдрэмтгий илрүүлэгч талстуудыг (Германи) органик бус хэсгүүдээр (жишээ нь силикат) гэмтээхгүйн тулд дээжийг сайтар сонгох шаардлагатай.

Практикт ойролцоогоор 500 мкм-ээс бага хэмжээтэй бичил хэсгүүдийн хувьд FTIR болон Раман аргуудыг ашигладаг бөгөөд эдгээр хоёр арга нь автоматаар сканнердах эсвэл дүрслэх горимоор ажиллах боломжтой. FTIR-ийн хувьд олон илрүүлэгч элементүүд нэгэн зэрэг ажилладаг фокусын хавтгай массив (FPA) илрүүлэгчийг ашиглах хувилбарыг мөн тайлбарласан болно. Бүх дамжуулалтын горимоор ажилладаг FTIR дүрслэлийн аргуудын хувьд нил улаан туяа нэвтэрдэг субстрат дээрх дээжийг эрэмблэх шаардлагатай бөгөөд зөвхөн нимгэн тараасан хэсгүүдийг шинжилж болно (хэсгүүд нь 100 мкм хүртэл хэмжээтэй). 100 мкм бол полимер хальсыг шинжилдэг дамжуулалтын горимоор ажилладаг FTIR спектроскопийн дамжуулалтын нийтлэг хязгаарлалт юм. FTIR спектроскопийн хувьд хэсгийн субстрат нь нил улаан туяа нэвтэрдэг эсвэл бага зэргийн өвөрмөц дохиотой материал байх ёстой. Тиймээс усны дээжийг хөнгөн цагааны исэл, политетрафторэтилен, ПТФЭ/PTFE эсвэл цахиур зэрэг нил улаан туяа нэвтэрдэг

шүүлтүүр материалаар шүүдгээрээ давуу талтай юм. Эдгээр төрлийн материалын хувьд янз бүрийн давуу болон сул талууд (механик тогтвортой байдал, дохио давхцалт) ажиглагдаж байна. Тусгалын субстрат дээр тусгах горимыг ашиглах нь тийм ч түгээмэл биш бөгөөд ховорхон тайлбарласан байдаг сарнисан тусгалын техникийг (DRIFTS) тэр болгон ашиглаад байдаггүй. Энэ нь полимерууд нил улаан туяаны цацрагийг муу тусгадагтай холбоотой байж магадгүй юм.

Раман дохиог тараах горимоор илрүүлдэг тул дээжийг хүлээн авсан гадаргуу дээр шинжилж болно. Раман дуран авиан бусад давуу тал нь дээжинд байгаа усанд мэдрэг биш бөгөөд нил улаан туяаны спектроскопоор хэмжиж чаддаггүй хар, буцаан ойлгодог дээжийг хэмжих чадвар юм. Раманыг ашиглахад тулгардаг гол бэрхшээл бол дээжийн дотоод гэрэл цацруулалт бөгөөд үүнийг янз бүрийн боловсруулалтын нөхцөл (лазер) болон дээж бэлтгэх замаар багасгах боломжтой боловч бүрэн арилгах боломжгүй юм.

FTIR ба Раман арга хоёулаа тодорхой төрлийн полимерийн химийн бүтэц болон тасархай хэсгийн хэмжээг тодорхойлох боломжтой. Раманы аргаар хамгийн багадаа ойролцоогоор 5 мкм-ээс 10 мкм хүртэл хэмжээтэй бодит дээжийг хэмжиж чаддаг болохыг баримтжуулсан болно. Гэсэн хэдий ч илрүүлэлтийн доод хязгаар нь сканнердах хурд, өгөгдөл цуглуулах, үнэлэх түүнчлэн дээж бэлтгэх зэрэг илрүүлэх үзүүлэлтүүдээс ихээхэн хамаардаг. Том хэмжээний түүврийн талбайн дүрслэл нь боловсруулахад хэцүү их хэмжээний өгөгдлийг бий болгодог. Тиймээс химометрийн өгөгдлийн шинжилгээг хэрэглэх нь тустай байдаг. ATR FTIR-ээр тусгай салангид хэсгүүдийг тодорхойлох, Раман/FTIR дуран авиан бүх аргыг ашиглах нь маш их цаг ордог тул дээжийн зөвхөн багахан хэсгийг шинжилж, үр дүнг нийт дээжид хамааруулдаг. Бид хуванцрын жижиг хэсгийг тогтоох протоколыг ихэвчлэн дутуу тайлбарласан байдгаас гадна зөвхөн 200 хүртэл тоотой хэсгүүдийг шинжлэх эсвэл шүүлтүүрийн талбайн хэмжээ 1% -аас 10% хүртэл байгааг олж мэдсэн.

NIR (ойрын нил улаан туяа) эсвэл олон спектрын дүрслэлийг хэрэглэх талаар бүтээлүүдэд байдаг боловч нэмэлт судалгаа хийх шаардлагатай байна. Цаашилбал, хатуу N-NMR эсвэл C-NMR ашигласан судалгаа олдсонгүй. Энэ хоёр аргын боломж болон хязгаарлалт нь тодорхойгүй хэвээр байна.

6.4.3. Термоаналитик аргууд

Полимерийн шинжилгээнд дулааны шинжилгээний аргууд нэлээд түгээмэл байдаг. Эдгээр аргуудын хувьд дээжинд полимер үүсэх эсвэл холбогдох полимерийн найрлагад дүн шинжилгээ хийхэд задралын тодорхой үйл явц болон задлах тодорхой бүтээгдэхүүнийг ашигладаг.

Пиролиз - хийн хроматографийн масс спектрометр (Py-GC-MS) нь тусдаа тусгаарлагдсан хэсгүүдийг ашигладаг^[196] ^[197]. Энэхүү арга нь хуванцрын хэсгүүдийн найрлагын (полимерийн төрөл) талаар маш тодорхой мэдээлэл өгдөг бөгөөд эдгээр полимер хэсгүүд дэх бага агууламжтой нэмэлт бодисуудыг хүртэл шинжлэх боломжтой. Энэ арга нь бохирдолд маш мэдрэмтгий тул дүн шинжилгээ байнга хийх үед сайтар цэвэрлэх шаардлагатай.

Термогравиметрийн шинжилгээг (ТГШ/TGA) GC-MS-тэй хослуулах нь микро хуванцар шинжилгээний шинэ арга юм^{[198][199]}. Дулаан олборлолтын десорбци-хийн хроматографи-масс спектроскоп (TED-GC-MS) гэж нэрлэгддэг энэхүү шинжилгээний хосолсон арга нь дулааны олборлолтыг шинжилгээний процессоос байгаа газарт нь тусгаарладаг тул бохирдлын асуудлыг багасгадаг. FTIR эсвэл MS гэх мэт хөгжүүлсэн хийн шинжилгээ (ХХШ/EGA) бүхий өөр боломжит ТГШ/TGA аргуудыг маш ховор тайлбарласан байдаг бөгөөд нэмэлт судалгаа хийх шаардлагатай. Хоёр аргын аль аль нь микро хуванцрын хэсгүүдийн чанарын болон тоон үзүүлэлтийг тодорхойлох боломжийг олгодог.

Дифференциал сканнерийн калориметрийг (ДСК) дулааны шинжилгээний арга болгон ашиглах нь бусдаас ялгаатай, учир нь энд калориметрийн шинжилгээнд тодорхойлолт хийхдээ тусгай хайлах процессыг ашигладаг^[200]. Тиймээс зөвхөн хагас талст полимерүүд, тухайлбал ПЭ эсвэл ПП-ийг л илрүүлж болно. ПВХ эсвэл ПС гэх мэт аморф полимерүүдийг илрүүлдэггүй тул ДСК дохионд хуванцрын хэсгүүдийн насжилтын процесс хүчтэй нөлөөлдөг.

FTIR эсвэл Raman спектроскоптой харьцуулахад TED-GC-MS, TGA-EGA болон ДСК нь их хэмжээний дээжтэй ажилладаг тул үр дүн нь хүрээлэн буй орчны нөхцөл байдлыг илүү төлөөлөх боломжтой. Бүх термо-аналитик аргууд нь микро хуванцар хэсгүүдийн найрлагын талаар илүү хурдан мэдээлэл өгдөг давуу талтай. Нэг гэм нь хуванцрын хэсгүүдийн биет хэмжээний тархацын талаарх мэдээллийг нэг мөр өгч чаддаггүй.

6.4.4 Химийн ялгах аргууд

"Сайн" уусдаг полимер (PS гэх мэт) гаргаж авах химийн аргууд болон уусмалын дараагийн шинжилгээг ашиглах талаар (FTIR-ийн тусламжтайгаар) судалгааны бүтээлүүдэд тайлбарласан байдаг бөгөөд үүнийг ^[201]-аас ^[203]цаашид анхааралдаа авах хэрэгтэй. Энд тоног төхөөрөмжийн өргөн хүртээмжтэй байдал нь давуу тал болно.

Химийн баяжуулалт болон дараагийн хроматографийн шинжилгээг мөн тайлбарласан боловч үндэслэл муутай байна (жишээ нь GPC, LC, SEC, MALDI-TOF). Эдгээр аргууд нь полимерийн насжилтыг тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой молекулын жингийн талаар мэдээлэл олж авах боломжтой гэж харагдаж байна.

Гэсэн хэдий ч энд эдгээр аргыг түгээмэл хэрэглэж болохгүйн шалтгаан нь хангалттай уусгагч байхгүйтэй холбоотой юм. Цаашилбал, ялангуяа сүүлийн аргууд нь харьцангуй өртөг өндөртэй бөгөөд хэрэглэгчээс өндөр түвшний мэдлэг шаарддаг.

7-р хүснэгт. ПЭ, ПП, ПС, ПЭТ, ПА, ПВХ зэрэг ихэвчлэн үйлдвэрлэгддэг полимеруудад хамааралтай МП-ийн шинжилгээний үндсэн параметруудийн тойм

		Бэлтгэл ажил (шүүсний дараа)	Шинжилсэн дээжийн жин	Дээжний жинтэй холбоотой хэмжилтийн хугацаа	Тайлбар
Спектрокопийн	Раман (дүрслэл)	Хүлээн авсаны дагуу	~1 мкм	~30 мин	Гэрэл цацруулалтын асуудал
	FTIR (дүрслэл)	Дамжуулах горим: нилулаан туяа нэвтэрдэг субстрат дээр тархсан	~1 мкм	~30 мин	~100 мкм-ээс бага хэсгүүд
		Тусгалын горим: хүлээн авсны дагуу	~1 мкм	~30 мин	Дохио/дуучимээний харьцаа муу
	FTIR (FPA)	Нилулаан туяа нэвтэрдэг субстрат дээр тархсан	~1 мгр	~5-10 цаг	~100 мкм-ээс бага хэсгүүд, нүсэр их өгөгдөл
	ATR-FTIR	Хэсгүүдийг тус тусад нь салгах	> 1 мгр	~30 сек	>~500 мкм-ээс бага хэсгүүд
	μ ATR-FTIR	Хэсгүүдийг тус тусад нь салгах	~1 мкм	~30 сек	Органик бус хэсгүүдийн механик гэмтэлд маш мэдрэмтгий
	NIR	Судалгаа хийгдэж байгаа			
Термоаналитикийн	Py-GC-MS	Хэсгүүдийг тус тусад нь салгах	~10-100 мкм	~1-2 цаг	Бохирдолд мэдрэмтгий
	DSC	Хүлээн авсны дагуу	~2-5 мгр	~1-2 цаг	Зөвхөн хагас талст полимерт зориулагдсан
	TED-GC-MS	Хүлээн авсны	~50 мгр	~2-3 цаг	

		дагуу			
	TGA-EGA	Судалгаа хийгдэж байгаа			
Химийн	ялгах+ тодорхойлох	Хүлээн авсны дагуу	> 1 гр	~1 цаг	Зөвхөн уусдаг полимерүүд эд зориулагдсан
Жич: Хэмжилтийн хугацаа нь ойролцоогоор 4% бөөмстэй, бүгд <125 μм дунд зэргийн нарийвчлалтай, Хүснэгт 8-ын үр дүнд хүрсэн дээжтэй холбоотой.					

8-р хүснэгт. МП-ийн шинжилгээний мэдээллийн тойм (ПЭ, ПП, ПС, ПЭТ, ПА, ПВХ-ын дагуу)

		Тодорхойлолт	Жингийн агуулга	Хэсгийн хэмжээ / тоо	Тайлбар
Спектрокопийн	Раман (дүрслэл)	Тийм	Үгүй	Тийм	Хэсгийн гадаргууд мэдрэмтгий
	FTIR (дүрслэл, FPA)	Тийм	Үгүй	Тийм	
	FTIR (FPA)	Тийм	Үгүй	Тийм	
	ATR- μ ATR-FTIR	Тийм	Үгүй	Тийм	Хэсгийн гадаргууд мэдрэмтгий
Судалгаа хийгдэж байгаа					
Термоаналитикийн	Pу-GC-MS	тийм	үгүй	үгүй	Полимер найрлагад маш мэдрэмтгий
	DSC	тийм/ үгүй	тийм/үгүй	үгүй	Зөвхөн хагас талст полимерт зориулагдсан
	TED-GC-MS	Тийм	тийм	үгүй	ПВХ-т тохирохгүй
	TGA-EGA	Судалгаа хийгдэж байгаа			
Химийн	Ялгах+ Тодорхойлох	тийм/ үгүй	тийм	үгүй	Зөвхөн уусдаг полимерүүдэд зориулагдсан

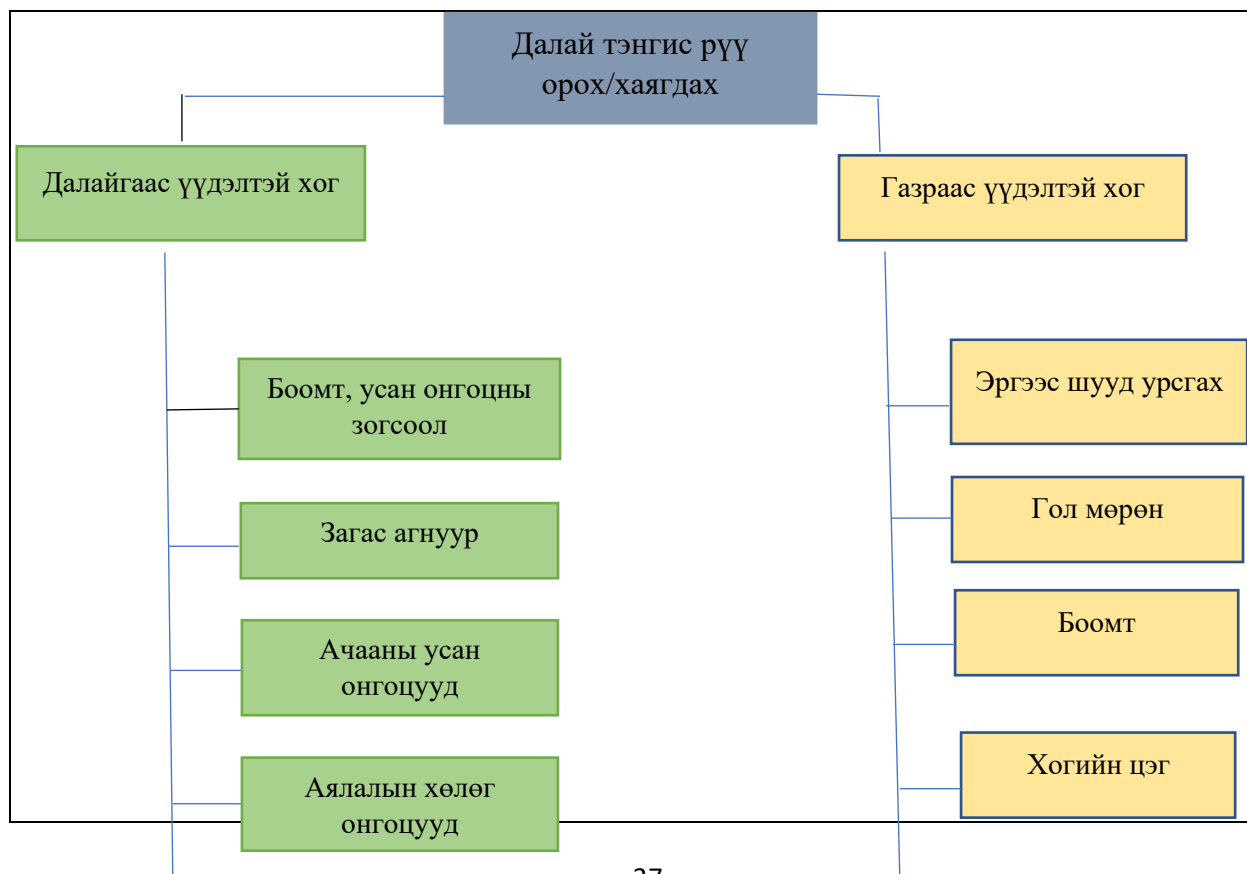
7 Нэвтрэх замуудыг тогтоох аргачлал(Хяналт)

Хуванцар далайд орж байгаа тухай өнөөдрийн судалгаа, шинжилгээний ажлууд нь ихэвчлэн бүдүүн баараг таамаглал, хоёрдогч эх үүсвэрийн мэдээллийн судалгаанд тулгуурлагдан хийгджээ . Хуурай газарт эсвэл, далайд ч хог хаягдлыг газар дээр нь шууд хэмжиж, баталгаатай өгөгдлийг цуглуулсан ажил одоогоор байхгүй. Түүнчлэн, талбай ихтэй, олон янзын орчинд хаягдсан хог хаягдал болон хуванцрын хэсгүүдийг илрүүлэх нэгдмэл эсвэл уялдаа холбоотой зохицуулалт үгүйлэгдэж байна. .

Герман, Австрийн хуванцрын үйлдвэрүүд хог хаягдал, хуванцрын хэсгүүдийн бохирдол нэвтрэх замуудын тоо хэмжээг тогтоох аргачлалыг саяхан боловсруулжээ. Энэхүү загварыг Герман улсад үүсэж сүүлд нь хойд далайд зөөвөрлөгдөн очдог, газар дээрх хуванцар хаягдлын эх үүсвэрийг үнэлэх зорилгоор боловсруулсан байна (Линднер 2017)^[21]. Энэ загварын тусламжтайгаар хуурай газраас далай руу бохирдол хамгийн их нэвтрэх замыг илрүүлэх боломж бий болох юм. Мөн хог хаягдлын их хаягддаг төрлүүд ил тод болж, хог хаягдлыг байгаль орчныг бохирдуулахаас урьдчилан сэргийлэх тодорхой арга хэмжээнүүдийг авах боломжтой болно.

Тус аргачлал нь янз бүрийн нэвтрэх замуудын нарийвчилсан дүн шинжилгээ хийх системийн хандлагыг авч үздэг. Ийм байдлаар ирж буй хаягдлын гарал үүсэл, түүний мөн чанар, мөн тоо хэмжээг тогтоох боломжтой. Иймээс уг загвар нь аль ч улсын газар нутгаас бохирдол далай руу нэвтэрч байгаа арга замыг судлахад тохиромжтой байж болох юм.

Далайд хаягдсан хог хаягдлыг хуурай газрын эх үүсвэр ба далайн эх үүсвэрээр нь ялгасан байдлыг [зураг 4](#)^[21]-аас үзэж болно.





4-р зураг. Далай руу хог нэвтрэх замуудыг харуулсан бүдүүвч зураг

Энэ загварт хуурай газрыг бохирдуулах гол замууд болон хог хаягдлын эх үүсвэрүүдийг тогтоосон бөгөөд тэдгээрийг **4-р зургийн** баруун талын баганад: зүүн талд далайн эрэг, гол, боомт, хогийн цэг болон голын тээвэрлэлтээс үүдэлтэй усны бохирдлын эх үүсвэрүүдийг харуулав.

Газраас үүдэлтэй, жишээлбэл бохир ус цэвэрлэх байгууламж, хаягдлын далан, хөрсний нэвчилт, түүнчлэн элсэн манхан болон цасан хунгар, үерийн урсац зэрэг хуурай газраас үүдэлтэй бохирдол нэвтрэх арга, замуудыг тохирсон параметруудийг ашиглан тооцдог.

Загварыг боловсруулахын тулд сайн туршлагыг үндэслэн таамаглалыг гаргасан. Ийм байдлаар байгаль орчинд нэвтэрч буй гарцуудыг мэдээллийн анхдагч эх үүсвэр болох аж үйлдвэр, хог хаягдлын үйлчилгээ үзүүлэгчид, судалгааны байгууллага, ТББ зэрэг олон талын оролцогч талуудтай хийсэн шинжээчдийн ярилцлага, болон хоёрдогч мэдээллийн эх үүсвэр болох бүс нутгийн далай тэнгис, албан ёсны статистик тоо баримт, шинжлэх ухааны судалгаа, хэвлэл зэргийг үндэслэн шинжлэн дүгнэсэн. Ийм байдлаар сав баглаа боодол, хөдөө аж ахуй гэх мэт янз бүрийн хэрэглээнээс хаягдал болон гардаг 5 мм-ээс дээш хэмжээтэй хуванцар эдлэл зэрэг нүдэнд харагдах макро хуванцрууд, мөн түүнчлэн утас, гоо сайхны бүтээгдэхүүн, хуванцар эдлэл, түүнчлэн био хаягдал, бордоо доторх хуванцар хэсгүүд гэх мэт 5 мм-ээс бага хэмжээтэй анхдагч хуванцар хэсгүүд болох микро хуванцруудын аль алиныг тооцоонд оруулсан. Хүрээлэн буй орчинд тохиолддог резин, жишээлбэл, дугуйн элэгдлээс үүдэлтэй резин нь хуванцар агуулдаггүй бөгөөд хэрэглэгчдийн эцсийн бүтээгдэхүүн болох хаягдлыг төлөөлөхгүй тул аргачлалын хүрээнд авч үзээгүй, болно. Мөн түүнчлэн албан ёсны статистик үзүүлэлтэд резинийг хуванцар материалаас тусад нь оруулдаг.

Дээр дурдсан **4-р зураг** эх газраас үүдэлтэй бохирдол нэвтрэх гол замууд болон эх үүсвэрийг дараах байдлаар дэлгэрэнгүй шинжилсэн байна. Үүнд:

- Гол мөрөн:

Микро болон макро хуванцрын аль аль нь гол мөрөнд нэвтэрч, улмаар далайд зөөвөрлөгддөг. Тэнгис далай, голын сав газрууд болон далайн бүс нутгуудад нэвтэрч байгаа хэмжээг тооцохын тулд Европын ус цуглуулах бүс нутгуудын бүтцийн үндэст тулгуурлан авч үзсэн (Вогт 2007)^[22]. Гол мөрөн дэх усан тээврээс үүдэлтэй хаягдлын хэмжээ ихээхэн зөрүүтэй байсан ч чухал хүчин зүйл гэж үзсэн. Эдгээрийг шинжээчидтэй хийсэн ярилцлагын үр дүн болон эмпирик таамаглалд тулгуурлан авч үзсэн.

- Голын тээвэр:

Далайгаас эх газрын усан замд аялж буй хөлөг онгоцуудаас хаягдах хогонд ихэвчлэн макро хуванцар байж магадгүй, үүнийг тооцох нь зохистой гэж үзэв.

- Эргийн бүсүүд:

Далайн эргийн бүс нутгуудын хувьд Евростат (Евростат 2013)-ын дагуу Европын нутаг дэвсгэрийн статистикийн нэгжийн номенклатур (НДСН) зарчмыг хэрэглэсэн. НДСН -3 түвшний бүсүүд нь хүн амын талаас илүү хувь нь далайгаас 50 км-ээс дотогш зайд амьдардаг далайн эргийн бүсийг төлөөлдөг. Гол мөрнийхөөс ялгаатай нь далайн тээврийн үед үүсэх хаягдал хамаагүй бага байдаг.

- Усан боомт:

Усан онгоцны зогсоолууд болон боомтуудыг НДСН-2 түвшний дагуу авч үздэг.

Боомтуудаас гарсан макро хуванцрын мэдээллийг гаргахын тулд далай дээрх хөлөг онгоцоос үүсэх хаягдал биш, харин боомтоос үүсэх хаягдлыг тооцох ёстой.

- Хог булшлах цэгүүд:

Далайн эрэгт ойрхон байрлах хог булшлах цэгүүдийг зохих хучлагаар гүйцэд хучаагүй эсвэл зөв технологи болон гүйцэтгэлийн дүрэм журмыг дагаж мөрдөөгүй тохиолдолд эдгээр нь байгаль орчин дахь хуванцар хаягдлын эх үүсвэр болно.

Эдгээр нэвтрэх зам бүрийн хувьд далайд нэвтрэх хэмжээг нэвтрэх зам, тунадас болон урсгалаас үүдэлтэй тээврийн алдагдал, бүс нутгийн оршин суугчдын нягтрал гэх мэт янз бүрийн хэрэглээний хүчин зүйлсийг тус тусад нь ашиглан хуримтлуулах загвар дээр үндэслэн үнэлж болно. Хүчин зүйлүүд нь арга зүйн үндэслэлтэй, баталгаатай, ил тод эмпирик таамаглалын тусламжтайгаар нэвтрэх хэмжээг бодитой тогтоох боломжийг олгодог. Эхний үр дүнг нэгтгэн дүгнээд байна (Линднер 2017)^[21]. Герман Улсын нутаг дэвсгэрээс Хойд тэнгист нэвтэрсэн хуванцар хаягдлын жишээнээс харахад далайд нэвтэрсэн хаягдлын дийлэнх нь гол мөрнөөр дамждаг макро хуванцараас гаралтай болохыг аргачлал харуулж байна. Микро хуванцрын хувь үүнд бага байна. Далайн эрэг орчмын бүсүүдийн хувьд хуванцар хаягдал үүсгэх нь бага байна.

Энэхүү загвар нь далайгаас үүдэлтэй хог хаягдлыг мөн адил аргачлалаар судлах боломжийг бий болгоно. Загас агнуур, усан тээвэр, далайн аялал гэх мэт далайд хуванцар хаягдал үүсгэх эх үүсвэрүүдийг ижил төстэй шинжилж болно. Гэхдээ хамрах нөхцөл байдал болон параметруудийг далай, бүс нутаг, улс тус бүрээр тус тусад нь тодорхойлж, тохируулах шаардлагатай.

8 Хүрээлэн буй орчны үнэлгээний үндэс

Байгаль орчинд үзүүлэх тодорхой нөлөөллийг үнэлэхэд шинжлэх ухааны арга барилд суурилсан үнэлгээний үзэл баримтлал, арга зүй нь зайлшгүй шаардлагатай урьдчилсан нөхцөл юм. Энэ нь байгаль орчинд учруулсан үр дагаврыг ангилах болон үнэлэхэд зайлшгүй шаардлагатай. Үүний тулд тохиолдлууд болон үүсэх үр дагаврыг найдвартай, баталгаатай хэмжиж болохуйц байх ёстой. Олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн, уялдаа холбоотой судлах аргууд байхгүй байна. Нэмж дурдахад, хуванцар материалын бохирдлыг байгаль орчны бүх бүрэлдэхүүн хэсгүүдээр үнэлэх үнэлгээний зарчим байхгүй байна.

Байгаль орчны үнэлгээ гэдэг нэр томъёо нь олон янзын ойлголт, арга зүйг илэрхийлж болно. Ерөнхийдөө энэ нь хүрээлэн буй орчин эсвэл эрүүл мэндтэй холбоотой хэмжсэн үр дүнг ангилах боломжийг олгодог зохицуулалтын эсвэл шинжлэх ухааны аргуудын байр суурь юм. Ерөнхийдөө үнэлгээг үр дагавар нь бүрэн мэдэгдээгүй байсан ч хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсгийн үнэт зүйлсийг гадны нөлөөллөөс хамгаалах нь зүйтэй гэж үздэг урьдчилан сэргийлэх арга барил; хоёрдугаарт, хүрээлэн буй орчинд тохиож болзошгүй нөлөөллөөс хамааран гаднын оролцооны талаар эерэг байр сууринаас хандах арга барил гэж үндсэн хоёр ангилалд хувааж болно.

Арга барилууд өөр өөр боловч байгаль орчин буюу хүний эрүүл мэндийг хамгаалах зорилготой олон улсын гэрээ хэлэлцээрт хоёуланг нь ашигладаг. Үүний дагуу эдгээрийн ялгаа нь үндсэн байр сууринаас үүдэлтэй зохицуулалтын арга хэмжээний мөн чанарт тусгагдсан болно. Урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ гэдэг нь байгаль орчин эсвэл эрүүл мэндэд хор хөнөөл учруулахаас урьдчилан сэргийлэхийн тулд нэн тэргүүнд авч хэрэгжүүлэх үйл ажиллагаа юм. Энэ нь ямар нэгэн сөрөг нөлөө гарахаас өмнө тухайн газрыг хамгаална гэсэн утгатай. Эрсдэлд суурилсан арга барилууд нь байгаль орчин эсвэл эрүүл мэндэд зөвхөн хор хөнөөл учруулж болзошгүй тохиолдолд л арга хэмжээ авахыг тооцдог. Энэ утгаараа урьдчилан сэргийлэх арга барилууд нь эрсдэлд суурилсан арга барилаас илүү өргөн цар хүрээтэй, алсын бодлоготой юм. Иймээс эрсдэлд суурилсан арга барилын дагуух арга хэмжээ нь тусгайлан учирч болох үр дагаврын эсрэг (жишээ нь бохирдол нэвтрэх замд тохируулсан босго утга гм) илүү тодорхой хамрах хүрээтэй байх магадлалтай.

Арга зүйн үнэлгээний үзэл баримтлалд эдгээр арга барилуудыг хэрэглэхийн тулд хоёуланд нь шинжлэх ухааны үндэслэлтэй журам заавар, арга болгон хөрвүүлэх ёстой. Асуудлын сэдвээс хамааран эдгээрийг байгалийн бүрэлдэхүүн хэсэг (ус, хөрс, агаар), үйл явц болон үйлчилгээ (болж өгвөл стандарчилагдсан журмын дагуу) эсвэл бүтээгдэхүүнд (байгаль орчинд ашигласан материалд тавигдах чанарын шаардлага, нөлөө гэх мэт) хамааруулж болно. Урьдчилан сэргийлэх зарчимд үндэслэн боловсруулсан зохицуулалтын арга барилуудад байгалийн бүрэлдэхүүн хэсэгт суурилсан хандлагыг баримталдаг бол эрсдэлд суурилсан аргууд ихэвчлэн бүтээгдэхүүнд голлон анхаардаг.

Эдгээр хоёр хандлагыг амьдралд хэрэгжүүлэхийн тулд материалд тавигдах шаардлагын үзэл баримтлалыг боловсруулах хэрэгтэй. Үүнд хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсэг болон амьтан ургамлын зүйлд тухайн бодис эсвэл үйл

ажиллагааны үзүүлэх нөлөөг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй ангилж, үнэлэх ажлууд орно. Үүнд:

- а) Хамаарлыг үнэлэхийн тулд байгаль орчны бүрэлдэхүүн хэсгийн т суурь түвшин;
- б) Амьтан ургамлын зүйлд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээ;
- в) Экосистемийн тусгайлсан чиг үүргүүдийн (функц) үнэлгээ;
- г) Одоогийн жишиг нөхцөлийг хасах;
- д) Микро хуванцрын тусгайлсан үзүүлэлтүүдийг боловсруулах;
- е) Эхний үнэлгээний схемд зориулсан модульчилсан системийг боловсруулах зэрэг ажлууд орно.

Дараагийн шатанд өмнө нь тодорхойлсон хамгаалалтын түвшинд чиглэсэн холбогдох үзүүлэлтүүдийн утгыг (урьдчилан сэргийлэх зарчим ба эрсдэлд суурилсан хандлага) тодорхойлох шаардлагатай. Үүний тулд судалгааны сайн арга зүй, шинжлэх ухаанд суурьласан үнэлгээ шаардлагатай.

Үнэлгээ анх эхэлж байх үед Байгаль орчны тэнцвэрт байдлыг хадгалах, ус, агаар болон хөрсний ашиглалтыг хангахын тулд шууд гарч байгаа хог хаягдлыг, жишээ нь гол, задгай усанд хаяж буй үйлдвэрийн бохирыг хязгаарлахад чиглэсэн. Эдгээр нь ихэвчлэн усны чанарыг сайжруулахад хүргэсэн боловч зөвхөн байгууламжид чиглэсэн хандлага нь бусад олон тооны эх үүсвэрээс үүдэлтэй бохирдлын хуримтлагдсан нөлөө үр дагаврыг үл хайхрах сул талтай. Эдгээрийг харгалзан үзэхийн тулд байгаль орчны бүрэлдэхүүн хэсэгт тулгуурлан үнэлгээ хийх нь зайлшгүй. Үүний үндсэн дээр нэмэлт шаардлагыг гаргаж болно.

Тодорхойлолт нь хэд хэдэн хүчин зүйл болон таамаглалаас шалтгаалаад янз бүрээр тайлбарлагддаг тул "эрсдэл" гэсэн нэр томъёо нь нилээд маргаан дагуулдаг гэдгийг тэмдэглэх нь зүйтэй. Ерөнхийдөө, эрсдлийн үнэлгээг даатгалын гэж нэрлэдэг давхар нэрлэгддэг томъёогоор тооцдог.

Эрсдэл = хохирлын хэмжээ × тохиолдох магадлал

Гэхдээ байгаль орчны эрсдлийн үнэлгээний хувьд энэ томъёо нь хохирлын хэмжээ (байгаль орчны хохирол/түүний эдийн засгийн үнэлгээний харьцуулалт) болон тохиолдох магадлалыг (хөдлөлзүйн ачааллын улмаас) тооцоолоход хэцүү байдаг тул хэд хэдэн бэрхшээлтэй тулгардаг. Экологийн хоруу чанарын судлалын эрсдэлийн нэр томъёоны хувьд эрсдэлийг өртөх байдал ба аюулын харилцан үйлчлэлийн үр дүн гэж тодорхойлдог.

Эрсдэл = өртөх байдал × аюул

Байгаль орчны үнэлгээний хувьд өнөөгийн төлөв байдлыг тогтоох нь чухал ач холбогдолтой. Тодорхой нэгэн бүлэг бодисын байгальд нэгэнт бий болсон

MNS ISO/TR 21960:2020

ачааллыг тооцохын тулд байгаль орчны төлөв байдлыг иж бүрэн судлах шаардлагатай. Орон нутгийн бохирдлын түвшин, түүнчлэн тэдгээрийн цаг хугацааны турш ялгаруулах эх үүсвэрийг харгалзан, тодорхой бодисын бохирдлын тохиолдлыг үнэлэхийн тулд төлөв байдлын утгыг суурь үзүүлэлттэй харьцуулдаг.

Байгаль орчны бүрэлдэхүүн хэсэгт бий болсон ачаалал болон үүний хамгаалж байгаа байгаль орчны хэсгүүдтэй хамаарах хамаарлыг үнэлэхийн тулд тухайн тохиолдол эсвэл ачааллын ач холбогдол буюу нөлөөлийг үнэлэх нь техникийн үнэлгээний үзэл баримтлалын эхний алхам болдог.

Энэхүү техникийн үзэл баримтлалын үр дүн нь нэгдсэн аргачлалын дагуу үндсэн хэмжилтийг ангилж болох утга эсвэл утгуудыг тусгайлан тодорхойлох явдал юм. Эхний алхам бол холбогдох бодис (ачаалал)-ын байрших тухайн орчны бүрэлдэхүүн хэсгийг шинжлэн судлах явдал юм. Манай тохиолдолд эдгээр нь нэг төрлийн хуванцар эсвэл бүх төрлийн хуванцрууд болно.

Хуванцар хэсгүүдийн өвөрмөц шинж чанар, ялангуяа хэлбэр, хэмжээ, гадаргуу, үндсэн бүтэц зэргээс шалтгаалан зорилтот организмд учирч болзошгүй физик гэмтлийн улмаас микро хуванцрыг одоо байгаа үнэлгээний үзэл баримтлалд нийцүүлэн хялбар үнэлэх боломжгүй, учир нь эдгээр микро хуванцрууд уусдаггүй бодис юм. Иймээс холбогдох үзүүлэлтүүдийг боловсруулах нь үнэлгээний үзэл баримтлал, арга зүйд зайлшгүй шаардлагатай урьдчилсан нөхцөл болно.

Концентрацийн агууламж ба үр дагавар хоёрын хоорондын холбоосыг энд бас гаргана. Гэхдээ хуванцрын хэсгүүдийн холбогдох агуулгыг тооцоолоод ирэхээр туршилтын явцад хүндрэл гардаг гэдгийг тэмдэглэх нь зүйтэй. Туршилтын турш хуванцар хэсгүүдийг усан орчинд тунадасжуулахгүйгээр байлгах нь бараг боломжгүй. Тиймээс тодорхой дүрслэлийг гаргах бас боломжгүй юм.

Үнэлгээний үзэл баримтлал ба холбогдох судалгааны аргачлал хоёр хоорондоо нягт уялдаа холбоотой байдаг. Үзэл баримтлал нь ямар үзүүлэлтүүд илүү ач холбогдолтой болохыг тайлбарлах ёстой. Мөн шаардлагатай үзүүлэлтүүд нь арга зүйн үндэслэлтэй байх ёстой, учир нь тэдгээр нь тухайн газар нутаг, нөхцөл байдлаас хамаарна. Жишээлбэл, байгаль орчны бүрэлдэхүүн хэсэг дэх хуванцар хэсгийн нийт агууламж нь тодорхой нөхцөл байдлын анхны үнэлгээболно. Нийт агуулга нь материалын урсгалын тооцоог хийхэд тохиромжтой.

9 Стандарт боловсруулах зөвлөмж

Энэхүү баримт бичигт "Хуванцар ба Байгаль орчин" сэдвээр янз бүрийн асуудлыг авч үзсэн. Арга зүйг уялдуулах, стандартчилах шаардлагад тусгайлан анхаарсан. Төрөл бүрийн салбарууд (шинжлэх ухаан, засаг захиргаа, компаниуд) судалгааны ажиллагаанд янз бүрийн шаардлага тавьдаг. Гэсэн хэдий ч төрөл бүрийн салбарын янз бүрийн шаардлагыг хангахын тулд стандартчилагдсан журам шаардлагатай нь тодорхой байна. Хүрээлэн буй орчинд хуванцар илэрч байгаа нь дэлхий нийтийн асуудал учраас дүрэм журам боловсруулах нь олон улсын үүрэг болох нь ойлгомжтой.

Энэхүү баримт бичигт уялдаа холбоотой, стандартчилагдсан журам нь материалын урсгалын судалгаа хийх урьдчилсан нөхцөл болон хүрээлэн буй орчны янз бүрийн бүрэлдэхүүн хэсгийн бохирдлын үнэлгээний үндэс суурь болно гэж дүгнэж байна. Үндэслэл сайтай, сайн аргачлал эрдэм шинжилгээний байгууллага, аж үйлдвэр, улс төр, засаг захиргаа гэх мэт гол оролцогч талуудад их ач тустай байх болно.

Одоогийн хэрэглэгдэж буй аргууд нь янз бүрийн салбаруудад үйлчилдэг аргачлалын хувьд харилцан адилгүй статустай ба/эсвэл өөр өөр төлөвшилтэй байж болохыг тэмдэглэх нь зүйтэй. Энэ нь хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсэг (ус, хөрс, агаар) болон шинжлэх ухааны салбаруудад (хими, биологи) хамааралтай. Зөвхөн ажиглалтын үндсэн дээр хийгддэг судалгааны ажлын үр дүн нь мэдлэгийн хэрэгцээг хангахгүй болсон. Усны салбарт ашиглагдаж байгаа химийн шинжилгээний аргууд хамгийн дэвшилттэй нь байна. Судалгааны бүтээлд ашигласан олон аргууд нь маш тодорхой байдаг. Үйл ажиллагааны үндсэн дүрмүүд нь энэ үндсэн дээр зохих стандартыг боловсруулахад тохиромжгүй байдаг. Одоогоор стандарт болгон ашиглах ад тохирох арга байхгүй бололтой.

Тиймээс эхний ээлжинд стандарт бий болгох үндсэн шатыг тодорхойлсон техникийн ерөнхий суурь баримт бичгийг бий болгохыг зөвлөж байна. Үүнд шинжилж буй объектын (хуванцрын төрлүүд, хэлбэр, хэмжээ) тодорхойлолт, судалгааны бүс (ус, хөрс, агаар, бүтээгдэхүүн, ургамал, амьтны зүйл), нэг төрлийн ангиллын кластер болон аргуудыг хэрэглэх талбарууд орно. Тайланд үр дүнг танилцуулах саналуудыг оруулсан байх ёстой (лавлах хувьсагчууд). Аль арга аль хэрэглээ эсвэл асуултад тохиромжтой болохыг харуулах ёстой. Хэмжилтийн нарийвчлал, түүнчлэн судалгааг хийж дуусгахад шаардагдах хугацаа, шаардлагатай тоног төхөөрөмжтэй болох хүсэл эрмэлзэл зэрэг нь үнэлгээний чухал хүчин зүйл юм. Талбайгаас дээж авах чанарын баталгаа (жишээ нь, дээж авах стратеги), дээж авах арга, дээж бэлтгэх, шинжилгээний арга зэрэг асуудлыг мөн авч үзэх хэрэгтэй.

Хоёрдугаар шатанд байгаль орчны бүрэлдэхүүн хэсэг бүр дахь хуванцрын химийн шинж чанарт тохирох стандартыг боловсруулж эхлэх хэрэгтэй. Наад зах нь өөр өөр илрүүлэх аргууд шаардлагатай байгаа нь тодорхой байна. Хамгийн чухал зүйл бол нийт агуулгыг тодорхойлох аргыг стандартчилах явдал юм. Энэ нь бүрэлдэхүүн хэсэг бүрийн болзошгүй бохирдлын анхны үнэлгээг хийх боломжийг олгоно. Жижиглэн худалдаалдаг хуванцрын төрлүүдийг (ПЭ, ПП, ПА, ПС, ПЭТ, ПУ) журмын дагуу найдвартай тодорхойлох ёстой. Тус аргыг боловсруулахдаа дээж цуглуулах, дээж бэлтгэх, илрүүлэх зэрэг нь таарч байгаа эсэхийг анхаарах хэрэгтэй. Эдгээр гурван үе шат хоорондоо уялдаа холбоотой бөгөөд эдгээрийг салгахгүйгээр хамтад нь боловсруулах ёстой.

Гуравдугаар шатанд хуванцрын янз бүрийн хэмжээтэй хэсгүүдийг тодорхой ангилалд оруулж, төлөөлөх тооны тохирох стандарт шаардлагатай.

Бохирдлын бүхий л цар хүрээг гаргахын тулд химийн шинжилгээнээс гадна хэсгүүдийн хэлбэр, хэмжээг тодорхойлох аргууд, магадгүй бусад зүйлс (жишээ нь, задралын явц)-ийг тогтоох шаардлагатай. Улмаар, хуванцар хэсгүүдийн ургамал,

MNS ISO/TR 21960:2020

амьтны зүйлд үзүүлэх нөлөөг тодорхойлох аргууд эсвэл тэдгээрийн вектор функциудын хоорондын уялдаа холбоог хангах шаардлагатай.

ТӨГСӨВ.