

ДНХ-ийн мэдээллийн үндэсний сан, “MonDIS” програм

А.Баярбаатар¹, П.Энхбаяр¹, Б.Барсболд^{1*}, Г.Махгал¹, Ш.Пүрэвдулам², Б.Тэнүүн², Б.Гантуяа², С.Ганболд²

¹ МУИС, Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан Инженерчлэлийн Сургууль,

² ШШҮХ, ДНХ-ийн Шинжилгээний Лаборатори

Сүүлийн жилүүдэд ШШҮХ-нд ялтны ДНХ-ийн 7000 гаруй биологийн дээж биетээр ба цаасан баримтаар хуримтлагдсан. Энэхүү судалгааны хүрээнд бид MonDIS нэртэй үндэсний хэмжээний анхны ДНХ-ийн мэдээллийн сан, хайлтын системийг үүсгэн байгуулсан ажлын үр дүнг тайлагнана. Мөн энэ чиглэлийн судалгаатай холбоотой хуримтлуулсан туршлага, цаашид гүйцэтгэх ажлыг танилцуулна.

Түлхүүр үг: ДНХ-ийн биологийн дээж, ДНХ-ийн мэдээллийн сан, микросателлит, өгөгдлийн сан, хайлтын систем, мэдээллийн аюулгүй байдал.

УДИРТГАЛ

Генетик маркеруудийг ашиглан бодгалиудыг харьцуулах боломжтой бөгөөд тэдгээрийн биологийн сорьцонд шинжилгээ хийж бүрдүүлсэн өгөгдлүүдийг бүртгэсэн цахим сан бүрдүүлэх, энэхүү сан дээр байгаа мэдээллийг ашиглан гэмт хэргийн эзэн холбогдогчийг хайж олох, холбогдогч гарцаагүй мөн эсэхийг цаг алдалгүй нотлох нь шүүхийн шинжилгээний өдөр тутмын үйл ажиллагаанд олон шинэ боломжийг олгодог.

Энэхүү судалгааны хүрээнд бид ДНХ-ийн мэдээллийн цахим санг бүрдүүлж, түүн дээр хайлт хийх программ хангамж MonDIS-ийг бүтээж шүүхийн шинжилгээний хүрээлэнгийн өдөр тутмын үйл ажиллагаанд нэвтрүүлээд байна. MonDIS нь бодгалиудыг хооронд нь харьцуулахад (D3S1358, TH01, D21S11, D18S51, Penta_E, D5S818, D13S317, D7S820, D16S539, CSF1PO, Penta_D, AMEL, vWA, D8S1179, TPOX, FGA) 16 локусын аллелиар генотипийг нь тогтоосон мэдээллүүд дээр үүсгэсэн үндэсний мэдээллийн цахим санг агуулах бөгөөд ДНХ-ийн шинжилгээг улам боловсронгуй болгох шинээр нээгдсэн микросателлит локусаар баяжуулах боломжтойгоос гадна, энэхүү санд бусад шаардлагатай нарийвчилсан мэдээллийг нэгтгэн өргөжүүлэх боломжтойгоор бүтээгдсэн болно.

СУДАЛГААНЫ ҮНДЭСЛЭЛ

ДНХ-ийн өгөгдлийн цахим санг бүрдүүлж ашигласнаар шүүхийн шинжилгээний өдөр

тутмын ажилд тодорхой ахиц дэвшил гарч, гэмт хэргийг эцэслэн шийдвэрлэх, бууруулах, хэрэгтнийг илрүүлэх, гэм буруугүйг цагаатгах гэх мэт үйл ажиллагаанд баримт, нотолгоо бүрдүүлэхэд цаг хугацааг хэмнээд зогсохгүй, цаашлаад гэмт хэргийн улмаас гарах зардал хэмнэх зэрэг давуу талуудтай.

Зарим статистик мэдээллээр хүнд болон онц хүнд гэмт хэрэг үйлдэж буй гэмт хэрэгтний олонх нь урьд нь хөнгөн хэргээр шийтгэгдэж байсан түүхтэй байдаг. Иймээс өмнө нь хөнгөн хэргээр яллагдаж өгөгдлийн санд бүртгэгдсэн байвал энэ мэдээлэл дээр үндэслэн хүнд хэргийг шуурхай илрүүлэх боломж олгох магадлалтай байдаг учраас хөнгөн хэргийг ч мэдээллийн санд оруулж өргөтгөх нь илүүдэхгүй гэж холбогдох мэргэжилтнүүд үздэг [7].

Мөн гэмт хэрэг хийсэн нь бүрэн тогтоогдоогүй байгаа хүмүүсээс ДНХ-ийн сорьц авснаар хэрэгтнийг тогтоохоос гадна мөрдөж байгаа хүний генийн материал нь өөр цаг хугацаа, орон зайд үйлдэгдээд, илрээгүй гэмт хэргийн эзэн холбогдогчдын ДНХ-ийн мэдээлэлтэй тохирох эсэхийг тогтоох, өөр хэргүүдийн уялдаа холбоо, цуврал маягаар үйлдэгдсэн хэргийг тогтооход чухал ач холбогдолтой.

Хэн болох тодорхойгүй цогцосыг таних, нэр хаягийг тогтооход ДНХ-ийн мэдээллийн сангийн хэрэгцээ гарч ирдэг бөгөөд цогцсыг хэнийх болохыг тогтоосноор уг хүний ДНХ-ийн мэдээллийг цаашид хэрэглэх шаардлага дахиж гарахгүй гэж үзэж болохгүй. Амьд байхдаа ямар нэг эсвэл хэд хэдэн илрээгүй гэмт хэрэгт

* Electronic address: barsbold@seas.num.edu.mn

холбоотой байгаад нас барсан хүний цогцос байж болох талтай. Иймд цогцосноос авсан дээжийг зөвхөн цогцосны хэн байсныг тогтоох хүртэлх хугацаанд хадгалах бус урт хугацаанд хадгалахаар хуульд тусгах шаардлагатай гэдэг нь бодит тохиолдол дээр батлагдсан байдаг [11].

ОЛОН УЛСЫН ПРАКТИКТ ДНХ-ИЙН МЭДЭЭЛЛИЙН САНГИЙН АШИГЛАЛТ

Анх 1996 онд АНУ-д хүний “ДНХ-ийн мэдээллийн сан” бүрдүүлж эхэлсэн ба одоогийн байдлаар АНУ-ын нийт 190 гаруй лабораторид Холбооны мөрдөх товчооны CODIS (Combined DNA Index System) буюу ДНХ-ийн мэдээллийн нэгдсэн тоон системийг ашиглан үйл ажиллагаагаа явуулж байгаа ба олон улсын хэмжээнд 52 улсад уг системийг ашиглаж байна [8]. Үүнээс Европын холбооны улсуудад EDNAP (European DNA Profiling Group) нь 9 микросателит локусаар, Олон улсын эрүүгийн цагдаагийн газар Интерпол ISSOL (Interpol Standart Set of Loci) буюу 7 микросателит локусаар хүнийг адилтган харьцуулах ДНХ-ийн шинжилгээ хийж, мэдээллийн сан бий болгон гэмт хэрэгтэй тэмцэж байна.

Дараах улсууд өөр өөрийн “ДНХ мэдээллийн нэгдсэн сан”-г бүрдүүлж ашиглаж байна:

- Их Британи, National DNA Database (NDNAD),
- Америкийн нэгдсэн улс, Combined DNA Index System (CODIS),
- Австрали, National Criminal Investigation DNA Database (NCIDD),
- Канад, National DNA Data Bank (NDDDB),
- Дубай, Dubai 10X,
- ХБНГУ, DNA database for the German Federal Police (ВКА),
- Израйл, Israel Police DNA Index System (IPDIS),
- Франц, Fichier National Automatisé des Empreintes Genétiques (FNAEG)

CODIS системийг хэрэглэж буй улс орнууд ДНХ-ийн мэдээллийн сангийн бүртгэлийг дараах байдлаар ангилж үздэг:

- Хэргийн газраас илрүүлсэн биологийн гаралтай эд мөрийн баримтын
- Ял эдэлж буй ялтны дээжийн

- Баривчлагдсан хүмүүсийн дээжийн
- Сураггүй алга бологсод, тэдний садан төрлийн хүмүүсийн дээжийн
- Хэнийх нь тодорхойгүй хүний эд, эрхтний дээжийн гэх мэт.

Монгол улсын хууль сахиулах байгууллагын үйл ажиллагаанд гэмт хэргийг мөрдөх, илрүүлэхэд ашиглах үндэсний хэмжээний “ДНХ-ийн мэдээллийн сан”-г бий болох асуудлыг 2000 оноос эхлэн хөндөж, улмаар энэ чиглэлээр асуудал дэвшүүлсэн нийтлэл, судалгаа, шинжилгээний ажлыг хийж ирсэн юм [1-6].

- 2006 онд “Шүүх биологийн шинжилгээнд хэрэглэх 17 STR локусын аллелийн давтамжийн Монголын хүн ам дахь тархалт, генийн сан бий болгох нь”
- 2008 онд “Монгол хүний Y хромосомын генетик мэдээллийн сан”
- 2009 онд “Цэргийн албан хаагчдын генийн мэдээллийн сан бүрдүүлэх туршилт судалгаа”
- 2011 онд “Монгол хүний удамшлын мэдээллийн өгөгдлийн үндэсний сан бүрдүүлэх, түүнийг гэмт хэрэг илрүүлэхэд хэрэглэх судалгаа”
- 2016 онд “Ялтны генетик мэдээллийн сан” гэсэн төслүүдийг хэрэгжүүлж үр дүнг хүлээлгэн өгсөн байна.

“ДНХ-ийн мэдээллийн сан”-д хайлт хийх програм хангамжийг бүтээхэд гадаад улсуудын Шүүхийн шинжилгээний байгууллагаас шууд дэмжлэг авах нь хувийн мэдээллийн нууцлал, аюулгүй байдалтай холбоотой асуудал хөндөгдөх талтай. Иймээс бид 2017 оноос “Ялтны генетик мэдээллийн санг бүрдүүлэх” сэдэвт төсөл санаачлан хэрэгжүүлж эхэлсэн юм. Төслийн хүрээнд CODIS системийн зарчимд тулгуурлан ДНХ мэдээллийн сангийн хайлтын программын өгөгдлийн цахим санг бүрдүүлж энэхүү санг ашиглах програм хангамж “MonDIS”-ийг бүтээсэн.

Хайлтын програмыг энэхүү төслийн хэмжээнд боловсруулан туршиж ажлын горимд оруулж 6000 гаруй сорьцын мэдээлэл оруулах зорилготой ажиллаж байна. Энэхүү төсөл хэрэгжиж дууссанаар Монгол улс ДНХ-ийн мэдээллийн сан бүрдүүлж ашиглаж байгаа улс орнуудын тоонд орж Зураг 1. дээр өгөгдсөн

газрын зураг дээр ногоон өнгөтэй тэмдэглэгдэх юм [10].



Зураг 1. Газрын зурагт ногооноор тэмдэглэсэн улс орнууд ДНХ-ийн санг ашиглаж байна. Цагаан хэсэг нь ДНХ-ийн сан ашигладаггүй улс орнууд бөгөөд Монгол улс энэ хэсэгт багтана.

Дэлхийн бүх улс орнууд ДНХ мэдээллийн сангийн эрх зүйн орчинг бүрдүүлж, сан бүрдүүлэх ашиглах асуудлыг бие даасан болон хэсэгчилсэн хуулиар зохицуулдаг [9]. Монгол улсын хувьд 2012 онд ХЗДХС-ын тушаалаар баталсан “Генетик мэдээллийн нэгдсэн сан

бүрдүүлж, ашиглах журам”- аар ДНХ мэдээллийн сангийн эрх зүйн орчинг зохицуулсан бөгөөд цаашид бие даасан хуулиар зохицуулах олон улсын жишгийг дагах шаардлагатай байна.

ӨГӨГДӨЛ БҮРДҮҮЛЭЛТ

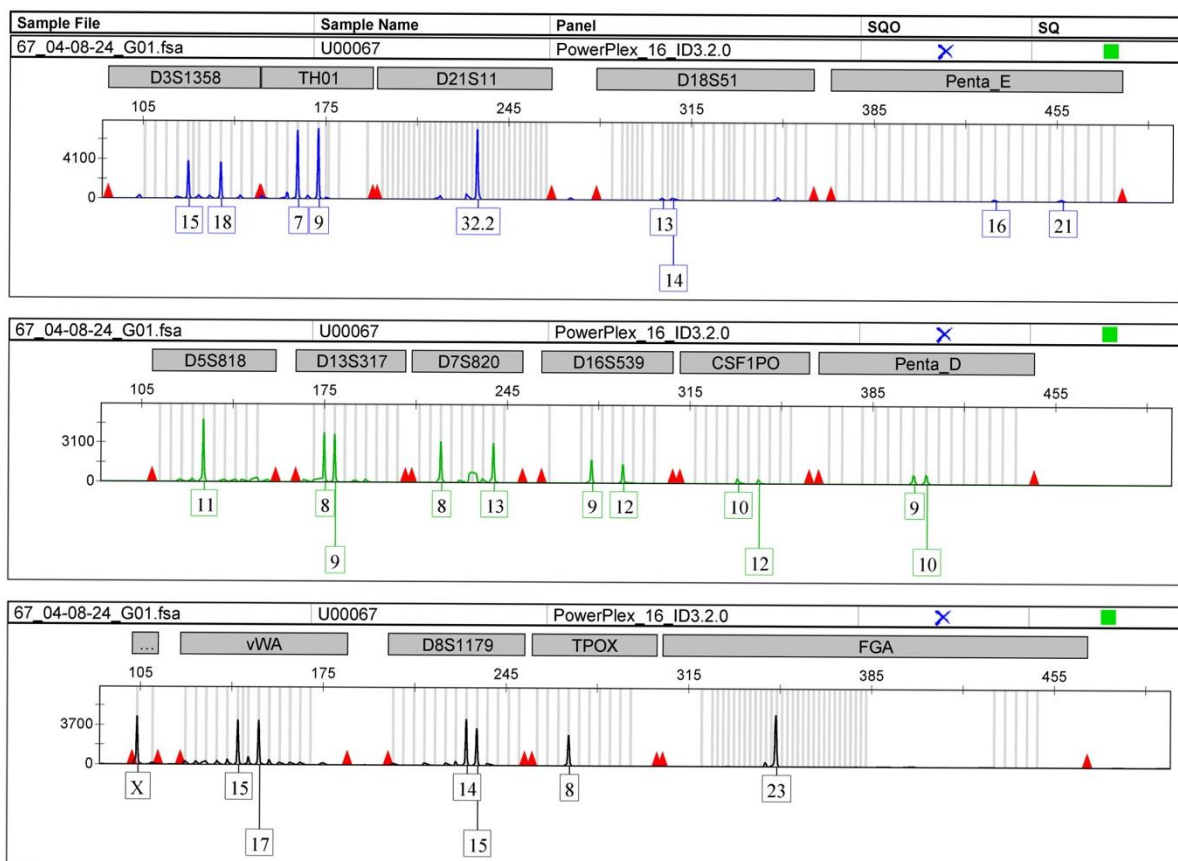
Монгол улсын ШШҮХ-ийн ДНХ-ийн лаборатори нь 2009 онд шинжлүүлэхээр ирсэн хүмүүс болон гэмт хэргийн газраас бэхжүүлсэн биологийн төрөл бүрийн ул мөрнөөс авсан сорьцод аутосомын хромосомын STR 16 локусыг PowerPlex-16, AmpFISTR® Identifiler ДНХ оношлуур, Y хромосомын STR 12-17 локусыг PowerPlex-Y, AmpFISTR® Y-filer ДНХ оношлуур хэрэглэн шинжлэн тогтоох арга, технологийг практикт нэвтрүүлж, олон улсад хүлээн зөвшөөрөдсөн баталгаатай үр дүн гаргадаг болсон.

Хүснэгт 1. Хүнийг адилтган харьцуулахад ашиглаж байгаа аутосомын STR 16 локусын үзүүлэлтүүд /PowerPlex16/.

	Микросателлит буюу STR локус	Хромосом дахь байрлал	Давтагдах нэгж	Аллелийн урт (bp)	Ген банканд бүртгэгдсэн аллелийн тоо	Дараалсан аллелийн дугаар
1	FGA	4q31.3	CTTT	322-444	21	12.2 - 51.2
2	TPOX	2p25.3	GAAT	262-290	11	4-16
3	D8S1179	8q24.13	[TCTA] [TCTG]	203-247	12	8-19
4	vWA	12p13.31	[TCTG] [TCTA]	123-171	14	11-24
5	D18S51	18q21.33	AGAA	290-366	23	7, 9-27
6	D21S11	21q21.1	[TCTA] [TCTG]	203-259	24	24-38
7	TH01	11p15.5	TCAT	156-195	10	4-13.3
8	D3S1358	3p21.31	[TCTG] [TCTA]	115-147	8	12-19
9	CSF1PO	5q33.1	TAGA	321-357	10	6-15
10	D16S539	16q24.1	GATA	264-304	9	5, 8-15
11	D7S820	7q21.11	GATA	215-247	10	6-15
12	D13S317	13q31.1	TATC	176-208	8	8-15
13	D5S818	5q23.2	AGAT	119-155	10	7-16
14	Penta E	15q	AAAGA	379-474	24	5-24
15	Penta D	21q	AAAGA	376-449	14	2.2, 3.2, 5, 7-17
16	Amelogenin	X, Y	-	112, 118	2	-

Олон улсын практикт одоогийн байдлаар хүний аутосом хромосомын микросателлит локусын аллель болон генотипийг тодорхойлох 10 гаруй нэр төрлийн иж бүрдэл үйлдвэрлэгдэж байгаа бөгөөд тухайн иж бүрдлүүд ихэнх локусаараа адилхан боловч, хоорондоо 2-4 локусаар өөр байдаг. Бид энэ төслийн ажлыг дэлхийн ихэнх улс орнуудын ДНХ-ийн судалгаа шинжилгээнд

өргөнөөр хэрэглэгдэж байгаа Promega фирмд үйлдвэрлэдэг PowerPlex-16HS ДНХ оношлуурыг сонгон авч хэрэглэсэн болно. Сонгон авсан шинжилгээний объектоос сорьц авч PowerPlex-16 ДНХ оношлуур иж бүрдэл хэрэглэн 1200 сорьцын ДНХ-ийн шинжилгээний үр дүнг гарган авсан бөгөөд жишээ болгож 1 сорьцын үр дүнг Зураг 2 дээр үзүүлэв.

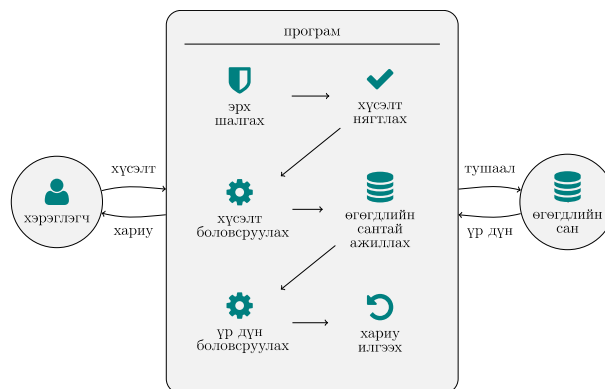


Зураг 2. U00067-т бүртгэгдсэн хүний “ДНХ-ийн мэдээллийн сан”-д оруулах өгөгдөл.

Энэхүү ДНХ-ийн шинжилгээний үр дүн нь [D3S1358(15/18), TH01(7/9), D21S11(32.2/32.2), D18S51 (13/14), Penta E (16/21), D5S818 (11/11), D13S317(8/9), D7S820 (8/13), D16S539 (9/12), CSF1PO (10/12), Penta D (9/10), vWA (15/17), D8S1179 (14/15), TPOX(8/8), FGA(23/23), (XX)] гэсэн эмэгтэй хүний генетик тогтоц бөгөөд энэ генотиптэй яг адилхан генотиптэй хүн /нэг өндгөн эсийн ихэр биш бол/ 3.74×10^{17} тооны хүмүүс дотор “нэг” тохиолдох статистик магадлалтайг үйлдвэрлэгчээс тооцоолж гаргасан байдаг (Зураг 2).

MONDIS ПРОГРАМ

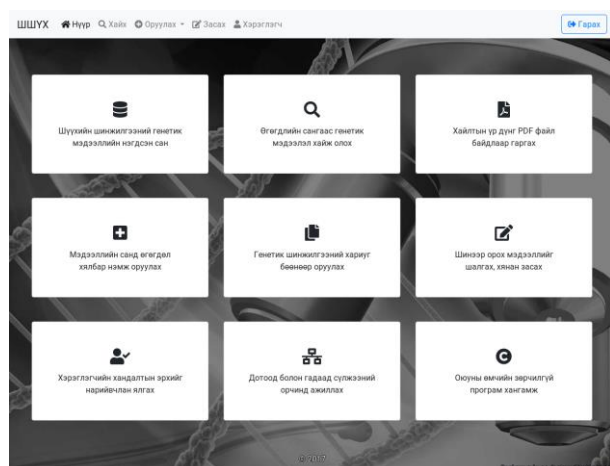
MonDIS програм нь ДНХ-ийн өгөгдлийн сан ба түүнтэй харьцаж ажиллах, хайлт хийх, хайлтийн үр дүнг хэвлэх, мэдээллийн санд мэдээлэл нэмж оруулах, дотоод болон гадаад сүлжээнд ажиллах гэсэн үндсэн хэсгүүдээс бүрдэнэ. MonDIS програмын ажиллах зарчимыг Зураг 3-аар схемчлэн харуулав.



Зураг 3. Програмын ажиллагааны ерөнхий зарчим.

Энэхүү програм нь програмчлалын технологийн шийдлийн хувьд нээлттэй эх бүхий дэлхий дахинд өргөн хэрэглэдэг, тогтвортой, үндэс суурь сайтай, аюулгүй байдлын шаардлага хангасан програм хангамжид суурилсаны зэрэгцээ тус програмыг урт хугацаанд ашиглах, хөгжүүлэхэд технологийн бэрхшээл болон санхүүгийн ачаалал гарахгүй байхыг анхаарсан. MonDIS нь байгууллагын дотоод сүлжээнд клиент-сервер байдлаар ажиллахын зэрэгцээ интернет орчинд байршуулж ажиллуулах бүрэн боломжтой (Зураг 4).

DNA мэдээллийн хэлбэрт тохируулан хүснэгт бүтэцтэй, сайтар хөгжсөн MySQL өгөгдлийн сан ашигласан. Програмчлалын хэлний хувьд серверийн орчинд өргөн хэрэглэдэг, өргөтгөх, өөрчлөх гэх мэтчилэн идэвхтэй хөгжүүлэлт хийхэд зохимжтой байх зэрэг шаардлагад үндэслэн интерпретед төрлийн хэл сонгох нь тохиромжтой гэж үзсэн. Бид вебэд суурилсан програм хөгжүүлэхэд зориулагдсан PHP хэлний сүүлийн үеийн 7.1 хувилбар ашигласан бөгөөд үүнээс дээших хувилбарт зохицож ажиллах боломжийг харгалзаж үзсэн.



Зураг 4. Програмын клиент хэсэг буюу хэрэглэгчийн веб хөтөч дээр үзэгдэх байдлыг харуулав.

DNA өгөгдлийн санд мэдээлэл оруулах, хайх зэрэг үйлдэлд веб хөтөч буюу клиентээс серверт хүсэлт илгээх, хариу хүлээн авах үйлдлийн заримд AJAX технологи, PHP хэлийг MySQL өгөгдлийн сантай холбоход PDO (PHP Data Objects)-ийг тус тус ашигласан. Мөн хайлтын үр дүнгийн тайланг PDF файл буюу шууд хэвлэхэд тохирох хэлбэртэй гаргахдаа хэвлэлийн эх бэлтгэхэд зориулсан L^AT_EX цогц систем ашигласан.

MONDIS ПРОГРАМЫН НУУЦЛАЛ, АЮУЛГҮЙ БАЙДАЛ

Клиент-серверээр ажиллах програмын хувьд хамгийн чухал асуудал бол нууцлал, аюулгүй байдал хангах явдал юм. Ашиглах технологи сонгох, суулгах, тохируулах болон програмын код бичих, хөгжүүлэх зэрэгт үүнийг харгалзаж үзсэн.

Програм хөгжүүлэгчийн хувьд дараах дэд хэсгүүдэд авч үзэх аюулгүй байдал, нууцлалын арга хэмжээнүүдээс кодын төвшин, клиент буюу

веб хөтчийн төвшин зэргийг хариуцна. Харин сүлжээ, үйлдлийн систем, сервер програм, галт хана, тэдгээрийн тохиргоо зэргийг системийн админ мэргэжилтэн хариуцан ажиллах шаардлагатай. Мөн хэрэглэгчид нууцлал, аюулгүй байдал хангахын тулд програмын хэрэглэгчийн нэр болон нууц үг зэргээ бусдад алдахгүй байхад анхаарах хэрэгтэй.

Серверт халдлага хийх олон янзын арга зам байдгаас кодын төвшинд SQL Injection (SQLi), Cross-Site Scripting (XSS), File Inclusion, HTTP Header, Session, Cookie зэргээс PDO буюу PHP Data Objects ашиглах, Regular Expression-ий тусламжтай өгөгдөл шүүх, програмд ачаалах файлын нэр болон замыг клиентээс ирсэн утгаар шууд авахгүй байх, HTTP Header болон Session, Cookie-ийг зохих ёсоор зааж тохируулах зэргээр урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ авсан. Мөн сүлжээний орчинд SSL (Secure Socket Layer) ашиглаж мэдээлэл шифрлэж дамжуулах боломжийг кодын төвшинд бүрэн хангаж өгсөн. Үүнээс гадна хэрэглэгч нэвтрэх, мэдээлэл оруулах, хайх, засах зэрэг модулууд дээр хэрэглэгчийн хандалтын түвшин, эрхийг нь шалгах, алдаатай, хуурамч, халдлагын шинжтэй хүсэлт илрүүлж зогсоох зэрэг нууцлал, аюулгүй байдал хангахад шаардлагатай арга хэмжээнүүдийг шат тухай бүрт нь тусган хэрэгжүүлсэн.

ДҮГНЭЛТ

Монгол Улсад ДНХ-ийн мэдээллийн санг үүсгэн байгуулж, түүний хяналт, удирдлагын “MonDIS” программыг практикт нэвтрүүлсэн. Энэ нь гэмт хэргийн эзэн холбогдогчийг богино хугацаанд үнэн зөв тогтоож үйлдэгдсэн гэмт хэргийг түргэн шуурхай илрүүлж, цаг хугацаа хэмнэхээс гадна давтан гэмт хэрэг үйлдэгдэхээс урьдчилан сэргийлэх чухал ач холбогдолтой. Мөн цаашид “MonDIS” программыг улам боловсронгуй болгох, сайжруулах, өргөтгөх үйл ажиллагааг байнга, тасралтгүй хийж гүйцэтгэх ажлын бат бэх суурийг тавьсан гэж үзэж байна. Дэлхийн улс орнууд 2010 оноос аутосомын микросателлит 15 локусын ДНХ-ээр адилтган харьцуулах шинжилгээг хийж байсан бол өнөөдөр “Global Filer™” 24, “AmpFLSTR™ Identifiler™ Plus” 21, “PowerPlex Fusion” 24 локусын аллелийг тодорхойлох оношлуурууд

үйлдвэрлэгдэн гарч шүүхийн шинжилгээнд нэвтрээд байна. Бид цаашид шинээр нээгдсэн локусаар өргөжүүлсэн оношлуураар ДНХ мэдээллийн сангаа өргөжүүлэх зорилт тавьж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Ганболд С., “Интерпол ба шүүх шинжилгээ, түүний хэрэглээ”, “Хууль дээдлэх ёс” сэтгүүл, 2009 он, №4, х 76-78.
- [2] Ганболд С., “Гэмт хэргийг илрүүлэхэд “Генетик мэдээллийн сан” бий болгож, ашиглах асуудалд”, “Хууль дээдлэх ёс” сэтгүүл, 2009 он, №1, х 68-70.
- [3] Ганболд С., Баярмаа Р., “Хэргийн газраас илрүүлсэн биологийн гаралтай ул мөрийн ДНХ-ийг “Генетик мэдээллийн сан”-д оруулах асуудалд”,- “Хууль дээдлэх ёс” сэтгүүл, 2009, № 3, х.75-77.
- [4] Ганболд, С, “Гэмт хэргийг илрүүлэхэд ДНХ технологийг ашиглах, түүнийг практик хэрэглээ болгох арга”- “Гэмт явдалтай тэмцэх төрийн бодлогын хэрэгжилт, чиг хандлага” Олон улсын эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл-I, 2013, х-164-169.
- [5] Ганболд С., “Шүүх ДНХ-ийн шинжилгээний өнөөгийн байдал” - “Хууль сахиулахуйн инноваци” Олон улсын эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл-I, 2014, х-209-212.
- [6] Живгаагүнсэл Д., Мөнхтунгалаг Ө., “Шүүхийн шинжилгээний практикт “Генийн мэдээллийн санг” ашиглаж гэмт хэргийг илрүүлж буй гадаадын зарим улс орны туршлага, эрх зүйн орчин” харьцуулсан судалгаа, код: СТ-13/241., 2013 он, УБ хот.
- [7] Чуудинов О.С., Пименов., Абрамова А.Б., “Технико-экономическое обоснование внедрения ДНК-исследований в экспертно-криминалистическую деятельность и ее автоматизация”, “Эксперт криминалист”, 2006, №3.
- [8] <http://www.dnaresource.com/documents/HowtoobtainCODIS.pdf>
- [9] <http://www.dnaresource.com/documents/All%20Countries%20Most%20Recent%20DNA%20Legislation%20Aug%202018%20pdf.pdf>
- [10] <http://www.dnaresource.com/resources.html>
- [11] www.dnaresource.com/.../2018%20Hit%20of%20the%20Year/2018%20DNA%20Hit