

Электрон-микроскопийн рентген шинжилгээгээр хүний толгойн үсэнд химийн зарим элемент тодорхойлох судалгаа

Д.Болортуяа*, П.Зузаан, З.Батсүрэн

МУИС, Цөмийн физикийн судалгааны төв

Энэ ажилд 18-30 насны 40 эрэгтэй хүний үсэнд кальций, төмөр, хүхэр, фосфорын агуулгыг электрон микроскопийн рентген шинжилгээний (SEM-EDX) аргаар тодорхойлсон талаар өгүүлнэ. Хэмжилтийг 5.9 кэВ-д 148 эВ-ийн энергийн ялгах чадвартай SDD хагас дамжуулагч детектор бүхий JEOL JSM-5610LVS электрон микроскопоор гүйцэтгэв.

ОРШИЛ

Үс бол эрүүл мэнд, хүрээлэн буй орчин, хөдөө аж ахуй, хоол хүнс, шүүхийн шинжилгээ зэрэг олон салбарт мониторинг хяналт хийхэд ашиглагддаг, цуглуулах, хадгалах, тээвэрлэхэд хялбар судалгааны чухал объект юм.

Орчин үед бүс нутгийн бохирдол, хүнд хортой, цацраг идэвхт элемент болон хүний биед зайлшгүй шаардлагатай эрдэс бодисын хэмжээг хянахад хүний үсийг биомониторинг болгон ашиглах нь нэмэгдэж, судалгааны төрөл бүрийн арга зүйг боловсруулан хөгжүүлсээр байна. Үсний дээжийг шингэн төлөв рүү задалж, индукцит плазмын масс спектрометрийн (ICP-MS), бөөмөөр өдөөгдсөн рентген цацаргалтын (PIXE), атомын шингээлтийн (AAS), нейтрон идэвжлийн (NAA), бүрэн ойлтын рентген-флуоресценцийн (TXRF) зэрэг аргуудаар химийн элементийн тоон шинжилгээг хийхээс гадна электрон микроскоп, ердийн рентген шинжилгээний (XRF & XRD) аргуудаар үсний бүтэц, элементийн найрлагыг тодорхойлж байна¹⁻⁶.

Энэ ажилд хүний үсний дээжийг эвдэлгүйгээр, электрон микроскопийн рентген шинжилгээний (SEM-EDX) аргаар бүтэц, зарим элементийн агуулгыг тодорхойлох боломжийг судласан талаар өгүүлнэ.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Дээж бэлтгэл: Улаанбаатар, Эрдэнэт хотод амьдардаг, эрүүл, 18-30 насны залуусын будаггүй үсний 30 дээжийг энэ удаагийн судалгаанд ашигласан. Мөн харьцуулах зорилгоор эрүүл, 21-28 насны Японы 10 эрэгтэй оюутны үсийг цуглуулсан. Үсний дээжүүдийг угаас нь салган, 1 см уртайгаар жигд тайрч, 0.5%-ийн сул савангийн уусмалаар угааж,

нэрмэл усаар сайтар зайлж, ацетоноор арчаад, дахин нэрмэл усаар угааж тасалгааны нөхцөлд хатаасан. Полимер найрлагатай наалдамхай суурь дээр 1 см-ын урттай 10 ширхэг үсийг уртаар нь жигд зэрэгцүүлэн байрлуулж хэмжилтэнд бэлдсэн. Тоон анализ хийхийн тулд 20 мг/кг, 50 мг/кг, 100 мг/кг, 500 мг/кг агуулгатай цэвэр төмрийн стандарт уусмалууд бэлдэж, үсний дээжийг дотор нь хийж хонуулсан.

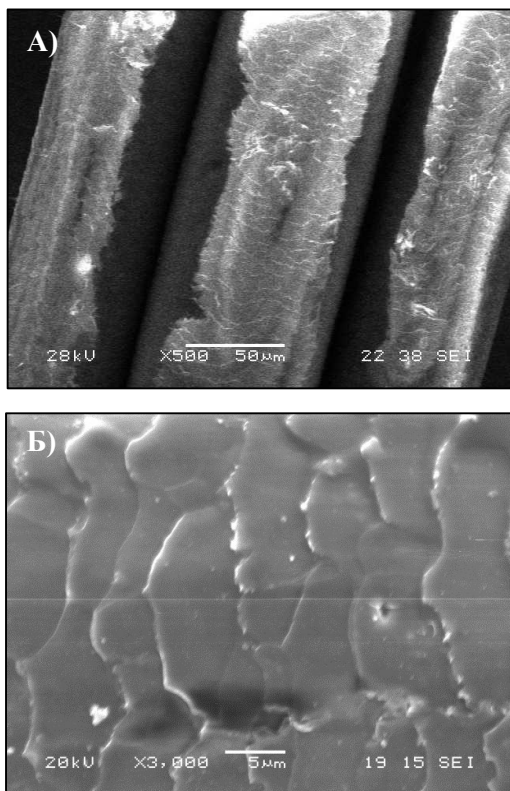
Багаж төхөөрөмж, хэмжилт: Хэмжилтийг 5.9 кэВ-д 148 эВ-ийн энергийн ялгах чадвартай SDD хагас дамжуулагч детектор бүхий JEOL JSM-5610LVS электрон микроскопоор гүйцэтгэсэн (Зураг-1). Фон, дээжийн суурь, энергийн тохируулгад ашиглагдах цэвэр стандартуудыг хэмжээний дараа үсний дээжүүдийг вакуум нөхцөлд, 28 кВ-оор хурдассан электроноор өдөөж, 1000 секунд хэмжсэн. Электрон микроскопоор томруулсан зургийг JEOL-5000 програмаар, спектрийг AXIL програмаар боловсруулсан.



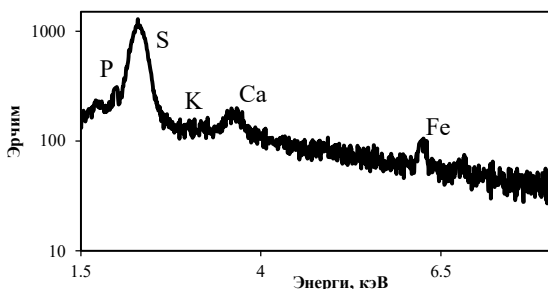
Зураг 1. JSM-5610LVS электрон микроскопын гадаад байдал

Уг төхөөрөмжөөр үсний ширхэгийг 500, 3000 дахин томруулсныг 2-р зурагт, хэмжсэн спектрийг 3-р зурагт тус тус үзүүлэв.

* Electronic address: bolortuya_d9@num.edu.mn



Зураг 2. Үсний ширхэгийн бүтцийг электрон микроскопоор томруулсан байдал. А) Уртаар нь зэрэгцүүлэн байрлуулж 500 дахин томруулж хэмжсэн үс Б) 3000 дахин томруулсан үсний эвэрлэг хучуур эс.



Зураг 3. Хүний толгойн үсний рентген спектр.

Дээрх спектрээс фосфор, калий, кальци, төмөр мөн үсний уургийн бүрэлдэхүүн хүхэр тодорхойлж болохуйц харагдаж байна.

Тооцоо, боловсруулалт: Үсний эрдэслэг хэсэг гадаргуун эвэрлэг бүрхүүл дээр хуримтлагддаг, дээжүүдийг жигд шахаж байрлуулсан, бөгөөд электрон микроскоп нь судлах хэсгээ харж сонгоод, хэсэг тус бүрийг салангид хэмжих

боломж олгодог давуу талыг ашиглаж дээжийг ойролцоогоор нэгэн төрөл хэмээн үзсэн.

Бэлтгэсэн уусмалд хонуулсан үсний дээжүүдийг хэмжиж нэмэлт агуулгыг хасах замаар үсэнд агуулагдаж байгаа төмрийн агуулгыг нэмэх аргын нэгэн хувилбар ашиглан тодорхойлсон. Тодорхойлсон төмрийн агуулгыг ашиглан дотоод стандартын аргаар бусад элементийн агуулгыг тодорхойлсон.

$$C_x = a_x^s * \frac{C_s I_x}{I_s} \quad (1)$$

C_x – тодорхойлох элементийн агуулга, I_x – тодорхойлох элементийн эрчим, I_s – харьцуулах элементийн эрчим, C_s – харьцуулах элементийн агуулга. а-дотоод стандартын аргын засварын коэффициент бөгөөд цэвэр стандарт, детекторын геометр факторыг ашиглан тухайн элементийн хувьд гаргасан.

ҮР ДҮН

Нэмэх арга болон 1-р томъёо ашиглан үсэн дэх төмөр, кальций, хүхэр, фосфор зэрэг элементийн агуулгыг тодорхойлж, бусад судалгаатай харьцуулан 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгтээс харахад монгол хүний үсэн дэх төмөр, хүхэр, фосфорын агуулга бусад улсын иргэдийн үсэн дэх дундаж болон их, бага мужтай ойролцоо байна. Кальцийн агуулга Монголын үсний дээжид хийсэн судалгаатай 4 ойролцоо гарсан ч бусад судалгааны 1,2,5 дундаж дүнгээс бага байна.

Үсний дээж өгсөн залуусын насны дундаж Улаанбаатарынх 23.5 бол Эрдэнэтийнх 19.5. Элементийн дундаж агуулга (мг/кг) харгалзан төмөр 32:21, кальци 260:250, хүхэр 40116:33790, фосфор 329:157 гэж тодорхойлогдсон. Монголчуудын үсэн дэх кальцийн агуулга 169-356 мг/кг мужид байхад, япон залуусынх 52-1026 мг/кг буюу харьцангуй өөрчлөлттэй харагдаж байна.

Хүснэгт 1. Хүний үсэн дэх зарим химийн элементийн агуулга.

Элемент	Бидний судалгаа- Аргын алдаа ($\pm 24\%$)		Польш үс ¹ (ICP-MS)	Монгол үс ² (PIXE)	Монгол үс ³ (TXRF)	Монгол үс ⁴ (PIXE)	Япон үс ⁵ (PIXE)	Филиппин үс ⁶ (PIXE)	
	Монгол үс	Япон үс							
Fe, мг/кг	Бага	13	17	8	12	0.02	126	29	11-222
	Дундаж	30	22	23	25	0.04			
	Их	118	28	63	55	0.14			
Ca, мг/кг	Бага	169	52	336	436	7.23	411	1890	383-5363
	Дундаж	277	476	2154	2096	55			
	Их	356	1026	7433	6501	403			
S, мг/кг	Бага	25612	29265	34962	-	-	-	-	-
	Дундаж	38963	45180	40129	-	-	-	-	-
	Их	48307	50803	47720	-	-	-	-	-
P, мг/кг	Бага	82	77	86	-	-	-	-	-
	Дундаж	207	120	154	-	-	-	-	-
	Их	356	202	356	-	-	-	-	-

ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар, Эрдэнэт хотын 18-30 насны залуусын үсний дээжид төмөр, кальци, хүхэр, фосфорын агуулгыг рентген шинжилгээний аргаар тодорхойлов. Үсний найрлагад кальци 277 мг/кг, төмөр 30 мг/кг, хүхэр 38963 мг/кг, фосфор 207 мг/кг дундаж агуулгатай байгааг тогтоов. Ойролцоо насны Япон залуусын үсэн дэх кальцийн дундаж агуулгаас монгол залуусынх 1.7 дахин бага илрэв.

Судалгааны дээжийн тоо харьцангуй цөөн боловч, цаашид энэхүү аргыг ашиглан үсний хүнд элементийн бохирдлыг тодорхойлох боломжтой бөгөөд аргачлалыг сайжруулж, алдааг багасгах шаардлагатай.

ТАЛАРХАЛ

Техник, аргазүйн туслалцаа үзүүлсэн Япон Улсын Киото их сургуулийн профессор Ж.Кавай, үсний дээж цуглуулахад оролцсон МУИС-ийн оюутнууд болон дэмжсэн бүх хүмүүст талархал илэрхийлье.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] [K. Chojnacka et al. Environmental Toxicology and Pharmacology 29, 314–319, 2010.
- [2] O. Bolormaa et al. International Journal of PIXE, Vol. 16, Nos. 1 & 2, pp.29-38, 2006.

[3] Хүний үсэн дэх элементийн найрлагыг тодорхойлох, ЦСТ-ийн тайлан, 2010.

[4] S.Murao, K.Sera, B. Tumenbayar, M.Tsuji, S. Futatsugawa, T.Waza. The 16th Int. Conf. IB A, Albuquerque, New Mexico, USA, pp.10-24, 2003.

[5] K. Sera, S. Futatsugawa, and S. Murao, Nucl. Inst. and Meth,” Physiological Research, vol.B189, no.1-4, pp. 174–179, 2002.

[6] S. Murao, E. Daisa, K. Sera, V. B. Maglambayan, and S. Futatsugawa. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, vol.189, no.1–4, pp.168–173, 2002.