

ШҮДНИЙ ХАТУУ ЭДИЙН НАЙРЛАГЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ЦӨМИЙН ФИЗИКИЙН СУДАЛГАА

Ш.Гэрбиш*, Н.Балжинням**, Л.Мөнгөнцэцэг***, Н.Пүрэвжав***,
Б.Батбаяр***, П.Жавхлан***, Д.Баатархүү*

* МУИС, Цөмийн Судалгааны Төв; **УБИС; ***АУИС.

Товч утга: Шүдний хатуу эдийн доторх макро, микроэлементийн хэмжээ, хоорондын хамаарлыг МУИС-ийн ЦСТ-ийн электроны цикл хурдасгуур микротрон МТ-22 ашиглан гамма идэвхжилийн аргаар тодорхойлох боломжийг туршсан судалгааны дүнг энэ ажлаар үзүүлэв.

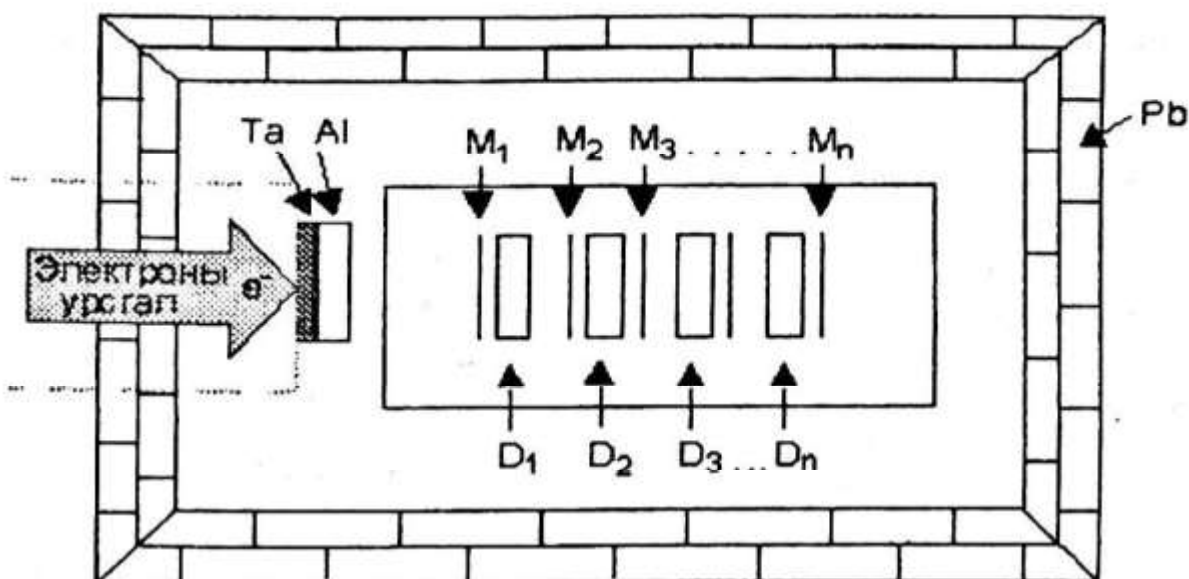
ОРШИЛ

Хүний биед ямар нэгэн хэмжээгээр химийн элементүүд агуулагддаг бөгөөд физиологийн үйл явцаар энэ эрдэс найрлага нь эд эрхтэнд тодорхой хамаарлаар хуримтлана. Эрдэмтэд энэ хамаарал патологийн үед өөрчлөгддөгийг тогтоожээ. Сүүлийн жилүүдэд шүдний эмгэг ихэссэнтэй холбоотой шүдний хатуу эдийн найрлагыг судлах асуудал сонирхолтой байна. Шүдний хатуу эд нь эрдэс минералыг паалангаар дамжуулан шүлсээр, мэдрэлийн судал, судсаар цусаар авдаг байна. Иймд шүдний хатуу эдийн эрдэс найрлагыг эрүүл болон эмгэгтэй тохиолдолд харьцуулан судлах зорилт тавьсан.

ГАММА ИДЭВХЖИЛИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ АРГА

Электроны шугаман болон цикл хурдасгуураас гарсан электрон байд зогсоход гарах гамма цацрагийг ашиглан гамма идэвхижлийн шинжилгээг дэлхийн олон оронд хийж байна[1-5]. МУИС-ийн цөмийн судалгааны төвийн микротрон МТ - 22 электроны хурдасгуурын шаралтын гамма сувагт 22 МэВ энергитэй хурдассан электрон, 2 мм зузаантай танталан (Та) байд зогсоход гарах гамма цацрагийн фотоцөмийн урвалаар үүсэх цацраг идэвхит изотопуудыг ашиглан шүдний хатуу эдэнд шинжилгээ хийхээр дээжүүдийг шарсан. Энэ үед хяналтын өрөөний багажийн заалтаар электроны 12.5 мкА гүйдэлтэй байгаа нь 2000-2002 онуудад явуулсан туршлагын үр дүнгээр үнэлэхэд $\Phi_{\gamma} = (4-5)10^{14} \text{ } \gamma / \text{см}^2 \text{ с}$ орчим урсгалтай нь тогтоогдсон. Микротрон МТ-22 хурдасгуурын гамма цацрагийн Рb хамгаалалттай сувагт дээж шарсан байрлалыг 1-р зурагт үзүүлэв.

Энэхүү Зураг 1. -ийн бүдүүвчинд үзүүлсэн электроны урсгалыг саатуулах байнд ихэвчлэн өндөр температур хайлдаг металл (W, Ta) хэрэглэдэг бөгөөд тус төвийн микротронд 2 мм зузаантай тантал (Ta) бай, саатаагүй электронуудыг шингээх зорилгоор 2-3 см зузаантай хөнгөн цагаан (Al) ашигладаг. Гамма цацрагийн тархалтын тэнхлэгийн дагуу фотоцөмийн урвал явуулах үүднээс шинжлэх дээжүүдээ, харьцуулах стандартуудтай зэрэгцээ байрлуулна. Байрлуулсан (D_1, D_2, \dots, D_n) дээжд тусах гамма цацрагийн урсгалын түгэлтийг тодорхойлохдоо зурагт (M_1, M_2, \dots, M_n)-ээр тэмдэглэсэн зэс (Cu) ялтас хэрэглэнэ.



Зураг 1. Микротрон МТ - 22 хурдасгуурын гамма цацрагийн шаралтын сувагт дээж шарсан байрлал.

Изотопын тархалт нь 69.1 % орцтой $Cu-63$ болон 30.9 % орцтой $Cu-65$ зэсийн тогтвортой изотопуудад явагддаг фотоцөмийн (γ, n) урвалаар үүссэн 9.7 мин. хагас задралын үетэй, 511 кэВ энергитэй гамма цацруулдаг ${}_{29}Cu^{62}$ болон 12.7 цагийн хагас задралын үетэй, 511 кэВ ба 1345 кэВ энергитэй гамма цацруулдаг ${}_{29}Cu^{64}$ цацраг идэвхит изотопуудын гамма шугамын эрчмийг HP Ge детектортай гамма спектрометрээр хэмжиж тодорхойлно. Цацрагийн аюулгүйн асуудлаас хамааран шарсны дараа ажиллахад аль болох бага идэвхитэй байлгахад жин багатай, нимгэн ялтас сонгоно. Тухайн туршилтанд 0.18 г. жинтэй, 10 микрон орчим зузаантай, 1.5-2.0 см диаметртэй дугариг зэс ялтас ашигласан. Ихэвчлэн 12.7 цагийн хагас задралын үетэй, ${}_{29}Cu^{64}$ цацраг идэвхит изотопын 511 кэВ ба

1345 кэВ энергитэй гамма шугамуудыг авна. Цацрагийн урсгалын түгэлт тодорхойлох эдгээр мониторуудыг 24 цагийн дараа 5 мин. хугацаагаар хэмжихэд тохиромжтой. Хэмжиж олсон 511 кэВ энергитэй гамма шугамын эрчмээ харьцангуй утгад шилжүүлж түгэлтийн график байгуулна. Үүнээс зэргэлдээ орших хоёр зэс ялтасны эрчмийн харьцангуй утгыг дундачлан дээжинд харгалзах гамма цацрагийн түгэлтийн утгыг олно. Түгэлтийн энэ утга нь стандарттай харьцуулан тухайн дээжинд байгаа элементийн хэмжээг олоход ашиглагдана. Фотоцөмийн урвалаар үүсэх зарим цацрагт цөмүүдийг 1-р хүснэгтэнд үзүүлэв.

Фотоцөмийн урвалаар үүсэх зарим цацрагт идэвхит цөмүүд
Хүснэгт 1

№	Цацрагт изотоп, хагас задралын үе	Цацрагт цөм үүсэх цөмийн хувирал, изотопын тархалт, %	Цацаргах гол гамма шугамын энерги (кэВ), эрчим	Тодорхойлогдох хязгаар, L_D
1.	$_{11}\text{Na}^{22}$, 2.6 y	Na-23; (γ, n); 100.0	1274.5; (90.0)	0.3 %
2.	$_{11}\text{Na}^{24}$; 15h	Mg-25; (γ, p); 10.11 Mg-26; (γ, pn); 11.29	1368,55 (100.0) 2754.1 (99.85)	0.09 %
3.	$_{17}\text{Cl}^{34m}$, 32 m	Cl-35; (γ, n); 75.5	145.7 (35.8) 2128.5 (48.4)	0.05 %
4.	$_{19}\text{K}^{43}$, 22.3h	Ca-44; ($\gamma, 2p$); 2.06 Sc-45; ($\gamma, 2p$); 100.0 Ti-48; (γ, α, p); 73.99	372.0 (82.0) 396.0 (18.0) 593.0 (16.0) 616.0 (65.00)	0.5 %
5.	$_{20}\text{Ca}^{47}$; 4. 53d	Ca-43; (γ, n); 0.185 Ti-49; ($\gamma, 2p$); 5.46 K-47; β^-	488.9 (7.0) 807.8 (7.39) 1296.8 (75.0)	0.5 %

6.	$^{21}\text{Sc}^{47}$; 3.42d	Ti-48; (γ, β); 73.99 Ti-49; (γ, pn); 5.46 V-51; (γ, α); 99.75 Ca-47; β^-	159.4 (70.0)	0.5 %
7.	$^{24}\text{Cr}^{51}$; 27.7d	Cr-52; (γ, n); 83.76 Cr-53; (γ, n); 9.55	320.1 (90.79)	0.02 %
8.	$^{25}\text{Mn}^{54}$; 3 12h	Mn-55; (γ, n); 100.0 Fe-56; (γ, pn); 91.68	834.81 (99.97)	0.02 %
9.	$^{25}\text{Mn}^{56}$. 57h	Fe-57; (γ, p); 2.17	846.6 (99) 1811.2 (30.0)	0.02 %
10.	$^{28}\text{Ni}^{57}$; 63.0h	Ni-58; (γ, n); 67.76	127.28 (15.0) 1377.62 (84.89)	10 мг/ кг
11.	$^{30}\text{Zn}^{65}$; 243d	Zn-66; (γ, n); 27.81 Zn-67; (γ, n); 4.11	1115.52 (49.8)	10 мг/ кг
12.	$^{33}\text{As}^{74}$; 1 7.8d	As-75; (γ, n); 100.0	595.7 (59.5) 634.8 (15.0)	10 мг/ кг
13.	$^{38}\text{Sr}^{87}$; 2.8h	Sr-88; (γ, n); 100.0	388.4 (83.00)	50 мг/ кг
14.	$^{39}\text{Y}^{88}$; 106.6d	Y-89; (γ, n); 100.0	898.04 (93.0) 1836.13 (99.36) 909.10 (99.0)	10 мг/ кг
15.	$^{40}\text{Zr}^{89}$; 78.4h	Zr-90; (γ, n); 51.46 Zr-91; ($\gamma, 2\text{n}$); 11.23		20 мг/ кг
16.	$^{42}\text{Mo}^{99}$; 66 h	Mo-100; (γ, n); 9.62 Nb-99; β^-	181.06 (99.0) 739.7 (13.0)	20 мг/ кг
17.	$^{43}\text{Tc}^{99\text{m}}$; 6 h	U-235; (γ, f); 0.71	140.51 (85.00)	20 мг/ кг

18.	$_{51}\text{Sb}^{122}$, 2.7d	Sb-123; (γ, n); 42.75	564.1 (63.0)	10 мг/ кг
19.	$_{53}\text{I}^{126}$, 13.9d	I-127; (γ, n); 100.0	388.5 (35.39) 666.2 (32.6)	50 мг/ кг
20.	$_{81}\text{Tl}^{202}$, 12.2d	Tl-203; (γ, n); 29.5 Pb-204; (γ, pn); 1.4 Tl-205; ($\gamma, 3n$); 70.5	439.58 (95.00)	10 мг/ кг
21.	$_{92}\text{U}^{237}$, 6.75d	U -238; (γ, n); 99,27	59.54 (35.2) 97.07 (17.5) 101.07 (27.3) 113.94 (9.6) 207.95 (23.4)	7 мг/ кг

Тэмдэглээ: L_{γ} - г олохдоо дээжүүдээ 2 цаг шарсны дараа 20 мин. байлгаад 10 мин. ; 5 цаг хүлээж 20 мин. буюу 24 цагийн дараа 1 цагийн турш хэмжсэн гамма спектрийн мэдээллээс Кюриин томъёо ашиглан тодорхойлсон болно [5,6].

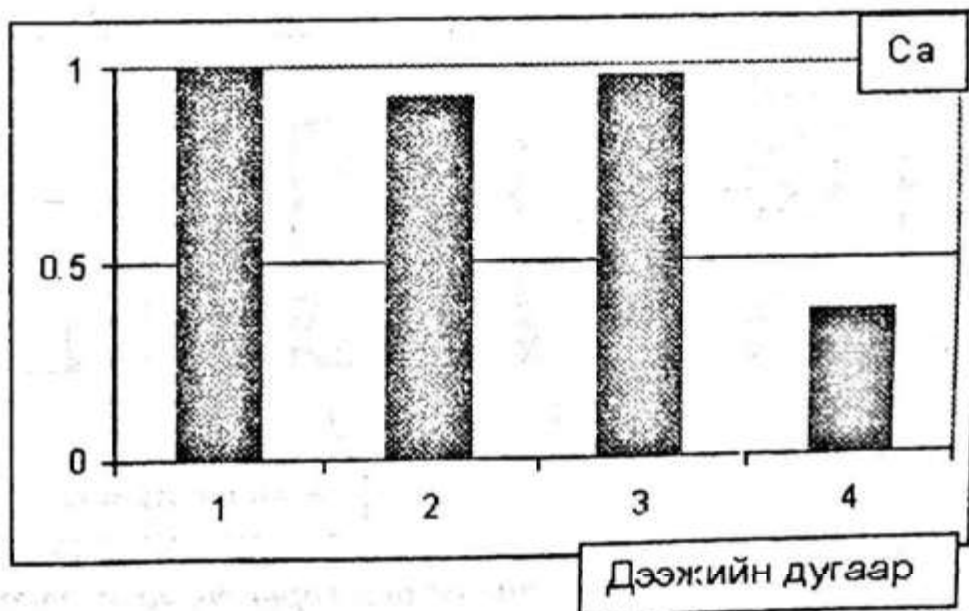
ТУРШИЛТ, ҮР ДҮН

Шүдний хатуу эдийн паалан, тугалмайг ялган нунтаглаж микротрон МТ-22 хурдасгуурын гамма цацрагийн шаралтын сувагт (1-р зурагт үзүүлсэн байрлалаар) 2 цаг шарсны дараа 20 мин. байлгаад 10 мин. ; 5 цаг хүлээж 20 мин. буюу 24 цагийн дараа 1 цаг тус тус HP Ge детектортой, 1.8-2.2 кэВ энергийн ялгах чадвартай гамма спектрометрээр хэмжсэн. Шүдний паалан, тугалмайн дээжүүдийн жин 0.087- 0.1167 г. байв. Дээжүүдтэй хамт (ӨАБНУ) SARM 5 Pyrooxenite NIM-P -0.1457г.; (АНУ) Phosphat Rock NIST 694 -0.1711 г. стандартууд шарсан. Гамма спектрын мэдээллээс уг дээжүүдэд байгаа элементүүдийн хэмжээг стандарт дээжиинхтэй харьцуулан тодорхойлсон. Шүдний хатуу эд кальцийн агуулга ихтэй байдгийг гамма идэвхжилийн аргаар шинжилгээ хийхдээ анхаарах ёстой. Фотоцөмийн урвалаар кальцийгаас үүсэх гамма шугамуудыг 1-р хүснэгтийн 4, 5, 6 дугаарт үзүүлэв. 159 кэВ энергитэй шугамыг Ti, V зэрэг элементүүдээс үүсч болох учраас ялангуяа уулын чулуулаг, геологийн дээжинд Ca тодорхойлоход ашигладаггүй.

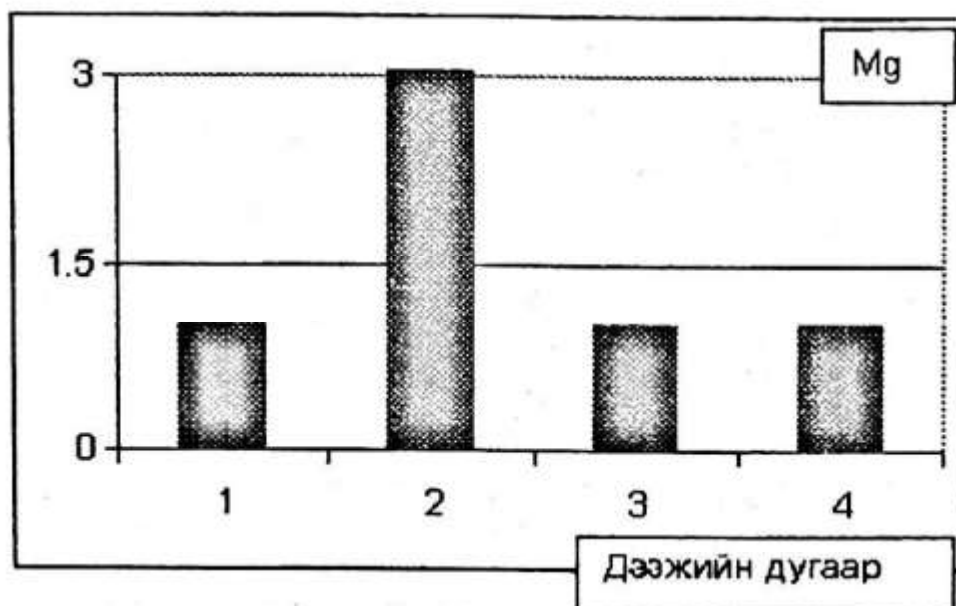
Шүдний хатуу эдийн дээжинд хийсэн гамма идэвхжилийн
анализын шинжилгээгээр тодорхойлсон элементүүд

Хүснэгт 2.

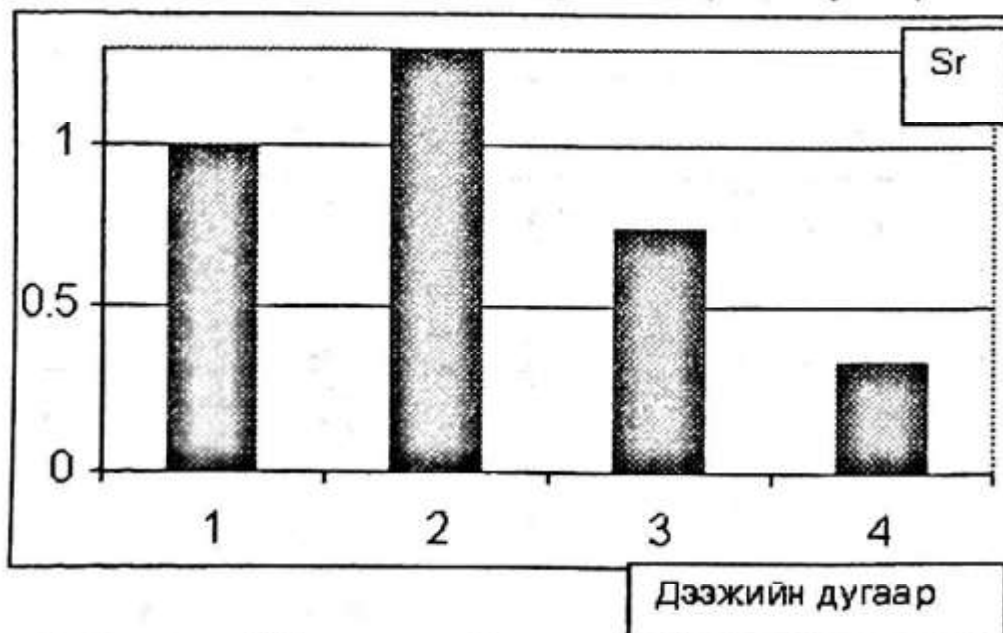
Элемент	F1em1 Эмгэгтэй шүд, паалан	F1gen1 Эмгэгтэй шүд, тугалмай	Eg7em1 Эрүүл шүд, паалан	Eg7gen1 Эрүүл шүд, тугалмай
CaO, (%)	36.0±1.0	33.0±1.0	35.0±1.0	13.5±0.3
MgO, (%)	0.87±0.07	2.68±0.15	0.91±0.07	0.89±0.0.07
Sr, (мг/кг)	184±10	238±15	137±10	60±6
MnO, (%)	<0.026	<0.026	<0.026	<0.026
Cr ₂ O ₃ , (%)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Na ₂ O, (%)	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
Co, (мг/кг)	<70	<70	<70	<70
Ni, (мг/кг)	<37	<37	<37	<37
Cd (мг/кг)	<50	<50	<50	<50
Zn, (мг/кг)	<50	<50	<50	<50
As, (мг/кг)	<10	<10	<10	<10
Sb, (мг/кг)	<20	<20	<20	<20
Zr, (мг/кг)	<10	<10	<10	<10



Зураг 2. Эмгэгтэй(1-паалан, 2-тугалмай) болон эрүүл (3-паалан, 4-тугалмай) шүдэнд байгаа Ca-ийн харьцангуй түгээлт.



Зураг 3. Эмгэгтэй(1-паалан, 2-тугалмай) болон эрүүл (3-паалан, 4-тугалмай) шүдэнд байгаа Mg-ийн харьцангуй түгэлт.



Зураг 4. Эмгэгтэй (1-паалан, 2-тугалмай) болон эрүүл (3-паалан, 4-тугалмай) шүдэнд байгаа Sr-ийн харьцангуй түгэлт.

Шүдний хатуу эдэнд хийсэн гамма идэвхжилийн шинжилгээний дүнг 2-р хүснэгтэнд, эмгэгтэй болон эрүүл шүдний паалан, тугалмайн доторх Ca, Mg болон Sr харьцангуй түгэлтийг 2, 3, 4-р зурагт үзүүлэв.

ДУГНЭЛТ

Гамма идэвхжилийн шинжилгээний дүнд шүдний хатуу эдийн доторхи эрдэс найрлагын хоорондын хамаарлын тухай тодорхой мэдээлэл гаргах боломжтойг үзүүлэв.

Аннотация. Даны результаты исследования, проводимого в центре ядерных исследований НУМ, по определению некоторых макро и микроэлементов в твердых тканей зубы с использованием гамма активационного анализа на циклическом электронном ускорителе (микротрона МТ-22).

АШИГЛАСАН НОМ, ЗОХИОЛ

1. Ш.Гэрбиш. Автореферат, 18-89-790, Дубна, 1989.
2. C.Segebade et.al. Photon Activation Analysis. WdeG, Berlin, New York. 1988.
3. Zdenek Randa & F. Kreissinger. Table I & II for GAA. Kutna Hora, 1980.
4. Ю.Н.Бурмистенко. Фотоядерный анализ сост. вещества. М. ЭАИзд.1986.
5. Ш.Гэрбиш и.др. Многоэлементный ГАА углей. 18-87-406, Дубна, 1987.
6. Currie L.A., Anal. Chem., 1968, 40, p.586.