



ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛ

Монгол орны зүүн бүсийн зарим нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын гидрхимийн судалгаа

Г.Одонтуяа*, Д.Оюунцэцэг А.Цийрэгзэн, О.Хүрэлдаваа, Б.Амарсанаа

Шинжлэх ухааны академи, Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Улаанбаатар 13330, Монгол улс

*E-mail: odontuyags@gmail.com

Хүлээн авсан: 30.10.2018

Хяналтанд: 01.11.2018

Хэвлэлтэнд авсан: 22.11.2018

Хураангуй: Бид энэ удаагийн судалгаагаар нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын физик, химийн найрлага болон эмчилгээний идэвх үзүүлдэг элементүүдийг тодорхойлж өмнөх судлаачдын дүнтэй харьцуулан дүгнэлт өгөх зорилгоор энэхүү ажлыг хийж гүйцэтгэсэн. Судалгаанд Улаанбаатар, Ар, Өвөр Жанчивлан, Өвөр-Элгэн, Зүрт, Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уул зэрэг 9 нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудыг хамруулж дээжийг 2018 оны 8 сард цуглуулж физик, химийн найрлага, хувирамтгай ионуудыг газар дээр нь болон лабораторид тодорхойлов. Судалгаанд хамрагдсан нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын ерөнхий эрдэжилт 0.89-9.15 г/л, эмчилгээний идэвх үзүүлдэг нүүрсхүчлийн хий (CO_2) 0.28-1.3 г/л, хоёр валенттай төмөр (Fe^{2+}) 9.8-61.6 мг/л, орто цахиурын хүчил (H_4SiO_4) 30.51-93.86 мг/л-ийн агуулгатай, сул хүчиллэг ($\text{pH} = 5.88-6.8$) орчинтой рашаанууд байна. Эдгээр 9 рашаануудаас Ар Жанчивлан, Өвөр-Элгэн, Зүрт, Өвдөг, Цавчир 3 булаг гэсэн рашаануудын исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) нь 46-108 mV байхад Улаанбаатар, Өвөр Жанчивлан, Лам, Халзан - Уулын рашаануудын исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) нь -21ээс -78 mV байна. Энэ хасах утга илэрхийлж буй рашаанууд ангижрах төлөвт байгаа ба эмчилгээний идэвх өндөртэйг харуулж байна. Улаанбаатар, Ар, Өвөр Жанчивлан, Өвөр-Элгэний рашаанууд $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$, Mg^{2+} төрлийн, Зүрт, Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булагийн рашаанууд $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$, Na^+ , Mg^{2+} -ийн холимог найрлагатай байхад Халзан-Уулын рашаан Cl^- , $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ төрлийн рашааны ангилалд хамаарагдаж байна. Судалгаанд хамрагдсан рашаануудыг өмнөх эрдэмтэдийн судалгааны дүнтэй харьцуулахад ионуудын тоон утга буурсан байгаа хэдий ч үндсэн найрлага бүтцийн хувьд өөрчлөлтгүй байгааг тодорхойлов.

Түлхүүр үг: *Зүүн бүс, хүйтэн рашаан, нүүрсхүчлийн хий, химийн найрлага***ОРШИЛ**

Рашааны шинж чанар жирийн уснаас ялгаатай бөгөөд биологийн идэвхит бүрдэлүүдийн агуулга, ионы, давсны болон хийн найрлагын цогц хэлбэрээрээ хүний бие махбодид эмчилгээний идэвх үзүүлдэг байгалийн ус юм [1]. Ихэнх орнуудад «рашаан ус» гэсэн ойлголтыг тодорхойлохдоо 1000 мг/дм³ болон түүнээс дээш уусмал бодисыг заавал агуулсан нэг болон хэд хэдэн өвөрмөц бүрэлдэхүүнтэй хүний бие махбодид рашаан усны эмчилгээний нөлөө үзүүлдэг чанараараа энгийн ундны уснаас ялгарах ус гэж онцлон тэмдэглэсэн байна [2]. Монгол орны рашаан судлал нь ШУА байгуулагдсанаас хойш эрч хүчээ авч онол практикийн олон асуудлыг оновчтой шийдвэрлэж чадсан байна [3]. Мөн 1978 оноос ОХУ-ын Эрхүү хотын Газрын царцдас судлах хуээлэнгийн эрдэмтэд Б.И. Писарский болон ШУА-ын Хими, химийн технологийн хүрээлэнгийн доктор Б.Арьяадагва, Д.Ганчимэг, Рашаан сувиллын нийгэмлэгийн клиникийн профессор Б.Намбар нарын хамтын ажиллагааны үр дүнд шинэ объектуудыг илрүүлж судалсаны дээр удалгааны шинэ арга зарчмыг рашаан судлалын үйл хэрэгт нэвтрүүлсэн

байдаг. Эдгээр олон жилийн судалгааны үр дүнд Монгол орны халуун, хүйтэн рашааны газар зүй, гидрогеологи, чулуулагийн тогтоцыг судалж судалгааны анхдагч материалыг бүрдүүлсэн ба тархалт, зүй тогтол, физик, химийн шинж чанар, хийн найрлага, биологийн идэвхит бүрдэлүүдийг тодорхойлсоны үндсэн дээр тухайн рашаануудын анги, төрөл, мужлалыг тогтоож рашаан эмчилгээний заалтыг гаргажээ [3, 4]. Монгол улсын хэмжээнд нийт 200 орчим халуун, хүйтэн рашаан судлагдсан бөгөөд тархалт, зүй тогтол, температур, хийн бүрдэл болон геохимийн шинж чанараас нь хамааруулан азотын төрлийн халуун рашаан, нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаан, эрдэжилт ихтэй метаны төрлийн хүйтэн рашаан, янз бүрийн найрлагатай рашаан төст ус гэж 4 бүлэгт ангилжээ [4]. Монгол орны зүүн бүсийн нам доор газар мезозойн галавын идэвхижлийн үед тогтсон бөгөөд энэ мужид нүүрсхүчлийн хийтэй 47 хүйтэн рашаан тархсан их муж юм [5]. Энэ мужийн рашаанууд нь их хүйтэнээс хүйтэвтэр, багаас их эрдэжилттэй, биологийн идэвхит элемент болох 2 валенттай төмөр, цахиурын хүчил болон нүүрсхүчлийн хийн өндөр агуулгатай бөгөөд энэ нь бусад мужийн рашаануудаас ялгаатай тал юм.

Нүүрсхүчлийн хий ихтэй учраас рН нь 5.6-6.6 хооронд эсгэлэн хүчиллэг рашаанууд байдаг. Нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашааныг химийн найрлагаас нь хамааруулан гидрокарбонат – кальци, магнийн ($\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$) буюу Улаанбаатарын төрөл, гидрокарбонат – натри, магнийн ($\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+, \text{Mg}^{2+}$) буюу Аваргын төрөл, сульфат, гидрокарбонат – кальци, натрит ($\text{SO}_4^{2-}, \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}, \text{Na}^+$) буюу Тал булгийн төрөл, хлорид, гидрокарбонат – натрийн ($\text{Cl}^-, \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$) буюу Халзан-Уулын төрөл гэж 4 төрөл болгон хуваасан байдаг [6, 7]. Бид энэ удаагийн судалгаагаар Монгол орны зүүн бүсийн зарим нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын физик, химийн найрлага болон эмчилгээний идэвх үзүүлдэг элементүүдийг тодорхойлж өмнөх судлаачдын дүнтэй харьцуулан дүгнэлт өгөх зорилгоор энэхүү ажлыг хийж гүйцэтгэсэн.

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Энэ удаагийн судалгаанд нүүрсхүчлийн хийтэй Улаанбаатар, Өвөр Жанчивлан, Ар Жанчивлан, Өвөр-Элгэн, Зүрт, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Ламын, Халзан-Уул гэсэн 9 рашаан хамрагдсан (Зураг 1). Улаанбаатарын рашаан. Улаанбаатар хотын Хан-Уул дүүргийн 11 дүгээр хороонд төв цэнгэлдэх хүрээлэнгийн баруун урд талд байрладаг. 1968-1969 онд хайгуул хийж Улаанбаатарын рашааны ордыг илрүүлсэн. 1974 онд Улаанбаатарын нүүрсхүчлийн хийтэй рашааны ордыг түшиглэн “Оргил рашаан сувилал” ашиглалтанд орж одоог хүртэл үйл ажиллагаа явуулдаг. Улаанбаатарын нүүрсхүчлийн

хийтэй хүйтэн рашааны ордын ашиглалтын нийт нөөцийг $89.8 \text{ м}^3/\text{хоног}$ гэж тогтоосон [1, 7].

Өвөр Жанчивлан рашаан. Энэ рашаан нь Улаанбаатар хотоос зүүн урагш 76–78 км-т Төв аймгийн Эрдэнэ сумын нутагт Хөндлөнгийн нурууны өвөр энгэрт, Баруун голын зүүн дэнж дээр оршино. Рашаан нь температурын хувьд хүйтэн 1-2⁰С, тунгалаг, нүүрсхүчлийн хийн өвөрмөц үнэртэй, исгэлэн төмрийн дагалдах амттай, хийн бөмбөлгүүдийн ялгарал ихтэй. Уг рашааныг түшиглэн 1956 оноос эхлэн одоог хүртэл улсын чанартай амралт сувиллын газар ажиллаж байгаа бөгөөд сувиллын хэрэгцээг 96 м гүнтэй 3.3 л/с ундрацтай №638 цооног хангадаг [2].

Ар Жанчивлан рашаан. Улаанбаатар хотоос зүүн өмнө 50 км-т Төв аймгийн Эрдэнэ сумын нутагт оршино. 1970 оны дундуур уг рашааныг түшиглэн нэгдэл дундын сувиллын газар байгуулагдаж одоог хүртэл үйл ажиллагаа явуулдаг [7]. Ар Жанчивлангийн рашаан нь нүүрсхүчлийн хий, төмрийн дагалдах амттай ходоодны хүчил багадсан гэдэс дотрын өвчинд сайн рашаан юм.

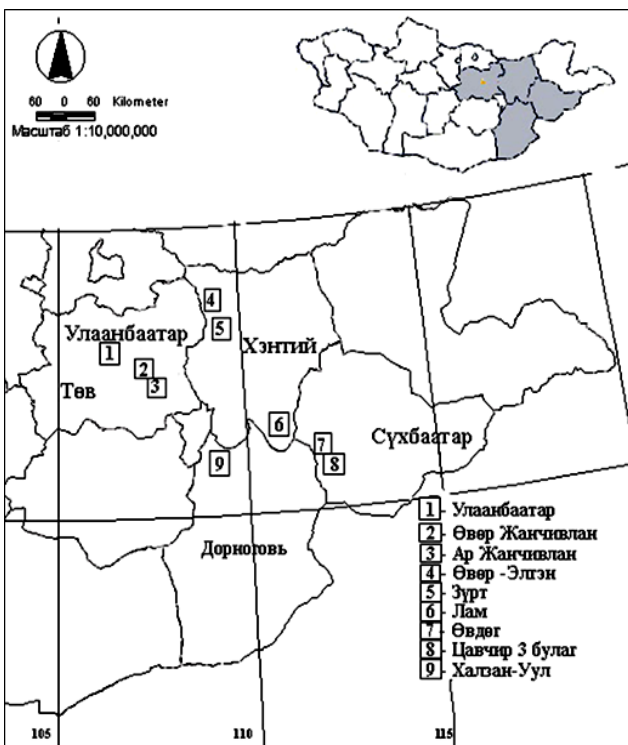
Өвөр-Элгэний хүйтэн рашаан. Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутагт оршдог. Эргэн тойрон намаг ихтэй хашаагаар тойруулан барьсан нэг ундрагатай. 2018 оны 08 сард хийсэн судалгаагаар ундрага маш бага устай, шавар ухаж гаргасан байдалтай нүүрсхүчлийн хий, төмрийн амт багатай байсан. Энэ рашааныг нутгийн иргэд хоол шингэхгүй цээж хорсох үед ихээхэн хэрэглэдэг байна.

Зүртийн рашаан: Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын төвөөс баруун хойд зүгт 2 км-н зайд оршдог. Энэ рашаан гадна талаараа модон хашаагаар хүрээлсэн нүүрсхүчлийн хий болон төмрийн исгэлэн амттай байсан. Уг рашааныг дотрын янз бүрийн өвчинд сайн гэж нутгийн ардууд их хэрэглэдэг байна.

Ламын рашаан. Хэнтий аймгийн Галшар сумын төвөөс 4-5 км орчим зайд оршино. Ламын рашаан худаг нь ховоогоор татдаг 4 м гүн бөгөөд газрын түвшнээс усны өнгө хүртэл 3 м усны гүн 1 м орчим юм. Херциний үеийн дунд зэрэг болон бүдүүн ширхэгт боржин дороос гарсан ус юм. Ходоод гэдэс дотрын элдэв өвчинд орон нутгийн хүмүүс энэ рашаанаас ууж эмнэн сувилдаг [8].

Өвдөгийн рашаан. Сүхбаатар аймгийн Түвшинширээ сумын IV бригадын Рашаант гэдэг газар оршино. Уг рашаан нь дэрсэн дунд ховоогоор татаж гаргадаг гар худаг юм. Өвдөгийн рашаан худгийн хэмжээ нь: Газрын гадаргаас усны түвшин хүртэл 1 м 35 см, усны гүн 1 м 30 см чулуун хашаатай [8]. Нутгийн хүмүүс хоол унд орохгүй нарийтсан, ходоод гэдэс дотрын өвчинд энэ рашаанаас буцалгаад шар тос самран ууж хэрэглэдэг.

Цавчир 3 булгийн рашаан. Сүхбаатар аймгийн Түвшинширээ сумын IV бригадын нутагт урагшаа уруудсан хадтай хоолойд оршдог. Ховоогоор татаж гаргадаг эргэн тойрон чулуугаар тойруулан зассан



Зураг 1. Нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын дээж авсан цэгийн байршил

Хүснэгт 1. Нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашааны ундаргуудын байршил болон физик шинж чанар

№	Дээжний нэр	Он	Өргөрөг	Уртраг	Өндөр, м	T ⁰ C	pH	EC, mS/m	ORP, mV	TDS, ppm
1	Улаанбаатар	1977				2.0	6.2	-	120	-
		2000				5.0	5.9	-	-	-
		2018				-	5.9	89.8	-78	-
2	Өвөр Жанчивлан	1977				1.5	6.0	-	210	-
		2001	46°30'44"	106°35'25"	1600	3.5	6.9	-	41	-
		2017				-	6.1	239	-58	-
3	Ар Жанчивлан	1978	47°49"	107°29'40"	1500	2.5	6.7	-	241	-
		2017				-	5.9	89.2	58	-
4	Өвөр Элгэн	1978	48°03'15"	109°16'26"	1189	7.0	6.2	-	185	-
		2018				17	6.3	159.7	104	698
5	Зүрт	1978	47°52'31"	109°46'21"	1295	6.0	6.1	-	204	-
		2018				0	6.1	166.5	46	378
6	Лам	2018	46°12'09"	110°49'19"	1131	6.0	6.5	144.5	-50	469
7	Өвдөг	1977				7.5	6.3	-	195	-
		2004	46°28'63"	111°38'33"	1036	12	6.4	-	180	-
		2018				9.0	6.7	263	74	954
8	Цавчир 3 булаг	1977				6.5	6.4	-	145	-
		2004	46°19'31"	111°17'88"	1131	10	6.6	-	151	-
		2018				8.0	6.8	379	108	1394
9	Халзан-Уул	1977				6.0	6.5	-	383	-
		2009	45°48'88"	108°35'60"	1195	13.7	6.3	-	48	-
		2018				12	6.4	1255	-21	4118

цементээр дээш нь тойруулан хийж модоор тагалсан худаг байна. Ховоог хаймраар дөрвөлжилж хийсэн байв. Нутгийн иргэд уг рашааныг дотрын элдэв өвчин, шарлах өвчинд ихээхэн хэрэглэж ирсэн.

Халзан-Уулын рашаан. Дорноговь аймгийн Даланжаргалан сумын нутагт оршино. Уг рашаан нь эрдэсжилт ихтэй исгэлэн шорвог амттай, ундрага сайтай байсан. Халзан-Уулын рашааныг мэдрэлийн эрхтэн тогтолцооны эмгэгүүд, арьсны эмгэг, хоол боловсруулах эрхтэний эмгэг, цэсний хүүдийн үйл ажиллагаа, чихрийн шижин өвчний хөнгөн, дунд хэлбэрт, зүрх судасны өвчин, нойргүйдэлд зонхилон хэрэглэдэг.

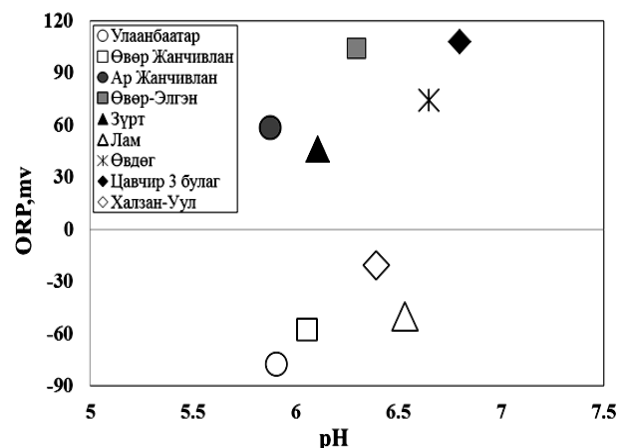
Хээрийн судалгаа. Бид нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын орд дээр 2018 оны 08 сард химийн шинжилгээний дээж авах, газар дээр нь температур, усны орчин (pH), цахилгаан дамжуулалт (EC), исэлдэн ангижрах потенциал (ORP), TDS зэрэг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлов. Рашаануудын pH, EC, ORP-ийг (HM-30P) (CM-31P), (RM-30P) маркийн Япон улсын дижитал термометрээр хэмжилтийг хийсэн. Мөн хувирамтгай элементүүд болох CO₂, Fe²⁺, Fe³⁺-ийг титрийн аргаар орд тус бүр дээр нь тодорхойлов [9]. Нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын байршил болон физик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг Хүснэгт 1-т үзүүлэв.

Лабораторийн шинжилгээ. Рашаануудын голлох катион, анион (Ca⁺², Mg²⁺, HCO₃⁻, Cl⁻) –уудыг титрийн аргаар, SO₄²⁻-ийн ионыг жингийн аргаар тус тус тодорхойлсон. Мөн түүнчлэн микро элемент

болох NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, H₄SiO₄-ийг S2100UV маркийн спектрофотометрээр тодорхойлолж [10,11] Хүснэгт 2-т үзүүлэв. Химийн шинжилгээг Хими, химийн технологийн хүрээлэнгийн Экологийн химийн лабораторид, микроэлементийн шинжилгээг SGS лабораторт ICP-MS багажаар тодорхойлсон.

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Физик-химийн шинж чанар: Исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) болон pH нь тухайн рашаан усны шинж чанарыг илтгэдэг чухал үзүүлэлтүүд юм. Судалгаанд хамрагдсан рашаануудын исэлдэн ангижрах потенциал болон pH-ын хамаарлыг Зураг 2-т үзүүлэв. Исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) болон



Зураг 2. Исэлдэн ангижрах потенциал болон pH-ын хамаарал

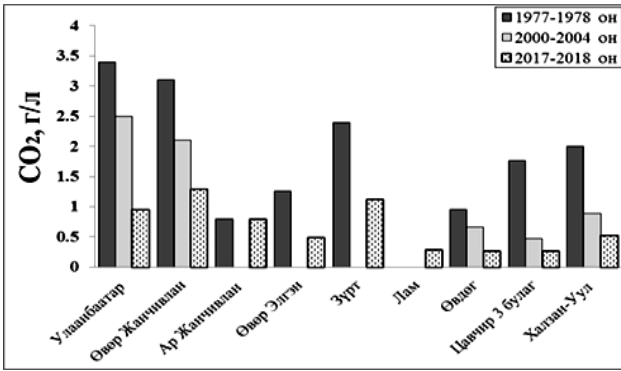
Хүснэгт 2. Нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын химийн найрлага, мг/л

№	Дээжний нэр	Он	CO ₂ , г/л	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	F	H ₄ SiO ₄	Ерөнхий
																			эрдэсжилт г/л
1	Улаанбаатар	1977	3.40	33.5	440	60.8			45	-	1764	3.54	4.5	-	-	-	-	81.2	2.40
		2000	2.50	38.9	130	76.0			38.2	0.82	-	879	3.55	2.2	-	-	-	120	1.25
		2018	0.96	33.1	96	51.1	3.78	22.4	0	-	659	13.3	13.2	0.05	-	-	-	107	0.89
2	Өвөр Жанчивлан	1977	3.10	57.5	281	134	-	43.6	0.44	-	1686	7.10	20.2	-	-	-	-	58.6	2.79
		2001	2.10	100.8	366	79.0	-	37.5	0.44	-	1842	5.32	20.1	-	-	-	-	80.0	2.47
		2017	1.30	195.6	341	97.3	-	61.6	1.9	-	1781	20.0	15.6	-	-	-	-	96.5	2.44
3	Ар Жанчивлан	1978	0.80	42.6	288	35.3	-	8.9	-	1433	28.3	5.0	-	-	-	-	-	68.4	1.88
		2017	0.80	154.4	261	48.6	-	9.8	3.7	-	1440	16.6	12.3	-	-	-	-	94.6	1.95
		1978	1.26	26.5	2.9	233	48.6	0.40	14.5	-	1037	2.45	13.2	-	0.04	3.0	89.1	1.47	
4	Өвөр Элгэн	2018	0.50	25.2	2.0	185	31.0	0.65	-	3.73	-	769	6.62	18.1	-	0.5	1.2	87.9	1.04
		1978	2.39	69.0	2.3	86.2	65.7	-	9.0	-	763	2.94	22.6	-	0.02	0.8	65.1	1.09	
		2018	1.12	59.0	2.2	95	55.0	0.36	21.0	0.93	-	708	13.3	32.9	-	2.05	0.2	70.8	0.98
6	Лам	2018	0.33	96.6	9.1	127	35.9	6.21	-	-	-	702	59.6	74.1	-	0.3	3.1	56.6	1.12
		1977	0.95	258	8.6	269	83.9	0.10	0.44	0.16	-	1391	104	23.6	0.03	-	3.4	70.8	2.51
		2004	0.66	275.0	301	91.2	-	5.4	-	-	1586	106	27.1	0.01	0.5	2.5	86.1	2.65	
7	Өвдөг	2018	0.29	252	12.6	256	90.0	0.51	-	0.93	-	1159	113	23.0	0.12	17.9	2.1	74.4	1.92
		2004	0.48	328.6	326	131	-	0.5	0.9	-	1831	167	328	0.15	1.77	1.05	55.0	3.10	
		2018	0.28	317	17.9	279	160	-	1.87	-	1903	166	309	-	19.8	0.8	93.9	3.18	
8	Цавчир 3 булаг	1977	2.00	2583	153	335	51.1	0.20	2.4	-	3709	2297	552	-	-	1.55	37.5	9.72	
		2009	0.89	2738	360	85.1	3.0	-	2.05	-	3599	2624	538	0.6	1.35	-	-	9.95	
		2018	0.55	2495	98.7	301	70.5	1.48	-	1.87	-	3233	2401	543	-	0.57	4.06	30.5	9.15

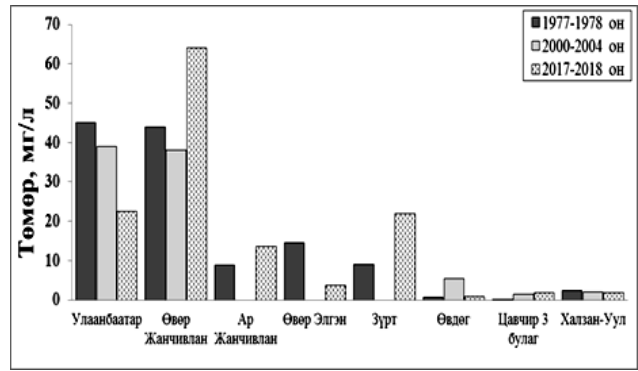
pH-ын хамаарлын графикаас харахад нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын pH = 5.8-6.7 буюу сул хүчиллэг орчинтой байна (Хүснэгт 1). Харин Ар Жанчивлан, Өвөр-Элгэн, Зүрт, Өвдөг, Цавчир 3 булаг гэсэн рашаануудын исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) нь 46-108 mV байхад Улаанбаатар, Өвөр Жанчивлан, Лам, Халзан-Уулын рашаануудын исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) нь -21-ээс -78 mV байна (Зураг 2, Хүснэгт 1). Исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) хасах утга илэрхийлж байгаа нь тухайн рашаанууд ангижрах төлөвт байгаа ба эмчилгээний идэвх өндөртэйг харуулж байна. Мөн Улаанбаатар, Ар Жанчивлан, Өвөр-Элгэн, Зүрт, Ламын нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын цахилгаан дамжуулах чанар (EC) нь 89.2-166.5 mS/m байхад Өвөр Жанчивлан, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын цахилгаан дамжуулах чанар (EC) 239-1255 mS/m байна (Хүснэгт 1). Үүнээс үзэхэд монгол орны тал хээрийн бүсэд оршдог рашаануудын цахилгаан дамжуулах чанар нь бусад рашаануудыхаас өндөр байгаа нь эрдэсжилттэй шууд хамааралтай.

Химийн найрлага: Ар, Өвөр Жанчивлангийн нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашааны 2017 онд авсан 2 дээж, Улаанбаатар, Өвөр-Элгэн, Зүрт, Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын рашааны 2018 оны 8 сард цуглуулсан 7 дээжний химийн үзүүлэлтийг өмнөх онуудын судалгааны дүнтэй [12, 13] харьцуулан Хүснэгт 2-г үзүүлэв. Шинжилгээний дүнгээс харахад нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашааны эмчилгээний идэвх үзүүлдэг элемент болох нүүрсхүчлийн хий (CO₂) 0.28-1.13 г/л, хоёр валенттай төмөр (Fe²⁺) 9.8-61.6 мг/л, ортоцахиурын

хүчил (H₄SiO₄) 30.51-93.86 мг/л агуулагдаж байна. Улаанбаатар, Өвөр-Элгэн, Зүртийн рашаануудад үндсэн катион Ca²⁺ 95-185 мг/л, Mg²⁺ 31-55 мг/л, Na⁺+K⁺ 27.2-61.2 мг/л байхад тал хээрийн бүсэд оршдог Ар, Өвөр Жанчивлан, Лам, Өвдөг Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын рашаануудад Ca²⁺ 261-341 мг/л, Mg²⁺ 48.6-160 мг/л, Na⁺+K⁺ 154.4-2593.7 мг/л тус тус агуулагдаж байна. Мөн Улаанбаатар, Өвөр-Элгэн, Зүртийн рашаануудад голлох анионууд болох HCO₃⁻ 659-759 мг/л, Cl⁻ 6.62-13.3 мг/л, SO₄²⁻ 13.2-32.9 мг/л байхад Ар, Өвөр Жанчивлан, Лам, Өвдөг Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын рашаануудад HCO₃⁻ 702-3233 мг/л, Cl⁻ 16.6-2401 мг/л, SO₄²⁻ 12.3-543 мг/л агуулгатай байгааг тодорхойлов. Хүснэгт 2-оос харахад судалгаанд хамрагдсан зүүн бүсийн рашаанууд нь хойноосоо урагшлах тусам катион, анионы агуулга нэмэгдэж байна. Мөн өмнөх судлаачдын дүнтэй харьцуулахад рашаан тус бүрийн макроэлементийн өөрчлөлт бага бүтцийн хувьд өөрчлөлтгүй, багаас дунд зэргийн эрдэсжилттэй рашаанууд байна. Эдгээр рашаануудаас Халзан-Уулын рашааны макроэлемент бусад рашааныхаас өндөр байгаа нь эртний далайн усны үлдэгдэл газрын гадаргууд гарах замдаа техтоник хагарал дагаж доош нэвтэрч буй гадаргуугийн устай холилдох замаар үүссэж эрдэсжилт ихсэж байна гэж үздэг [8]. Судалгаанд хамрагдсан рашаануудын нүүрсхүчлийн хий, нийт төмрийн агуулга оноос хамаарсан хамаарлыг Зураг 3, 4-т үзүүлэв. Зураг 3, 4 - өөс харахад Ар Жанчивлан рашааны нүүрсхүчлийн хий, төмрийн агуулга харьцангуй тогтвортой харин Улаанбаатар, Өвөр-Элгэн, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын рашаануудын нүүрсхүчлийн хийн агуулга 1977 оноос 41.66-72.5%-иар, 2000 оны



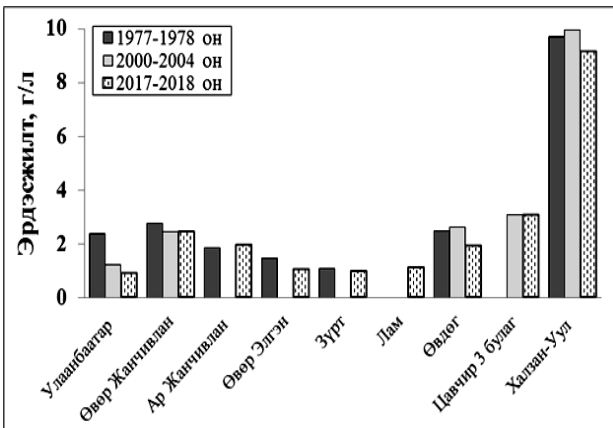
Зураг 3. Судалгаанд хамрагдсан рашаануудын нүүрсхүчлийн хийн агуулга оноос хамаарсан хамаарлын график



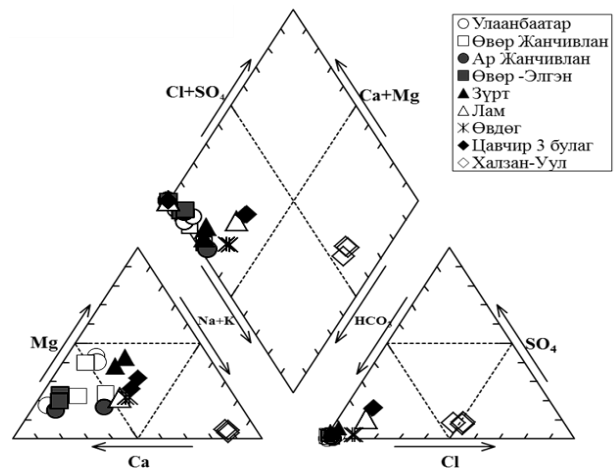
Зураг 4. Судалгаанд хамрагдсан рашаануудын төмрийн агуулга оноос хамаарсан хамаарлын график

дүнгээс 38.2-61.6% буурсан байгааг тодорхойлов. Харин Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын рашааны төмрийн ионы агуулга харьцангуй тогтвортой байхад Улаанбаатар, Өвөр-Элгэн рашааны төмөр 1977 оны дүнгээс 50.22-74.27%, 2000 оныхоос 42.59% буурсан байна. Мөн Өвөр Жанчивлан, Зүртийн рашааны нүүрсхүчлийн хий 1977, 2001 оноос 38-58% буурч, төмрийн агуулга 31-40% -иар нэмэгдсэн байгааг тогтоов (Хүснэгт 2). Монгол орны зүүн бүсэд тархан байрладаг нүүрсхүчлийн хийтэй рашаанууд булаг, гар худаг, өрөмдлөг худаг гэсэн 3 хэлбэрээр газрын гадаргууд гардаг. Өвөр-Элгэн, Зүртийн рашаан нь өөрөө ундарч гардаг булаг бөгөөд 2018 оны бидний судалгаа хийх үер бороо ихтэй байсан учир хур тунадасны устай холилдон шингэрэлтэнд орж нүүрсхүчлийн хийн агуулга багассан байх магадлалтай. Өвдөг, Цавчир 3 булгийн рашаан нь ховоогоор татдаг гар худаг бөгөөд шавхалт хийлгүй удааснаас нүүрсхүчлийн хий бага гарсан гэж үзэж байна. Улаанбаатар рашаан нь хамгийн их бууралттай байгаа бөгөөд энэ нь ариун цэвэр хамгаалалтын бүс дотор барилга байгууламж баригдсанаар барилгын суурь ухах явцад дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсын бүрхүүл багасч

түүгээр дамжин нүүрсхүчлийн хий, рашаан ус алдагдан газрын доорх рашаан, цэнгэг усны хөдөлгөөний тэнцвэрт байдал алдагдсантай холбоотой гэж үзэж байна [1]. Өвөр Жанчивлан рашааны төмрийн агуулга нэмэгдсэн нь сувиллын хэрэгцээнд ашиглаж байсан 1965 онд өрөмдсөн 637-р цооногт төмөр хоолой суулгаж авалгүй үлдээснээс бальнеологийн горим алдагдаж харилцан уялдаатай 638-р цооногийн усны чанарт өөрчлөлт орж нийт төмрийн хэмжээ ихэссэн гэж үзэж байна [2, 7]. Зүртийн рашааны төмрийн ионы агуулга нэмэгдсэн нь тухайн үед шинжилгээг орд дээр нь тодорхойлоогүй байх магадлалтай. Нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын ерөнхий эрдэсжилт болон оноос хамаарсан өөрчлөлтийг Зураг 5-т үзүүлэв. Уг зургаас харахад Ар, Өвөр Жанчивлан, Өвөр-Элгэн, Зүрт, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын ерөнхий эрдэсжилт харьцангуй тогтвортой өөрчлөлт бага байна (Хүснэгт 2). Харин Улаанбаатар рашааны эрдэсжилт 1977 оноос 62.9%, 2000 оноос 30%-иар буурсан байгааг тодорхойлов. Судалгаанд хамрагдсан рашаанууд бүгд нүүрсхүчлийн хийтэй боловч монгол орны зүүн хойд хэсгээр оршдог Өвөр-Элгэн, Зүртийн рашаануудын ерөнхий эрдэсжилт бага (0.98-1.04 г/л)



Зураг 5. Судалгаанд хамрагдсан рашаануудын эрдэсжилт болон оноос хамааруулсан хамаарлын график



Зураг 6. Судалгаанд хамрагдсан рашаануудын химийн найрлагын гурвалжингийн график

Хүснэгт 3. Нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын микроэлемент, мкг/л

№	Үзүүлэлтүүд	Улаанбаатар	Өвөр элгэн	Зүрт	Өвдөг	Цавчир 3 булаг	Лам	Халзан-Уул
1	Хөнгөнцагаан - Al	<10	125	<10	78	11	281	69
2	Бари-Ва	20	146	101	20	31	45	15
3	Хром-Сг	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4	Цайр -Zn	<5	8	<5	<5	41	11	<5
5	Берилли -Be	0.9	1.1	<0.1	0.7	<0.1	13.7	22.2
6	Сканди -Sc	23	16	12	20	32	17	20
7	Кобалт- Со	2.74	10.5	1.11	3.42	4.72	5.85	5.06
8	Манган -Mn	171	1442	697	366	374	1582	321
9	Фосфор - P	<50	<50	<50	<50	<50	209	<50
10	Стронци - Sr	648	1039	1231	1671	1482	1115	2202
11	Никель-Ni	38.7	52.6	14	74.1	102	43.7	115
12	Галли-Ga	0.11	0.25	0.17	0.13	0.15	0.63	0.14
13	Молибден - Mo	<0.1	0.6	0.4	9.4	9	19.2	3.8
14	Мышьяк - As	9.38	9.91	1.57	10.2	6.33	4.02	53.6
15	Селен -Se	0.7	1.1	<0.2	0.7	<0.2	13.7	22.2
16	Рубиди-Rb	3.51	1.44	1.72	13.1	8.26	40.2	2000
17	Иттри- Y	1.44	0.179	0.082	0.561	0.352	0.166	0.468
18	Циркони-Zr	0.69	0.15	0.3	0.15	1.5	2.74	18.4
19	Ниоби-Nb	0.006	0.174	0.108	0.094	0.13	0.582	0.143
20	Кадми-Cd	0.95	1.14	0.04	0.66	0.06	13.7	22.2
21	Сурьма-Sb	<0.2	2.7	3.7	4.4	6.2	4.9	8.3
22	Цези-Cs	0.494	0.001	0.041	0.662	0.007	3.57	391
23	Вольфрам-W	0.1	0.24	0.73	0.21	0.38	0.06	1.29
24	Уран-U	0.078	2.18	0.271	65.8	89.4	21.1	71.8

байхад говь тал хээрийн бүсэд оршдог (Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уул) рашаануудын ерөнхий эрдэсжилт (1.12-9.15 г/л) өндөр байна. Энэ нь газар зүйн байрлалаар авч үзэхэд хойноосоо урагшлах тусам манай орны рашааны эрдэсжилт алгуур нэмэгддэг бөгөөд газар доорх нийт усанд хамаарагдана мөн рашаан ус үүсэхэд тухайн орон нутгийн уур амьсгал ихээхэн нөлөөлдөг бөгөөд чийглэг уур амьсгалтай газрын хөрсөнд цэнгэг ус элбэг, хуурай уур амьсгалтай нутагт шүүрмэл ус бага ууршил их явагддаг учраас газрын хөрс болон усны эрдэс их болдогтой холбоотой юм [8]. Нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудын химийн найрлагыг гурвалжингийн графикаар [14] Зураг 6-д үзүүлэв. Тус зургийн катионы гурвалжингаас харахад Улаанбаатар, Ар, Өвөр Жанчивлан, Өвөр-Элгэний рашаануудад Ca^{2+} ион, Зүрт, Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булгийн рашаануудад Ca^{2+} , Na^{+} , Mg^{2+} ион, Халзан-Уулын рашаанд Na^{+} ион давамгайлсан байна. Харин анионы гурвалжингаас харахад ихэнх рашаанд HCO_3^{-} ион давамгайлсан байхад Халзан-Уулын рашаанд Cl^{-} ион зонхилж байна. Үүнээс үзэхэд Улаанбаатар, Ар, Өвөр Жанчивлан, Өвөр-Элгэний рашаанууд HCO_3^{-} - Ca^{2+} , Mg^{2+} төрлийн, Зүрт, Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булгийн рашаанууд HCO_3^{-} - Ca^{2+} , Na^{+} , Mg^{2+} -ийн

холимог найрлагатай. Харин Халзан-Уулын рашаан Cl^{-} , HCO_3^{-} - Na^{+} төрлийн рашааны ангилалд хамаарагдаж байна.

Микроэлемент: Микроэлементүүд нь бие махбодид хэдийгээр маш бага хэмжээгээр агуулагддаг боловч фермент, витамин, даавар, бусад биологийн идэвхт бодисын бүрэлдхүүнд багтаж биохими, биологийн нарийн нийлмэл процесст оролцож бие махбодийн хэвийн үйл ажиллагаа, дотоод тэнцвэрт байдлыг хангахад чухал үүрэг гүйцэтгэнэ [6]. Судалгаанд хамрагдсан рашаануудаас Улаанбаатар, Өвөр-Элгэн, Зүрт, Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаануудад хүнд металл болон микроэлементийг 57 үзүүлэлтээр тодорхойлсон дүнгээс тоон утга заасан 24 үзүүлэлтийг Хүснэгт 3-т үзүүлэв. Хүснэгт 3-аас харахад Халзан-Уулын рашаанд Be (22.2 мкг/л), Sr (2202 мкг/л), Ni (115 мкг/л), As (53.6 мкг/л), Se (22.2 мкг/л), Rb (2000 мкг/л), Zr (18.4 мкг/л), Cd (22.2 мкг/л), Cs (391 мкг/л), W(1.29 мкг/л) гэсэн элементүүд бусад рашаануудаас их агуулгатай байна. Харин Өвөр-Элгэн, Зүрт, Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булгийн рашаанд стронци (Sr) 1039-1671 мкг/л агуулагдаж байна. Мөн Зүрт, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын рашаанд манган (Mn) 321-697 мкг/л байхад Өвөр-Элгэн,

Ламын рашаанд 1442-1582 мкг/л агуулгатай байна. Харин Өвөр-Элгэн, Зүртийн рашаанд уран (U) 0.27-2.18 мкг/л байхад говь тал хээрийн бүсэд оршдог Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булаг, Халзан-Уулын рашаанд 21.1-89.4 мкг/л агуулгатай байна. Харин Ламын рашаанд Al (281 мкг/л), P (209 мкг/л), Mo (19.2мкг/л) гэсэн элементүүд бусад рашаанаас илүү агуулгатай байна. Ламын рашааны микроэлементийг дахин хийж баталгаажуулах шаардлагатай.

ДҮГНЭЛТ

Судалгаанд хамрагдсан рашаанууд нь хүйтэнээс хүйтэвтэр температуртай, багаас дунд зэргийн эрдэсжилттэй, сул хүчиллэг орчинтой, эмчилгээний идэвх үзүүлдэг элемент болох нүүрсхүчлийн хий (CO₂), 2 валенттай төмөр (Fe²⁺), орто цахиурын хүчил (H₄SiO₄) –ын өндөр агуулгатай рашаанууд байна. Эдгээр рашаануудаас Улаанбаатар, Ар, Өвөр Жанчивлан, Өвөр-Элгэний рашаанууд HCO₃⁻ - Ca²⁺, Mg²⁺ төрлийн, Зүрт, Лам, Өвдөг, Цавчир 3 булгийн рашаанууд HCO₃⁻ - Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺-н төрлийн холимог найрлагатай байхад Халзан-Уулын рашаан Cl⁻, HCO₃⁻ - Na⁺ төрлийн рашааны ангилалд тус тус хамаарагдаж байгааг баталлаа.

Өмнөх оны судлаачдын дүнтэй харьцуулахад ихэнх судалгаанд хамрагдсан рашаанууд нь эмчилгээний идэвх үзүүлдэг элемент болох нүүрсхүчлийн хий, төмрийн агуулга 1977, 2000 оноос 41-72% буурсан байгааг тогтоов. Мөн судалгаанд хамрагдсан рашаануудын катион, анионы тоон утгын хувьд бага зэргийн зөрүүтэй байгаа хэдий ч үндсэн бүтэц найрлага өөрчлөлтгүй байгааг тодорхойллоо.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Г.Онон. Улаанбаатар рашааны химийн найрлагын онцлог, биологийн идэвхит бүрэлдэхүүнийг олон жилийн дүнтэй харьцуулсан судалгаа. *Магистрын дипломын ажил*. УБ 2010. х. 4.
2. Г.Одонтуяа. Нүүрсхүчлийн хийтэй Өвөр Жанчивлан рашааны химийн найрлагын горимын судалгаа. *Магистрын дипломын ажил*. УБ 2012. х.3.
3. Д.Оюунцэцэг, Г.Одонтуяа, А.Цийрэгзэн, О.Хүрэлдаваа, Б.Амарсанаа. Монгол орны халуун рашааны тархалт зүй тогтол, их шаргалжуут халуун рашааны химийн найрлага. *ШУТИС. Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл*. №7/212. УБ. 2017. х.118-125.
4. Б.И.Писарский, Б.Намбар, Б.Арьяадагва. Монгол

- улсын рашааны зураг. Масштаб 1:2500000, М1:500000. УБ. 2003.
5. Б.И.Писарский, Д.Ганчимэг. Газовый состав подземных минеральных вод монголии. Иркутск. 2007. с.36.
 6. Рашааны бальнеологийн судалгааны аргачлал. Хими, Химийн Технологийн хүрээлэн, ШУА, тайлан. УБ. 2018.
 7. З.Нарангэрэл. Монголын рашааны тухай миний ойлголт. УБ. 2011.
 8. О.Намнандорж, Ш.Цэрэн, Ө.Нямдорж. “Бүгд Найрамдах Монгол Ард Улсын Рашаан. УБ-1966. х. 392
 9. Эмчилгээний журмаар буюу нийтэд зориулж савлах рашаан. Шалгаж хүлээн авах, шинжлэх аргууд. MNS 3652.0-84, MNS 3652.23-84 стандарт.
 10. Ю.Ю. Лурье. “Унифицированные методы анализ вод” –М Химия, 1973.
 11. Т.Булган. “Усны химийн шинжилгээний аргачлал” Байгаль орчин аялал жуулчлалын яам, Улаанбаатар. 2008.
 12. “БНМАУ-ын рашаан, эрдэст нуурын цогцолбор судалгаа” Хими, химийн технологийн хүрээлэн, ШУА, тайлан. УБ.1976-1980.
 13. Монгол орны гидро-эрдсийн цогцолбор судалгаа. Хими, химийн технологийн хүрээлэн, ШУА, тайлан. УБ. 2004.
 14. D.Oyuntsetseg, E.Uugangerel, A.Minjigmaa and A. Ueda. “ The main chemical properties of hot and cold mineral waters in Bayankhongor, Mongolia” *Mongolian journal of Chemistry* 15 (41). 2014. 56-61. <https://doi.org/10.5564/mjc.v15i0.324>
 15. Ц.Алтанцэцэг. Роль физико- химических процессов в формировании минеральных вод различного генезиса Монголии: *дисс. Канд. хим. Наук*. УБ, 1998.
 16. Г.Одонтуяа, Д.Ганчимэг, Д.Оюунцэцэг, О.Хүрэлдаваа. “Өвөржанчивлангийн нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашааны гидрохимийн найрлага” *Химийн нийгэмлэгийн бүтээл №4*. 2009. х.117-121.
 17. Монгол орны гидро объектуудын гидро экологи, технологи. Хими, Химийн Технологийн хүрээлэн, ШУА, тайлан. УБ. 2002.
 18. D.Oyuntsetseg, D.Ganchimeg. “Chemical Characteristic of some with carbonic dioxides cold mineral waters in Mongolia” *Annual scientific reports, ICCT*, 9 (35). 2008. х.124-130.

Hydrochemical study of some carbon dioxide cold mineral waters in eastern region, Mongolia

G.Odontuya*, D.Oyuntsetseg, A.Tsiiregzen, O.Khureldavaa, B.Amarsanaa

Institute of Chemistry and Chemical Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar 13330, Mongolia

*E-mail: odontuyags@gmail.com

Received: 30.10.2018

Revised: 01.11.2018

Accepted: 22.11.2018

Abstract: We approached the elemental analysis of physico-chemical composition of some cold mineral water with CO₂ which is therapeutically active properties in traditional medicine. In this study, we collected carbonic dioxide containing cold mineral waters such as Ulaanbaatar, Janchivlan, Uvur-Elgen, Zurt, Lam, Uvdug, Tsavchir 3 bulag, Khalzan-Uul in August, 2018 and characterized on site and in laboratories for the volatile ion and physico-chemical parameters. The studied mineral waters were showed a total mineralization as 0.89-9.15 g/l and biological active ingredients such as CO₂, Fe²⁺ and H₄SiO₄ determined as 0.28-1.3 g/l, 9.8-61.6 mg/l and 30.51-93.86 mg/l, respectively. The pH data of carbonic dioxide containing cold mineral waters were showed less acidic as 5.88 to 6.8. The oxidation-reduction potential (ORP) of Ulaanbaatar, Uvur Janchivlan, Lam and Khalzan-Uul were ranged between -21 to - 78 mV with a highly reduction property which indicates potential biological activity rather than Ar Janchivlan, Uvur-Elgen, Zurt, Uvdug and Tsavchir 3 bulag which were ranged between 46 to 108 mV. The Ulaanbaatar, Ar Janchivlan, Uvur Janchivlan and Uvur-Elgen were HCO₃⁻ - Ca²⁺, Mg²⁺ type and Zurt, Lam, Uvdug and Tsavchir 3 bulag belong to the HCO₃⁻ - Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺ type water. The Khalzan -Uul is alone belongs to the Cl⁻, HCO₃⁻ - Na⁺ type. However, ionic amounts are decreased in studied mineral waters based on their chemical composition which are compared to the previously described materials.

Keywords: *eastern region, cold spring, carbon dioxide, chemical components*

© The Author(s). 2018 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

DOI: <https://doi.org/10.5564/bicct.v0i5.1067>