Будан барбад (*leptopyrum fumarioides* l. Reichenb.) Ургамалын химийн бүтэц найрлагын судалгаа

Ц.Солонго[1,2], Р.Байгалмаа[3], А.Солонго[2], Б.Баясгалан[1]*

[1]АШУҮИС, Эм зүйн сургууль, эмийн хими ургамал судлалын тэнхим
[2]ШУА-ийн Хими, хими технологийн хүрээлэн, Ургамлын хими технологийн лаборатори
[3]Шинэ анагаах ухаан их сургууль
Цахим шуудан: dpt22f052@gt.mnums.edu.mn, Утас: 94111913

Түлхүүр үг:

Макроэлемент
Микроэлемент
Ультрамикроэлемент
Хүнд металл
Барбад

Товч утга:

Үндэслэл: Монгол оронд харьцангүй өргөн тархацтай холтсон цэцгийн *(Ranunculaceae)* овгийн будан барбад (*Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb.) ургамал нь Монгол орны хуурай хээр газар ургадаг нэг наст өвслөг ургамал бөгөөд сүүлийн жилүүдэд дэлхийн дахинаа уламжлалт анагаах ухааны эмчилгээ байгалийн гаралтай бүтээгдэхүүнийг хэрэглэх нь нэмэгдэж байгаагийн зэрэгцээ энэхүү эмийн ургамлын элементийн судалгаа нь (макро, микро, хүнд металл) ургамлын шим тэжээлийн үнэ цэнэ, эмчилгээний үр нөлөө, аюулгүй байдал, стандартчилалыг нотлох нь суурь судалгааны үндэслэл болж байна. **Зорилго:** Будан барбад ургамалын химийн элемент, бүтэц найрлагыг судлах. **Зорилт:** 1**.** Ургамлын дээжийг бэлтгэн ургамалд агуулагдах хөнгөн цагааны исэл, цахиурын исэл, төмрийн болон кальцийн оксид тодорхойлох, 2. Ургамалд агуулагдах эрдэс элементийг тогтоох, 3. Ургамалд хүнд металл агуулагдаж буй эсэхийг судлах. **Арга, аргачлал:** Будан барбад (Leptopyrum fumarioides (L.) Reichenb.*)* ургамлыг Төв аймгийн Алтанбулаг сумын нутгаас 2023 оны 6-р сард цэцэглэлтийн үед түүж зохих журмын дагуу хатааж судалгаанд ашигласан. Ургамлын макроэлемэнтүүд; микроэлемэнтүүд; ультра микро элементүүдийн тоон агуулгыг орчин үеийн нарийвчлал сайтай рентген флуоресценцийн тоон шинжилгээ (XRF) шинжилгээ хийв. **Үр дүн:** Будан барбад ургамлын эх дээж үндсэнд цахиурын исэл 15.99%, хандлагдсаны дараах дээж 33.69%, TiO_2 исэл эх дээжид 0.16%, хандлагдан үлдсэн ургамлын шаарт 0.379%, хөнгөн цагааны исэл эх дээжид 3.54% байсан. Хандлагдсан үлдэгдэлд 7.52 %, Fe_2O_3 исэл их дээжид 1.14%, хандлагдсан үлдэгдэлд 2.51% үлдсэн бол бусад ислүүд болох CaO, K_2O, P_2O_5 зэрэг ислүүд хандандаа үлдсэн байна. Будан барбад ургамалд Cu-40.5 мг/кг, Zn - 211 мг/кг, хром 8.5 мг/кг, Ni 8 мг/кг, Zn 211 mg/kg ба Cu 40.5 mg/kgийн төвшин нь бусад зүйл ургамлынхтай харьцуулахад харьцангуй их агуулагдаж байгаа нь тогтоогдов. **Дүгнэлт:** 1. Будан барбад ургамлын эх дээж үндсэнд цахиурын исэл 15.99%, хандлагдсаны дараах дээж 33.69%, TiO_2 исэл эх дээжид 0.16%, хандлагдан үлдсэн ургамлын шаарт 0.379%, хөнгөн цагааны исэл эх дээжид 3.54% байсан. Хандлагдсан үлдэгдэлд 7.52 %, Fe_2O_3 исэл их дээжид 1.14%, хандлагдсан үлдэгдэлд 2.51% үлдсэн бол бусад ислүүд болох CaO, K_2O, P_2O_5 зэрэг ислүүд хандандаа үлдсэн байна. 2. Будан барбад ургамалд Cu - 40.5 мг/кг, Zn - 211 мг/кг, хром 8.5 мг/кг, Ni 8 мг/кг. Zn 211 mg/kg ба Cu 40.5 mg/kgийн төвшин нь ихэнх ургамлын хэвийн хүрээнээс илүү ч ургамлын физиологид шууд хортой гэж тодорхойлох хангалттай өндөр төвшин биш (эхний хордолтын төвшнээс доогуур). Харин Rb, 49 мг/кг, Zr 69 мг/кг бусад элементүүдээс ялгүй их байна. Эдгээр нь магадгүй будан барбад ургамал нь тариалан талбайн орчим харьцангүй бохирдолтой хөрсөнд ургадаг учир зарим элементийг өөртөө шингээх чадвартай холбоотой байж болзошгүй. 3. Харин газрын ховор элементүүд цери Ce, иттерби Yb зэрэг элементүүд энэ ерөнхий диапазоны доогуур байгаа тул хэвийн хэмжээнд гэж харж болно. Будан барбад ургамалд эд эсийн үндсэн бүрэлдэхүүнд ордог маш олон ферментийн үйлчилгээнд оролцохоос гадна цусны бүлэгнэлтийн системийг бүрдүүлдэг микро элементүүд байгааг тодорхойлов.

Үндэслэл: Эмийн ургамлын элементийн судалгаа нь (макро, микро, хүнд металл) ургамлын шим тэжээлийн үнэ цэнэ, эмчилгээний үр нөлөө, аюулгүй байдал, стандартчилалыг нотлох суурь судалгаа юм. Монгол оронд харьцангүй өргөн тархацтай холтсон цэцгийн *(Ranunculaceae)* овгийн будан барбад (*Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb.) ургамал нь Монгол орны хуурай хээр, хээр газар ургадаг нэг наст өвслөг ургамал бөгөөд Монгол оронд Хөвсгөл, Хэнтий, Хангай, Монгол Дагуур, Монгол Алтай, Дундад Халх, Дорнод Монгол, Говь Алтай зэрэг ургамал газар зүйн тойргуудаар голын эрэг, сайр, айлын бууц, тариа ногооны талбайд ургадаг. Өрнө дорнын анагаах ухаанд, Ар Монголын монгол лам, эмч нар эд зүйлийг нар-ната (Барбад) гэж нэрлэн эмэнд хэрэглэдэг. Ц.Чойдов (1965-1985)[1,2,3]. Будан барбад ургамлын газрын дээд хэсгийн идээшмэл нь умайг тордох, цусны даралт буулгаж, тайвшруулахад хэрэглэдэг. Төвд эмнэлэгт газрын дээрх хэсгийг бөөсний хижиг, эмэнд хордох, элдэв хордлого, усан хаван, зүрх судасны өвчлөл, элэг цөсний өвчинд, Сибирчүүд зүрх судас болон ходоод гэдэс, эмэгтэйчүүдийн өвчинд хэрэглэж иржээ. Будан барбад (*Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb.) *ургамлын* газрын дээрх хэсэгт 0.1-0.2% орчим алкалоид, триглохинин хэмээх циант нэгдэл, үр жимсэнд 0.2% орчим алкалоид агуулагдах ба Монгол болон Төвдийн уламжлалт анагаах ухаанд будан барбадын (*Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb.) газрын дээд хэсэг нь халуурах, хижиг халуун, цусны даралт ихсэх, хаван, элэг, зүрх судас, хоол боловсруулах замын өвчнүүдийн үед болон янз бүрийн хордлогуудын үед хэрэглэгддэг байжээ[4,5].

Будан барбадын фитохимийн судалгаа 2011 онд эхэлсэн бөгөөд түүнээс хойш хийн хроматографи масс спектрээр 14 дэгдэмхий нэгдлийг тодорхойлсон бөгөөд 7 флавоноид ба 6 алкалоидыг ялгаж тодорхойлсон бөгөөд үүнээс 4 нь шинэ байгалийн нэгдэл гэж хүлээн зөвшөөрөгдсөн бөгөөд эдгээр нь бүгд димер алкалоидууд байсан бөгөөд лептопирин, лептофумарин, лептомонин А, лептомонин В гэж нэрлэсэн. Ялгасан цэвэр нэгдлүүдийн антиоксидант, мутагенийн эсрэг, дархлаа зохицуулах, үрэвслийн эсрэг идэвхийг судалж шинэ алкалоид лептомонин А үрэвслийн эсрэг өндөр идэвхтэй байх боломжтойг тогтоосон[6-11]. Сүүлийн жилүүдэд дэлхийн дахинаа уламжлалт анагаах ухааны эмчилгээ байгалийн гаралтай бүтээгдэхүүнийг хэрэглэх нь нэмэгдэж байгаагийн зэрэгцээ уг ургамлын аюулгүй байдал, хүнд хортой, гадна цацраг идэхт элементүүд зэргийг судлах чухал шаардлагатай байгаа нь энэхүү судалгааны үндэслэл боллоо.

Зорилго: Будан барбад ургамалд агуулагдах химийн элемент, бүтэц найрлагыг судлах

Зорилт:

1. Ургамлын дээжийг бэлтгэн ургамалд агуулагдах хөнгөн цагааны исэл,цахиурын исэл, төмрийн болон кальцийн оксид тодорхойлох
2. Ургамалд агуулагдах эрдэс элементийг тогтоох
3. Ургамалд хүнд металл агуулагдаж буй эсэхийг судлах

Арга, аргачлал: Будан барбад (Leptopyrum fumarioides (L.) Reichenb.*)* ургамлыг Төв аймгийн Алтанбулаг сумын нутгаас 2023 оны 6-р сард цэцэглэлтийн үед түүж зохих журмын дагуу хатааж судалгаанд ашигласан. Ургамлын макроэлемэнтүүд; микроэлемэнтүүд; ультра микро элементүүдийн тоон агуулгыг орчин үеийн нарийвчлал сайтай рентген флуоресценцийн тоон шинжилгээ (XRF) шинжилгээ хийв. Будан барбад өвсний (ургамлын бүх эрхтэн) хандлаагүй дээж, хандлагдсан дээж гэж 2 ангилав. Хандлаагүй дээж нь будан барбад өвсний түүхий эдийг нарны тусгалгүй агааржуулалт сайтай сүүдэр газар хатааж чийгийг нь тодорхойлж агаарын хуурай дээжийг 450°C температурт 1 цаг шатааж үнсэнд нь хүчлүүдийн хамелеон бүрэн уусгаж уусмалд нь тоон тодорхойлолт хийв. Хандалсан дээж нь будан барбад өвсний түүхий эдийг сокслетийн аппаратанд метанолоор бүрэн хандлаж ургамлын шаарыг тасалгааны температурт бүрэн хатааж чийгийг нь тодорхойлж агаарын хуурай дээжийг 550°C температурт 1 цаг шатааж үнсэнд нь хүчлүүдийг хомелеон бүрэн уусгаж уусмалд нь тоон тодорхойлолт хийв.

Ёс зүйн зөвшөөрөл: АШУҮИС-ийн Судалгааны ёс зүйн хяналтын хорооны 2023 оны 01-р сарын 20-ны өдрийн №2023/ 3-01 тоот хурлын шийдвэрээр судалгааны ажлыг эхлүүлэх ёс зүйн зөвшөөрөл авсан.

Үр дүн: Судалгааны үр дүнг будан барбад ургамлын хандлаагүй буюу шууд түүхий эдийг үнсжүүлж, метанолоор бүрэн хандалсны дараа ургамлын шаарыг бүрэн хатааж үнсжүүлсэн дээжинд харьцуулсан дүнг хүснэгт 1-3-аар харуулав. Ислүүд тодорхойлогдсон дүнг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 1. Будан барбад ургамалд тодорхойлогдсон ислүүд

Элементүүд	Будан барбад хандлаагүй дээж (%)	Будан барбад хандалсан дээж (%)
SiO_2	15.99	33.69
CaO	20.02	16.18
TiO_2	0.16	0.37
Al_2O_3	3.54	7.52
MgO	3.58	4.09
K_2O	21.47	15.36
P_2O_5	4.15	3.65
Na_2O	0.77	1.03
Fe_2O_3	1.14	2.51
MnO	0.05	0.53
ШХ %	29.31	13.45

Хүснэгт 1-ээс харахад ханданд SiO_2, Na_2O, MgO зэрэг элементүүд ихэсч харин CaO, K_2O, P_2O_5 зэрэг ислүүд хандлалт хаягдалд багасч байна. Ханданд буурч байгааг 1-р зургаар үзүүлэв. Фтор будан барбад <0.05 % бага байна. Амьдралын чухал элементүүд болон Ae_2, O_3, Ti, Fe, CaO, K_2O, P_2O_5 зэрэг элементүүдийн исэл үлдэж байгаа нь харагдаж байна. Будан барбадад

нь дээрх ислүүд их байгаа нь хүний биеийн организмд эдгээрийг нөхөх зорилгоор ашиглах боломжтой.

Хүснэгт 2. Будан барбад ургамлын микро элементүүдийг тодорхойлсон дүн

Элементүүд	Будан барбад хандлаагүй дээж (мг/кг)	Будан барбад хандалсан дээж (мг/кг)
F	<0.05	<0.05
As	<5	11
Cs	<30	<30
Cu	40.5	43
Mo	11.5	5
Rb	49	98.5
V	18	34.5
Zn	211.5	165.5

Будан барбад ургамлын микро элементийн найрлага мг/кг будан барбад ургамлын найрлаганд Cu хандалсан дараах үлдэгдэлд яалтгүй ихэсч; Ni-ны 3 дахин мөн Rb нь хандласны дараа 2 дахин ихэсч байгаа бол Sr, Fr багасч харин Ba, Rb, Cu, Cr зэрэг элементүүд хандлагдаад үлдсэн үлдэгдэлд яалтгүй ихэсч байгааг 2-р зургаар харуулж байна.

Хүснэгт 3. Будан барбад ургамлын ультра-микро болон бусад элементүүдийг тодорхойлсон дүн.

Элементүүд	Будан барбад хандлаагүй дээж (мг/кг)	Будан барбад хандалсан дээж (мг/кг)
Bi	<5	5.5
Ce	<30	46
Co	<5	<5
Cr	8.5	29.5
Ga	<3	8
Ge	<3	<3
Hf	<15	<15
La	<30	<30
Nb	3	7.5
Nd	<50	<50
Ni	8	22
Pr	<30	<30
Sb	<40	<40
Sc	<10	<10
Sm	<30	<30
Sn	<30	<30
Ta	<10	<10
Th	<5	<5
U	<5	<5
W	<8	<8
Zr	69	128.5
Pb	<5	<5
Y	9	20

Онц хортой хүнд элементүүд Pb, As, Cd зэрэг элементүүд будан барбад ургамалд байх хэмжээнээс бага байгалийн фоны хэмжээнд байна. Харин Cu 40.5 мг/кг өндөр талдаа байна. Судалгаагаар >30–100 mg/kg бол ургамлын өсөлт, фотосинтез, фермент үйл ажиллагаанд сөрөг нөлөө илрэх төвшин гэж тэмдэглэсэн байна. Өндөр Cu нь оксидатив стресс үүсгэх, фотосинтез бууруулах, ургамлын өсөлтийг саатуулах зэрэг цитотоксик үзэгдлийг бий болгодог[12]. Будан барбад ургамлын радио идэвхт Th, U байгалийн фоноос ихгүй, хандлалтын хаягдалд үлдэж байна. Никель (Ni)-8 мг/кг дундаж агууламжтайг хүснэгт 3-т харуулав. Хандалтын хаягдалд Y, Ce зэрэг газрын ховор элементүүд өсч ирснийг хүснэгт 3-т харуулав. Газрын шүлтийн металлууд нь организмд олон төрлийн даавартай холбоотой электролитийн үүрэг гүйцэтгэдэг.

Биед микроэлементүүд (Mg, Cu, Zn, Mn, Se гэх мэт) жижиг хэмжээтэй ч ферментүүдэд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг бөгөөд биохимийн урвалын явцыг зохицуулах чадвартай байдаг нь шинжлэх ухаанаар нотлогдсон. Жишээ нь зарим ферментүүдийн актив төвд микроэлементүүд ордог [13-15]. Микроэлементүүд нь бага хэмжээгээр шаардлагатай ч хэт их агууламж нь хортой байдалд хүргэх боломжтой хар тугалга (Pb), кадми (Cd), мөнгөн ус (Hg) гэх мэт хүнд металлууд биенд хуримтлагдвал хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөтэй гэдгийг шинжлэх ухааны судалгаанууд баталдаг [16-17]. Тэдгээрийн илүүдэл нь дутагдлаасаа дутахгүй хор хөнөөлтэй байх талтай [18]. Ийм учраас эмийн бэлдмэлийн ургамлын гаралтай түүхий эдийн фармакопейн өгүүлэлд хүнд хортой зэс, хар тугалга, кадми, мөнгөн ус, хүнцэл; цацраг идэвхт ураны зөвшөөрөгдөх хязгаарыг тусгаж өгдөг.

Хэлцэмж: Ургамалд агуулагдах химийн элемент нь эмчилгээний олон үйлдэл үзүүлж бие махбодын бодисын солилцоонд идэвхтэй оролцдог. Будан барбад ургамлын өвс нь химийн найрлагын хувьд эрдэс элементүүдээр баялаг ургамал болох нь судалгаагаар тогтоогдов. Будан барбад (*Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb.) ургамал нь холтсон цэцгийн *(Ranunculaceae)* овгийн ургамал бөгөөд Монгол орны хуурай хээр, хээр газар ургадаг нэг наст өвслөг ургамал бөгөөд Монгол оронд Хөвсгөл, Хэнтий, Хангай, Монгол Дагуур, Монгол Алтай, Дундад Халх, Дорнод Монгол, Говь Алтай зэрэг ургамал газар зүйн тойргуудаар голын эрэг, сайр, айлын бууц, тариа ногооны талбайд ургадаг. Өрнө дорнын анагаах ухаанд, Ар Монголын монгол лам, эмч нар эд зүйлийг нар-на-та (Барбад) гэж нэрлэн эмэнд хэрэглэдэг. Ц.Чойдов (1965-1985)[1,2,3].

Будан барбад (*Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb.) *ургамлын* газрын дээрх хэсэгт 0.1-0.2% орчим алкалоид, триглохинин хэмээх циант нэгдэл, үр жимсэнд 0.2% орчим алкалоид агуулагдах ба Монгол болон Төвдийн уламжлалт анагаах ухаанд будан барбадын (*Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb.) газрын дээд хэсэг нь халуурах, хижиг халуун, цусны даралт ихсэх, хаван, элэг, зүрх судас, хоол боловсруулах замын өвчнүүдийн үед болон янз бүрийн хордлогуудын үед хэрэглэгддэг байжээ[4,5]. Будан барбадын фитохимийн

судалгаа 2011 онд эхэлсэн бөгөөд түүнээс хойш хийн хроматографи масс спектрээр 14 дэгдэмхий нэгдлийг тодорхойлсон бөгөөд 7 флавоноид ба 6 алкалоидыг ялгаж тодорхойлсон бөгөөд үүнээс 4 нь шинэ байгалийн нэгдэл гэж хүлээн зөвшөөрөгдсөн бөгөөд эдгээр нь бүгд димер алкалоидууд байсан бөгөөд лептопирин, лептофумарин, лептомонин А, лептомонин В гэж нэрлэсэн. Ялгасан цэвэр нэгдлүүдийн антиоксидант, мутагенийн эсрэг, дархлаа зохицуулах, үрэвслийн эсрэг идэвхийг судалж шинэ алкалоид лептомонин А үрэвслийн эсрэг өндөр идэвхтэй байх боломжтойг тогтоосон[6-11]. Будан барбад ургамлын ханданд SiO_2, Na_2O, MgO зэрэг элементүүд ихэсч харин CaO, K_2O, P_2O_5 зэрэг ислүүд хандлалт хаягдалд багасч байна. Фтор будан барбадад <0.05 % бага байна. Амьдралын чухал элементүүд болон Ae_2, O_3, Ti, Fe, CaO, K_2O, P_2O_5 зэрэг элементүүдийн исэл үлдэж байгаа нь судалгаагаар тогтоогдсон. Оросын эрдэмтэн Г. А Бабенко, Л. П Решеткина нар эрдэс элементүүд нь организмын дотоод шүүрлийн үйл ажиллагаанд нөлөөлөхийн зэрэгцээ бие махбод дахь тодорхой гармонд чухал нөлөөлдөг болохыг тогтоожээ. Эрдэмтэн П. М Вакалюк (1968) бөөрний өвчний олон хэлбэрийн эмгэг өөрчлөлтийн үед микроэлементүүдийн солилцоо ихээхэн өөрчлөгдөж төмрийн агууламж буурдагийг туршилтаар тогтоосон байна. Будан барбад ургамалд дээрх ислүүд их байгаа нь хүний биеийн организмд эдгээрийг нөхөх зорилгоор ашиглах боломжтой бөгөөд эрдэс элементийн агууламж өндөр байгаа нь хүний биед зайлшгүй шаардлагатай дутал бүхий эрдэс элементүүдийг нөхөж урьдчилан сэргийлэх болон эмчилгээний үйлдэл үзүүлэх боломжтой юм.

Дүгнэлт:

1. Будан барбад ургамлын эх дээж үндсэнд цахиурын исэл 15.99%, хандлагдсаны дараах дээж 33.69%, TiO_2 исэл эх дээжид 0.16%, хандлагдан үлдсэн ургамлын шаарт 0.379%, хөнгөн цагааны исэл эх дээжид 3.54% байсан. Хандлагдсан үлдэгдэлд 7.52 %, Fe_2O_3 исэл их дээжид 1.14%, хандлагдсан үлдэгдэлд 2.51% үлдсэн бол бусад ислүүд болох CaO, K_2O, P_2O_5 зэрэг ислүүд хандандаа үлдсэн байна.
2. Будан барбад ургамалд Cu - 40.5 мг/кг, Zn - 211 мг/кг, хром 8.5 мг/кг, Ni 8 мг/кг. Zn 211 мг/кг ба Cu 40.5 мг/кг ийн төвшин нь ихэнх ургамлын хэвийн хүрээнээс илүү ч ургамлын физиологид шууд хортой гэж тодорхойлох хангалттай өндөр төвшин биш (эхний хордолтын төвшнээс доогуур). Харин Rb, 49 мг/кг, Zr 69 мг/кг бусад элементүүдээс яалтгүй их байна. Эдгээр нь магадгүй будан барбад ургамал нь тариалан талбайн орчим харьцангуй бохирдолтой хөрсөнд ургадаг учир зарим элементийг өөртөө шингээх чадвартай холбоотой байж болзошгүй.
3. Харин газрын ховор элементүүд цери Ce, иттерби Yb зэрэг элементүүд энэ ерөнхий диапазоны доогуур байгаа тул хэвийн хэмжээнд гэж харж болно. Будан барбад ургамалд эд эсийн үндсэн бүрэлдэхүүнд ордог маш олон ферментийн үйлчилгээ оролцохоос гадна цусны бүлэгнэлтын системийг бүрдүүлдэг микро элементүүд байгааг тодорхойлов.

Талархал: Энэхүү судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхэд тусалж дэмжсэн ШУА-ийн Хими химийн технологийн хүрээлэнгийн Ургамлын хими технологийн лабораторийн хамт олонд талархал илэрхийлж байна.

Ном зүй:

1. *Лигаа У., Даваасүрэн Б, Нинжил Н, (2006), Баруун болон Дорнодын анагаах ухаанд ашигладаг Монгол орны эмийн ургамал, УБ, 88-89.*
2. *Мэндсайхан, З. Ариунаа, М.Пүрэвжав Эмт ургамал 1-р боть . УБ 2016. 112-116*
3. *M.Urgamal, B.Oyuntsetseg, D.Nyambayar, Ch.Dulamsuren (2014) Conspectus of the vascular plants of Mongolia. Admon printing, Ulaanbaatar: 87*
4. *Ligaa U., 2006. Medicinal Plants of Mongolia Used in Western*
5. *Ц. Володя, Д. Цэрэнбалжир, Ц. Ламжав (2010) Монгол Орны Эмийн Ургамал*
6. *Boldbaatar, D., El-Seedi, H.R., Findakly, M., Jabri, S., Javzan, B., Choidash, B., Göransson, U., Hellman, B., 2014. Antigenotoxic and antioxidant effects of the Mongolian medicinal plant Leptopyrum fumarioides (L): An in vitro study. J. Ethnopharmacol. 155, 599-606. https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.06.005.*
7. *Doncheva, T., Solongo, A., Kostova, N., Gerelt-Od, Y., Selenge, D., Philipov, S., 2015. Leptopyrine, new alkaloid from Leptopyrum fumarioides L. (Ranunculaceae). Nat. Prod. Res. 29, 853-856. http://doi.org/10.1080/14786419.2014.991322.*
8. *А.Солонго (2019). Монгол орны сибирь тошлог (Berberis sibirica Pall.) ба будан барбад (Leptopyrum fumarioides (L.) Reichenb.) ургамлуудын изохинолины уламжлалын алкалоидын судалгаа. Химийн ухааны докторын (Ph.D) горилсон нэгэн сэдэвт бүтээл, УБ*
9. *Solongo, A., Doncheva, T., Kostova, N., Yadamsuren, G. O., Philipov, S., Ivanovska, N., 2020. Alkaloids from the aerial parts of Leptopyrum fumarioides express immunomodulatory activity. J. Asian Nat. Prod. Res. 22, 886-894. https://doi.org/10.1080/10286020.2019.1666821.*
10. *Solongo A., Doncheva T., Delgerbat B., Selenge D., 2022. Review of phytochemical and some biological activity of Leptopyrum fumarioides (L.) Reichenb. Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology 12, 231-237. https://doi.org/10.21285/2227-2925-2022-12-2-231-237.*
11. *Tserendorj Solongo, Tran Thu Huong, Erdenetsogt Purevdorj, Amgalan Solongo*, Battsagaan Bayasgalan, Vu Thanh Loc, Nguyen Xuan Ha, Vu Thi Ha, Nguyen Phi Hung, Do Thi Thao, Nguyen Thi Nga, Pham The Hai, Pauline Stark, Nguyen Manh Cuong.: Leptomonines A and B, two novel rare benzyltetrahydroisoquinoline N-oxides from the aerial parts of Leptopyrum fumarioides as potential COX-2 inhibitors: in vitro and in silico studies. Journal of Natural Medicines, 79(3), p.517-529, 2025. https://doi.org/10.1007/s11418-025-01882-x*
12. *Kumar, Vinod; Pandita, Shevita; Singh Sidhu, Gagan Preet; Sharma, Anket; Khanna, Kanika; Kaur, Parminder; Bali, Aditi Shreeya; Setia, Raj . (2021). Copper bioavailability, uptake, toxicity and tolerance in plants: A comprehensive review. Chemosphere, 262(127810), https://doi:10.1016/j.chemosphere.2020.127810*

13. Fred Y. Leung. (1998). Trace elements that act as antioxidants in parenteral micronutrition. 9(6), 304–307. https://doi:10.1016/s0955-2863(98)00018-7
14. Cannas, Daniela; Loi, Eleonora; Serra, Matteo; Firinu, Davide; Valera, Paolo; Zavattari, Patrizia. (2020). Relevance of Essential Trace Elements in Nutrition and Drinking Water for Human Health and Autoimmune Disease Risk. Nutrients, 12(7), 2074– https://doi:10.3390/nu12072074
15. Li, Longman; Yang, Xiaobo (2018). The Essential Element Manganese, Oxidative Stress, and Metabolic Diseases: Links and Interactions. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2018: 1–11. https://doi:10.1155/2018/7580707
16. Cesar G. Fraga. (2005). Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health. 26(4-5), 0–244. https://doi:10.1016/j.mam.2005.07.013
17. Shamikha Cheema, Syed Ibad Hussain, Muhammad Shaheer Bin Faheem, Amna Amir Jalal, Mohamed Rifai, Areej Dar, Muhammad Burhan, Areeba Shahid, Muhammad Seerat Ali, Amna Anwar, Misha Khalid, Sumaya Samadi (2025), Toxic heavy metal exposure and heart health: a systematic review and meta-analysis of 324,331 patients, Cheema et al. BMC Cardiovascular Disorders (2025) 25:792 https://doi.org/10.1186/s12872-025-05248-9
18. Lu Luo· Bo Wang· Jingwen Jiang· Martin Fitzgerald· Qin Huang· Zheng Yu· Hui Li· Jiqing Zhang· Jianhe Wei· Chenyuyan Yang· Hui Zhang· Linlin Dong· Shilin Chen, Heavy Metal Contaminations in Herbal Medicines: Determination, Comprehensive Risk Assessments, and Solutions, Front Pharmacol, 2021 Jan 14:11:595335. https://doi:10.3389/fphar.2020.595335

The chemical elements of *leptopyrum fumarioides* (l.) Reichenb

Solongo Ts[1,2], Baigalmaa R[3], Solongo A[2], Bayasgalan B[1]*

[1]Department of Pharmaceutical chemistry and Pharmacognosy, School of Pharmacy, MNUMS
[2]Laboratory of Plant Chemistry and Technology, Institute of Chemistry and Chemical Technology Mongolian Academy of Sciences
[3]New Medical University
E-mail: dpt22f052@gt.mnums.edu.mn, Tel: +976-94111913

Abstract:

Background: *Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb a relatively widely distributed annual herbaceous plant belonging to the Ranunculaceae family, grows predominantly in the dry steppe regions of Mongolia. In recent years, the global use of traditional medicine and natural products has increased substantially. In this context, elemental studies of medicinal plants including macroelements, microelements, and heavy metals provide a fundamental scientific basis for evaluating their nutritional value, therapeutic efficacy, safety, and standardization. Therefore, the investigation of the elemental composition of *Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb is of significant importance as a foundational study supporting its medicinal application.

Aim: To investigate the chemical elements, present in *Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb.

Objectives:

1. 1.To prepare plant samples and determine the contents of aluminum oxide, silicon dioxide, iron oxides, and calcium oxide in the plant material.
2. To identify and quantify the mineral elements present in the plant material.
3. 3.To investigate the heavy metals in the plant material.

Materials and Methods: *Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb were collected from Altanbulag soum, Töv Province, Mongolia, during the flowering stage in June 2023. The collected plant materials were air dried in accordance with standard procedures and used for analysis. The quantitative contents of macroelements, microelements, and ultra-trace elements in the plant were determined using high precision X ray fluorescence (XRF) analysis.

Results: In the raw plant material of *Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb, the silicon dioxide (SiO_2) content was 15.99%, which increased to 33.69% in the extracted residue. Titanium dioxide (TiO_2) was present at 0.16% in the raw material and 0.379% in the plant residue. Aluminum oxide (Al_2O_3) was 3.54% in the raw material and 7.52% in the extracted residue. Iron oxide (Fe_2O_3) was 1.14% in the raw material and 2.51% in the residue. Other oxides, including calcium oxide (CaO), potassium oxide (K_2O), and phosphorus pentoxide (P_2O_5), remained in the extracts. The concentrations of trace elements in the plant were determined as follows: copper (Cu) 40.5 mg/kg, zinc (Zn) 211 mg/kg, chromium (Cr) 8.5 mg/kg, and nickel (Ni) 8 mg/kg. The levels of Zn (211 mg/kg) and Cu (40.5 mg/kg) were found to be relatively higher compared to those reported in other plant species.

Conclusions:

1. In the raw plant material of *Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb, silicon dioxide (SiO_2) content was 15.99%, increasing to 33.69% in the extracted residue. Titanium dioxide (TiO_2) was 0.16% in the raw material and 0.379% in the residue. Aluminum oxide (Al_2O_3) was 3.54% in the raw material and 7.52% in the extracted residue. Iron oxide (Fe_2O_3) was 1.14% in the raw material and 2.51% in the residue. Other oxides, including calcium oxide (CaO), potassium oxide (K_2O), and phosphorus pentoxide (P_2O_5), were retained in the extracts.
2. The trace element analysis revealed the following concentrations: copper (Cu) 40.5 mg/kg, zinc (Zn) 211 mg/kg, chromium (Cr) 8.5 mg/kg, and nickel (Ni) 8 mg/kg. The levels of Zn (211 mg/kg) and Cu (40.5 mg/kg) were higher than those typically found in most plants; however, these concentrations are below the threshold considered toxic to plant physiology. Rubidium (Rb) at 49 mg/kg and zirconium (Zr) at 69 mg/kg were also relatively high compared to other elements. This may be related to the ability of *Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb to accumulate certain elements when growing in moderately contaminated soils near cultivated fields.
3. Rare earth elements, such as cerium (Ce) and ytterbium (Yb), were found to be below the general concentration range and can be considered within normal limits. Furthermore, the plant contains numerous trace elements that participate in various enzymatic activities and contribute to the components of the blood coagulation system.

Keywords: Macroelements, Microelements, Ultramicroelements, Heavy metal, Barbad