



Research Paper

<https://doi.org/10.5564/pib.v38i1.2543>

PROCEEDINGS OF
PIB
THE INSTITUTE OF BIOLOGY

Biochemical characteristics and mineral elements of some Ephedra plant species

Gachmaa BATZAYA* , Tsambaa BATTSEREN , Jukov AZZAYA 

Laboratory of Plant Vegetation and Plant Economic, Botanical Garden and Research Institute, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

*Corresponding author: batzayag@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0001-7232-6542>

Abstract. This study aimed to determine and compare some biochemical characteristics and mineral elements in rare medicinal plants *Ephedra equisetina* Bunge. and *E. przewalskii* Stapf. in Mongolia. In 2017, we identified several biochemical characteristics in aerial parts of *E. equisetina* and *E. przewalskii*, such as moisture, total ash, protein, lipid, and total carbohydrate, as well as 17 elements.

Proteins were determined by the Kjeldahl method, lipid was determined by the Soxhlet method, moisture and total ash were determined by weighing essay, and mineral elements were dissolved in concentrated acids using an inductively coupled plasma optical emission spectrophotometer (ICP-OES).

The study's findings, in particular the moisture content (4.7%), total ash content (13.1%), protein content (7.1%), lipid content (0.83%), total carbohydrate content (20.1%), and elemental content Ca-59.05 mg/g, K-93.7 mg/g, Mg-11.3 mg/g, P-13.7 mg/g, and Na-2.24 mg/g are all contained in *E. equisetina*.

E. przewalskii contains the following percentages of moisture: 5.21%, total ash: 11.9%, protein: 7.11%, lipid: 1.2%, total carbohydrate: 15.5%, and element content, particularly Ca: 57.3 mg/g, 24.2 mg/g, Mg: 4.4 mg/g, P: 2.28 mg/g, and Na: 1.69 mg/g. As a result, *E. equisetina* contained the highest concentrations of ashes and total carbohydrates, whereas *E. przewalskii* had the highest concentrations of moisture, proteins, and lipids. There was also a significant difference in biochemical characteristics between the two species ($P < 0.002$). The highest other elements in the two species of Ephedra were elements with the highest concentrations of Ca, K, Mg, P, and Na. Elements contents had a high difference between species variances ($p < 0.079$) and significance of statistics.

Our results showed that *E. equisetina* and *E. przewalskii* have similar habitat and soil types. However, there is some difference in biochemical characteristics and mineral element contents. *E. equisetina* was found to have a higher content of 13 elements, ash, and carbohydrate than *E. przewalskii*. In the future, there is an opportunity to conduct a detailed study of two species of plants, to study the vast heritage of traditional Mongolian medicinal plants, to provide explanations from the point of view of modern science, and to introduce them into modern medicine.

Keywords: ephedra species, ash, carbohydrate, moisture, protein, lipid, elements

Received 03 November 2022; received in revised form 17 December 2022; accepted 25 December 2022

© 2022 Author(s). This is an open access article under the [CC BY-NC 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Introduction

Ephedra which has a dominant distribution of 75 species throughout Asia and America, including 18 species in Russia, 7 species in China, and 9 species in Mongolia, is one of the world's 50 species of shrubs that have adapted to wet and desert environments [1].

Ephedraceae family plants are fairly common in Mongolian dry regions. They frequently dominate phytochromes. *Ephedra przewalskii* Stapf., *Ephedra sinica* Stapf., and *Ephedra equisetina* Bunge. are fodder and medicinal plants, which their green aerial shoots are consumed by animals throughout all year while people use those for making ephedrine-containing medicines.

Plants are widely used in Tibetan and Mongolian medicine [2].

Ephedra L. genus plants thrive in a variety of habitats in Mongolia. *E. przewalskii* Stapf. grows in stony and sandy deserts on gravelly slopes and saury sides; *E. sinica*, *E. equisetina* on rocky and stony slopes of mountains and hills, along saury sides and pebble bottoms, on semi-fixed thin sands. Plants of the ephedra genus help to fortify the soil, stimulate the accumulation of sand and snow cover, reduce the impacts of wind, and contribute significantly to the whole living biosystem [3].

Ephedra is widely used in folk medicine, especially in eastern countries, for various diseases. It was known in China over 3,500 years ago. In Chinese folk medicine, a decoction of the herb ephedra is used for whooping cough, bronchial asthma, tuberculosis, diaphoretic, diuretic, and antipyretic agent [4].

Catechin is one of the components of “Tameta-3” medication, which is also found in the raw materials of Ephedra species. Ephedra plants have the following physiological effects on the body: they reduce spleen and liver temperature, stop bleeding, treat wounds, relieve coughing and shortness of breath, and increase perspiration. Recently, many different types of pure compounds have been isolated from Ephedra species and are used to cure inflammation, strengthen the walls of blood vessels, and promote health. It is also widely utilized in several internal illnesses of the gut [2].

According to the above research, *E. sinica* has mostly been studied in Mongolia for biochemical and alkaloid studies. *E. przewalskii* and *E. equisetina* are two plant species that lack comprehensive biochemical studies, the source of study material. Studying clinically relevant primary substances, domesticating them for use in modern medicine, and researching Mongolian traditional medicine’s history are all significant.

Materials and Methods

We employed equipment analyses and traditional methods to determine the biochemical characteristics and mineral composition of *E. przewalskii* and *E. equisetina*. By using the three major theories of ignition distillation and titration, the Kjeldahl method (Kjeldahl apparatus KDN- 04C) was used to determine the protein concentration [5]. Ether is used to dissolve the lipid content, soak the lipid in it while it is being heated to roughly 50 °C, and then let it boil off (Soxhlet apparatus BFA-2). The ether then evaporates, and the moisture and total ash contents are estimated using the weight technique moisture (ZHICHENG-ZXRD-A5210 drying oven) (LM-112.10 ignite furnace) based on the idea of repeated evaporation [6]. Also, the determination of mineral element content was performed using an inductively coupled plasma optical absorption spectrophotometer (Optima 8300-ICP-OES) and dissolved in concentrated acids using a microwave sample disintegrator under pressure.

Statistical analyses

The experimental data were processed using Excel 2013 and SPSS 22.0 statistical package. The data analysis techniques were applied, including Tukey HSD (High significant difference), One-way ANOVA in the difference of group between and group within biochemical characteristics and minerals in *E. przewalskii* and *E. equisetina*. Independent t-tested the difference of species between biochemical properties and mineral elements in *E. przewalskii* and *E. equisetina*. Statistical significance was recognized as $P < 0.05$.

Results

Water and dry matter are the two basic components that constitute a plant’s biochemical characteristics. Plants absorb moisture primarily as a whole and in

Table 1. Information of samples

Species	Study area	Coordinates	Habitat	Date	Part of using
<i>Ephedra equisetina</i> Bunge.	Tsagaan Bogd mountain, Shinejinst soum, Bayankhongor province	98.75633° E, 42.83506° N, 1861 m	gravel slopes and mountain sides	2017-06-25	aerial parts
<i>Ephedra przewalskii</i> Stapf.	Zaraa mountain, Bayan-Undur soum, Bayankhongor province	97.78842° E, 43.36006° N, 1065 m	rocky slopes of mountains	2017-06-25	aerial parts

conjunction with proteins and carbohydrates. The nutritional value of the plant is more significantly impacted by moisture content the greater the moisture level is.

Mineral and organic matter constitute the majority of a plant's dry matter, whereas organic matter contains nutrients including protein, oil, carbohydrates, and vitamins [7].

In our study, we measured the level of organic compounds including moisture, proteins, carbohydrates, and lipids, as well as inorganic compound ash and the results are shown in **Table 2**.

To determine some of the biochemical characteristics in aerial parts of *E. przewalskii* and *E. equisetina*.

Our study showed that *E. przewalskii* had high levels of total ash and total carbohydrate whereas *E. equisetina* had high quantities of moisture, lipid, and protein. The difference in biochemical characteristics has a P value of 0.05 in a one-way ANOVA. Additionally, it demonstrated that differences between species were significant ($P < 0.05$) when studied independently.

Many important functions of plant physiology and secondary metabolic process are performed by mineral elements [8]. Mineral elemental contents in plant samples were $K > Ca > P > Mg > Na > Sr > Fe > Ba > Mn > Al > Zn > Li > Cu > Pb > Cr > Ni > Cd$ in *E. equisetina*, with the order of average element contents following. The K concentration was the highest (93.75 mg/g), and macro elements (P, K, Ca, and Mg) made up 96.59% of the total elements, whereas microelements (Fe, Al, Mn, Zn, Li, Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, and Sr) were comparatively uncommon (3.41%). Sr (1.4 mg/g) has the highest concentration of the other microelements in *E. equisetina* (**Fig. 1**).

In *E. przewalskii*, Ca is followed by K, Mg, P, Na, Fe, Sr, Al, Mn, Ba, Zn, Cu, Li, Cr, Ni, Pb, and Cd. Ca had the highest concentration, measuring 57.03 mg/g in *E. przewalskii*. Microelements (Fe, Al, Mn, Zn, Li, Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, and Sr) constituted 8.14% of the total elements, while macro elements (P, K, Ca, and Mg) constituted 91.86% of the total. Sr (1.03 mg/g) had the greatest concentration of the other microelements in *E. przewalskii* (**Fig. 2**).

Although there were no variations in the microelements

Table 2. Comparison of biochemical characteristics in 2 Ephedra

Biochemical characteristics	<i>E. equisetina</i>	<i>E. przewalskii</i>
protein %	7.11 ± 0.02 ^b	10.1 ± 0.3 ^a
moisture %	4.7 ± 0.04 ^b	5.21 ± 0.11 ^a
ash %	13.2 ± 0.1 ^a	11.9 ± 0.1 ^a
lipid %	0.83 ± 0.05 ^b	1.2 ± 0.04 ^a
Carbohydrate %	20.2 ± 0.1 ^a	15.5 ± 0.2 ^b

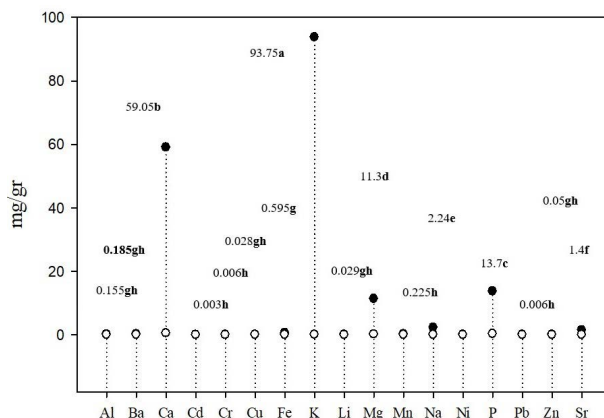


Fig. 1. Contents of mineral elements in *E. equisetina*

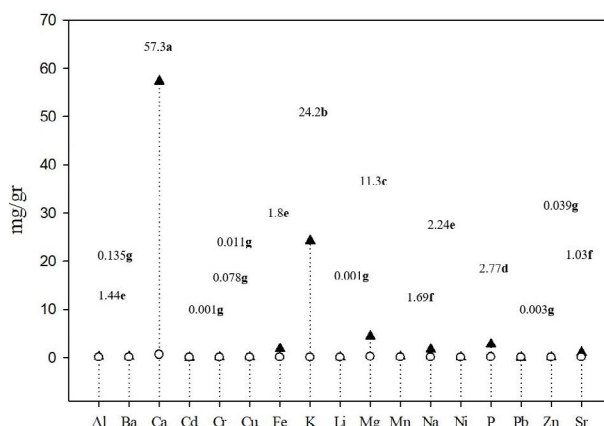


Fig. 2. Contents of mineral elements in *E. przewalskii*

between the two species, there were significant differences ($P < 0.05$) in the macro elements by one-way ANOVA statistical analysis.

Discussion

Traditional medicine is continuously using *E. sinica*, a member of the ephedra genus, for its physiologically active compounds. *E. sinica* Stapf and *E. intermedia* are described in the Chinese Pharmacopoeia. According to Bunge [9], who is Ma Huang's (ephedra) official source, the combined amounts of ephedrine and pseudoephedrine measure at least 0.8%. Since there aren't many studies on the biologically active compounds found in *E. equisetina* and *E. przewalskii*, two species, more studies need to be conducted. In this study, we assessed a few biochemical characteristics and minerals, which served as the foundation for a more thorough chemical analysis of

these two species. According to a study [10], the total ash content of gobi plants was 6.12–36.78%. However, our research indicates that total ash content was 11.9–13.2%, which is compatible with the findings of the results of the research.

The plants growing in Mongolia's Gobi region have a protein content of 9.45–27.33%, and a lipid content of 0.9–7.5% [10]. However, based on our research the protein content was 7.11–10.1%, lipid of 0.8–1.2%, and that were found to be relatively low in the 2 species of Ephedra.

In our study, the total carbohydrate content in the above-ground parts of the two species was found to be 15.5–20.2%, which is similar to the results of the above study and has significance. It was discovered that the cellulose content in the root system of *Ephedra sinica* was 20.23% and 19.12% in the above-ground part [11].

The survival of plants depends on a variety of elements, commonly referred to as valuable minerals. This element deficiency impacts either plant production or plant biomass. Plants need all of the following elements in order to survive: carbon (C), hydrogen (H), oxygen (O), nitrogen (N), phosphorus (P), sulfur (S), boron (B), chlorine (Cl), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), manganese (Mn), copper (Cu), iron (Fe), zinc (Zn), molybdenum (Mo), and nickel (Ni). These elements also play important roles in diverse metabolic processes in plants [12]. Many important functions of plant physiology are performed by these elements [8].

While elements like Fe and F are common, the plants which grow in the Gobi region are rich in Ca, P, K, and Na. However, I-iodine is either completely absent or has a very low concentration. Ephedra is a plant that grows in the Gobi Desert's sandy soil. As a result, we compared it with studies on plant minerals in the Gobi. These are similarity those of the researcher, showing that the content of macro elements such as Ca, P, K, Na, and other microelements was high and that the number of other microelements differed [13]. Results demonstrated that *E. sinica* could hyper accumulate Ca (>3.89 mg/kg), K (>3.26 mg/kg), P (>0.84 mg/kg), Na (>0.19 mg/kg), Fe (>0.12 mg/kg), Sr (>0.08 mg/kg), and Mg (>0.015 mg/kg), and mean enrichment coefficients of *E. sinica* [14] but Ca (7.3–59.05 mg/kg), K (24.2–93.75 mg/kg), P (2.77–13.7 mg/kg), Na (0.23–1.69 mg/kg), Fe (0.6–1.69 mg/kg), Sr (0.08–0.29 mg/kg), and Mg (11.3 mg/kg) in two

species of ephedra in our research. In accordance with this result, the two species used in the study had higher macronutrient contents than *E. sinica*. Future research on biological activity compounds that depend on the availability of biochemistry and mineral elements is required, as is a detailed examination of the clinical effect and the possibility of its application in both traditional and modern medicine.

Conclusion

In this study, we found that *E. equisetina* and *E. przewalskii* have similar habitat and soil types, but differ in biochemistry and minerals content. *E. equisetina* was found to have a higher content of 13 elements, total ash, and carbohydrate content than *E. przewalskii*. In the future, there is an opportunity to conduct a detailed study of two species of plants, to study the vast heritage of traditional Mongolian medicinal plants, to provide explanations from the point of view of modern science, and to introduce them into modern medicine.

Acknowledgments

This work was supported by the research project “Comparative study of developmental stages, biochemistry and chemical composition of wild and cultivated plants” (code:20BB11ShT3030 (20ББ11ШТ3030) from the Ministry of Environment and Tourism of Mongolia, and Mongolian Foundation for Science and Technology (2020–2023).

References

- [1] M. Urgamal, B. Oyuntsetseg, D. Nyambayar, and C. Dulamsuren, *Conspectus of the Valcular Plants of Mongolia*. Ulaanbaatar, Mongolia, 2014.
- [2] U. Ligaa, *Medicinal Plants of Mongolia used in western and eastern medicine*. Ulaanbaatar, Mongolia, 2015.
- [3] T. Battseren, “Distribution and role of *Ephedra sinica* Stapf. (Ephedraceae) in steppe communities of Eastern Mongolia,” Kazan Federal University, 2012.
- [4] F. Mei et al., “Antipyretic and anti-asthmatic activities

- of traditional Chinese herb-pairs, Ephedra and Gypsum,” *Chin. J. Integr. Med.*, vol. 22, no. 6, pp. 445–450, Jun. 2016, <https://doi.org/10.1007/s11655-014-1952-x>.
- [5] Gendaram Kh, Togtokhbayar N, Rinchindorj D, Sodnomtseren Ch. *Methods of analytical chemistry of nutrition*. Ulaanbaatar pp. 25-37. 2002.
- [6] Sukhdolgor J. *Plant chemistry and biochemistry manual of the practical lessons*. 2013. Ulaanbaatar. pp. 37-137.
- [7] S. Jigjidsuren, *Grassland Management*. Ulaanbaatar, Mongolia, 2005.
- [8] F. Wang, “Trace element research in China: Present and Future,” *Chin. Bull. Life Sci.*, vol. 24, pp. 713–730, 2012.
- [9] *Pharmacopoeia of the People’s Republic of China*, vol. 1. Beijing, 2015.
- [10] R. Tserendulam, *The cycle of nutrition facts in the herb*. Ulaanbaatar, Mongolia, 1980.
- [11] L. Munkhgerel, C. Otgonbayar, and D. Regdel, “Biochemical study of *Ephedra sinica* Stapf.,” *Proceedings of the Academy of Sciences*, vol. 2, no. 196, pp. 25–30, 2010.
- [12] N. Ohkama-Ohtsu and J. Wasaki, “Recent Progress in Plant Nutrition Research: Cross-Talk Between Nutrients, Plant Physiology and Soil Microorganisms,” *Plant and Cell Physiology*, vol. 51, no. 8, pp. 1255–1264, Aug. 2010, doi: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcq095>.
- [13] B. Oyun, *Research findings of livestock food quality*. Ulaanbaatar, Mongolia, 1980.
- [14] Z. Cao et al., “Influence of the rhizosphere soils on essential elements of *Ephedra sinica* herbaceous stems,” *Emir. J. Food Agric.*, vol. 30, pp. 29–38, Jan. 2018, <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i1.1589>.



Зарим зүйл зээргэний биохимийн үзүүлэлт болон эрдэс элементүүд

Гачмаа БАТЗАЯА* , Цамбаа БАТЦЭРЭН , Жуков АЗЗАЯА 

Шинжлэх ухааны академи, Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн, Ургамалжлын экологи, ургамлын эдийн засгийн лаборатори,
Улаанбаатар, Монгол Улс

*Холбоо барих зохиогч: batzayag@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0001-7232-6542>

Хураангуй. Энэхүү судалгаа нь Монгол оронд ургадаг Шивлээхэй зээргэнэ, Хонин зээргэнэ зэрэг ховор эмийн ургамлын зарим биохимийн шинж чанар, эрдэс элементүүдийн агууламжийг харьцуулан тодорхойлох зорилготой юм.

Баянхонгор аймгийн нутаг дэвсгэрт орших Залаа уул, Цагаан богд уулнаас судалгааны 2 зүйл зээргэний газрын дээд хэсгийг 2017 оны 6-р сарын сүүл үед цуглуулан чийг, үнс, уураг, липид, нийт нүүрс ус, мөн 17 элементийг тодорхойлсон. Ингэхдээ уургийн агууламжийг Кьелдалийн аргаар буюу шатаах, нэрэх, титрлэх гэсэн 3 үндсэн зарчмаар тодорхойлсон. Тослогийн агууламжийг эфирт уусгаж, тосыг эфирээр дэвтгээж, халааж, эфирийн буцалгах температур 50°C орчимд эфир ууршиж, давтан ууршуулах зарчмаар жингийн аргаар чийг болон үнслэгийн агууламжийг мөн хатаах, шатаах зарчмаар жингийн зөрүүгээр тооцсон, мөн эрдэс элементийн агууламжийг индукци холбоост плазмын оптик шингээлтийн спектрофотометрийн багажаар (ICP-OES) даралтад богино долгионы дээж задлагч ашиглан концентрацитай хүчлүүдээр уусган тодорхойлолтыг явуулсан.

Судалгааны үр дүнд: Шивлээхэй зээргэний чийглэг 4.7 %, үнс 13.1 %, уураг 7.11 %, өөх тос 0.83 %, нийт нүүрс ус 20.1 %, элементүүд ялангуяа Ca 59.05 мг/г, K 93.7 мг/г, Mg 11.3 мг/г, P 13.7 мг/г, Na 2.24 мг/г агууламжтай, Хонин зээргэний чийг 5.21 %, үнс 11.9 %, уураг 7.11 %, өөх тос 1.2 %, нийт нүүрс ус 15.5 %, Ca 57.3 мг/г, 24.2 мг/г, Mg 4.4 мг/г, P 2.28 мг/г, Na 1.69 мг/г агууламжтай байв. Иймд судалгааны үр дүнгээс үнслэг болон нийт нүүрс усны агууламж Шивлээхэй зээргэнэд хамгийн их, харин чийг, уураг, тослогийн агууламж Хонин зээргэнэд хамгийн их байсан ба биохимийн үзүүлэлт зүйл хооронд ялгаатай ($P < 0.002$) байв. Судалгаанд авсан 2 зүйл зээргэнэд Ca, K, Mg, P, болон Na зэрэг макроэлементүүдийн агууламж нь бусад микроэлементүүдээс өндөр байсан ба элементүүдийн агууламж зүйл хооронд ялгаа ($P < 0.079$) бага боловч макроэлементийн агууламж зүйл хооронд ялгаатай ($P < 0.05$), микроэлементүүд хооронд статистикийн ялгаа ажиглагдсангүй. Энэхүү судалгааны үр дүнд амьдрах орчин, хөрсний төрөл ижил боловч биохими, эрдэс элементийн агууламжаараа ялгаатай болохыг бид илрүүлсэн. Шивлээхэй зээргэнийг Хонин зээргэнэтэй харьцуулахад 13 элемент, үнслэг, нүүрс усны агууламж өндөртэй болохыг тогтоосон. Цаашид хоёр төрлийн ургамлын нарийвчилсан судалгаа хийж, Монголын уламжлалт эмийн ургамлын асар их өвийг судлах, орчин үеийн шинжлэх ухааны үүднээс тайлбар өгөх, орчин үеийн анагаах ухаанд нэвтрүүлэх боломжийг судлах шаардлагатай байна.

Түлхүүр үгс: Зээргэнэ, нийт үнслэг, нийт нүүрс ус, чийг, уураг, тослог элементүүд

Хүлээн авсан 2022.11.03; хянан тохиолдуулсан 2022.12.17; зөвшөөрсөн 2022.12.25

© 2022 Зохиогчид. [CC BY-NC 4.0 лиценз](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Оршил

Зээргэнэ нь Орост 18 зүйл, Хятадад 7 зүйл, Монголд 9 зүйл зэрэг Ази, Америк даяар 75 зүйл зонхилох тархацтай байдаг дэлхийн нойтон болон чийглэг орчинд дасан зохицсон 50 зүйлийн бут

сөөгний нэг юм [1]. Ephedraceae овгийн ургамлууд нь БНМАУ-ын хуурай бүс нутагт нэлээд түгээмэл байдаг. *Ephedra przewalskii* Stapf., *Ephedra sinica* Stapf., *Ephedra equisetina* Bunge нь тэжээлийн болон эмийн ургамал; тэдний ногоон найлзуурыг амьтад жилийн турш хэрэглэдэг бөгөөд хүмүүс эфедрин

агуулсан эм үйлдвэрлэхэд мөн Төвд, Монголын анагаах ухаанд өргөнөөр ашигладаг [2].

Ephedra овгийн ургамлууд Монгол орны янз бүрийн амьдрах орчинд ургадаг. Хонин зээргэнэ нь чулуурхаг, элсэрхэг элсэн цөлд хайргатай энгэр, шарлагаталдээр ургадаг; Нангиадзээргэнэ, Шивлээхэй зээргэнэ нь уул толгодын хадан, чулуурхаг энгэр, эрэг дагуу ба хайрга ёроол, хагас тогтворгүй нимгэн элсэн дээр. Зээргэнэ төрлийн ургамлууд нь хөрсийг бэхжүүлж, элс, цасан бүрхүүлийн хуримтлалыг идэвхжүүлж, салхины нөлөөллийг бууруулж, бүх амьд биосистемд ихээхэн хувь нэмэр оруулдаг [3].

Зээргэнийг ардын анагаах ухаанд, ялангуяа зүүн өмнө Азийн орнуудад янз бүрийн өвчинд өргөн хэрэглэгддэг. Энэ нь 3500 гаруй жилийн өмнө Хятадад мэдэгдэж байсан ба Хятадын ардын анагаах ухаанд зээргэнэд агуулагдах декоцин нь хөхүүл ханиалгах, гуурсан хоолойн багтраа, сүрьеэ өвчний үед хэрэглэхээс гадна диафоретик, шээс хөөх эм, халуун бууруулах үйлчилгээтэйг тогтоосон байдаг [4].

Катехин нь "Тамета-3" эмийн бүрэлдэхүүн хэсэг бөгөөд эфедра төрлийн түүхий эдэд байдаг. Зээргэнэ төрлийн ургамал нь биед дараах физиологийн нөлөө үзүүлдэг: дэлүү, элэгний температурыг бууруулж, цус алдалтыг зогсоож, шархыг эмчилдэг, ханиалгах, амьсгал давчдах, хөлрөхийг нэмэгдүүлдэг. Сүүлийн үед зээргэний төрөл зүйлээс олон төрлийн цэвэр нэгдлүүдийг ялгаж авч үрэвслийг эмчлэх, цусны судасны ханыг бэхжүүлэх, эрүүл мэндийг дэмжихэд ашигладаг. Энэ нь гэдэсний хэд хэдэн дотоод өвчинд өргөн хэрэглэгддэг ажээ [2].

Дээрх судалгаанаас үзэхэд Нангиад зээргэний Монголд ихэвчлэн биохими, алкалоид судлалын чиглэлээр судалсан байдаг. Харин Хонин зээргэнэ, Шивлээхэй зээргэний биохимийн судалгаа хомс байгаа тул эмнэлзүйн ач холбогдол бүхий анхдагч бодисуудыг судлах, орчин үеийн анагаах

ухаанд хэрэглэх зорилгоор гаршуулах, Монголын уламжлалт анагаах ухааны түүхийг судлах нь чухал ач холбогдолтой юм.

Материал, аргазүй

Бид Хонин зээргэнэ, Шивлээхэй зээргэний биохимийн шинж чанар, эрдсийн найрлагыг тодорхойлохын тулд багажит анализ болон уламжлалт аргуудыг ашигласан. Уургийн агууламжийг тодорхойлохдоо шатаах, нэрэх ба титрлэлтийн гурван үндсэн зарчмыг ашиглан Kjeldahl аргаар (Kjeldahl аппарат KDN-04C) [5]. Тослогийн агууламжийг эфирт уусгаж, ойролцоогоор 50°C хүртэл халаах зарчмаар жингийн зөрүүгээр тооцсон (Soxhlet аппарат BFA-2). Дараа нь чийг болон нийт үнслэгийн агууламжийг давтан ууршуулах урвалын зарчимд үндэслэн жингийн аргаар (ZHICHENG-ZX-RD-A5210 хатаах зуух) (LM-112.10- гал асаах зуух) тооцоолсон [6]. Мөн эрдэс элементийн агууламжийг тодорхойлохдоо индукци холбоост оптик шингээлтийн спектрофотометр (Optima 8300- ICP-OES) багажаар хийж, богино долгионы дээж задлагч ашиглан концентрацитай хүчилд уусгасан.

Статистик анализ

Туршилтын өгөгдлийг Excel 2016 болон SPSS 22.0 статистикийн программ ашиглан боловсруулсан. Өгөгдлийн шинжилгээний аргыг ашигласан бөгөөд үүнд Хонин зээргэнэ, Шивлээхэй зээргэний биохимийн үзүүлэлт болон эрдсийн агууламжид Tukey HSD (high significant difference), нэг хүчин зүйлт вариансын анализ (ANOVA) хийж, эрдэс элемент болон биохимийн үзүүлэлт хоорондын ялгаа мөн зүйлийн хоорондын ялгааг тогтоосон. Статистик ялгааг $P = 0.05$ -аас бага утгаар авч үзсэн.

1-р хүснэгт. Дээжийн мэдээлэл

Species	Study area	Coordinates	Habitat	Date	Part of using
<i>Ephedra equisetina</i> Bunge.	Tsagaan Bogd mountain, Shinejinst soum, Bayankhongor province	98.75633° E, 42.83506° N, 1861 m	gravel slopes and mountain sides	2017-06-25	aerial parts
<i>Ephedra przewalskii</i> Stapf.	Zaraa mountain, Bayan-Undur soum, Bayankhongor province	97.78842° E, 43.36006° N, 1065 m	rocky slopes of mountains	2017-06-25	aerial parts

Судалгааны үр дүн

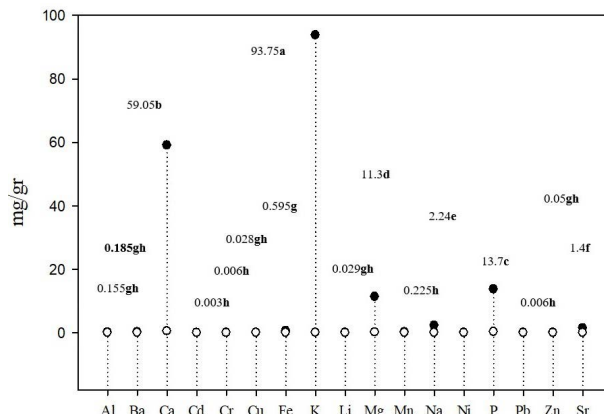
Ус ба хуурай бодис нь ургамлын биохимийн шинж чанарыг бүрдүүлдэг үндсэн хоёр бүрэлдэхүүн хэсэг юм. Ургамал чийгийг бүхэлд нь, уураг, нүүрс устай хамт шингээдэг. Ургамлын тэжээллэг чанар нь чийгийн агууламжаас илүү их хэмжээгээр нөлөөлдөг. Ургамлын хуурай бодисын дийлэнх хувийг эрдэс ба органик бодис эзэлдэг бол органик бодис нь уураг, тос, нүүрс ус, витамин зэрэг шимт бодисуудыг агуулдаг [7]. Бид судалгаандаа чийг, уураг, нүүрс ус, липид зэрэг органик нэгдлүүд, мөн органик бус үнслэг зэргийг хэмжсэн бөгөөд үр дүнг **2-р хүснэгтэд** үзүүлэв.

Хоёр зүйл зээргэний газрын дээд хэсэгт биохимийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон. Судалгааны үр дүнд хонин зээргэнэд нийт үнслэг болон нийт нүүрс усны агууламж өндөр, харин шивлээхэй зээргэнэд чийг, тослог уургийн агууламж өндөр байсан. Биохимийн үзүүлэлт хоорондын ялгаа нь нэг хүчин зүйлт вариансын анализийг хийсэн. Ингэхэд биохимийн үзүүлэлт хооронд ялгаатай, зүйлийн хооронд мэдэгдэхүйц ялгаатай байсныг ($P > 0.05$) тодовгов.

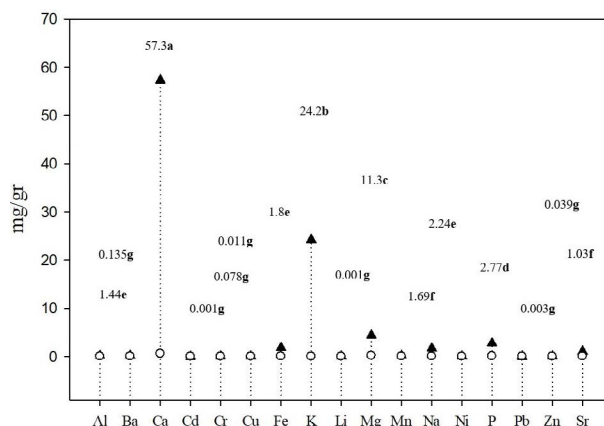
Ургамлын физиологи, хоёрдогч бодисын солилцооны үйл явцын олон чухал үүргийг эрдэс элементүүд гүйцэтгэдэг [8]. Шивлээхэй зээргэний дээжинд агуулагдах эрдэс элементийн агууламж нь $K > Ca > P > Mg > Na > Sr > Fe > Ba > Mn > Al > Zn > Li > Cu > Pb > Cr > Ni > Cd$ байсан бөгөөд К-ийн концентраци хамгийн их (93.75 мг/г) мөн макро элементүүд (P, K, Ca, Mg) нийт элементийн 96.59%-ийг эзэлж байгаа бол микроэлементүүд (Fe, Al, Mn, Zn, Li, Cu, Ni), Cr, Pb, Cd, Sr) нь харьцангуй бага (3.41%) байв. Шивлээхэй зээргэнэд Sr (1.4 мг/г) нь бусад микроэлементүүдийс хамгийн их агууламжтай байв (**1-р зураг**).

2-р хүснэгт. Хоёр зүйлийн зээргэний биохимийн шинж чанарыг харьцуулсан дүн

Биохимийн үзүүлэлтүүд	Шивлээхэй зээргэнэ	Хонин зээргэнэ
Уураг %	7.11 ± 0.02 ^b	10.1 ± 0.3 ^a
Чийг %	4.7 ± 0.04 ^b	5.21 ± 0.11 ^a
Үнслэг %	13.2 ± 0.1 ^a	11.9 ± 0.1 ^a
Тослог %	0.83 ± 0.05 ^b	1.2 ± 0.04 ^a
Нүүрс ус %	20.2 ± 0.1 ^a	15.5 ± 0.2 ^b



1-р зураг. Шивлээхэй зээргэний эрдэс элементийн агууламж



2-р зураг. Хонин зээргэний эрдэс элементийн агууламж

Хонин зээргэнэд агуулагдах эрдэс элементүүд нь Ca-ийн араас $K > Mg > P > Na > Fe > Sr > Al > Mn > Ba > Zn > Cu > Li > Cr > Ni > Pb > Cd$ ба Ca хамгийн их концентрацитай байсан ба 57.03 мг/г байна. Хонин зээргэнэ дэх микроэлементүүд (Fe, Al, Mn, Zn, Li, Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, Sr) нийт элементүүдийн 8.14%-ийг, макро элементүүд (P, K, Ca, Mg) 91.86%-ийг бүрдүүлж байгаа бөгөөд нийт микроэлементүүдээс Sr (1.03 мг/г) нь бусад микроэлементүүдийн хамгийн их агууламжтай байв (**2-р зураг**).

Статистик судалгааны үр дүнд нэг хүчин зүйлт вариансын анализ хийхэд хоёр зүйл зээргэний микроэлементийн агууламж хооронд ялгаа байхгүй ч, макроэлементүүдийн хувьд мэдэгдэхүйц ялгаа ($P < 0.05$) байгааг илрүүлэв.

Хэлэлцүүлэг

Уламжлалт анагаах ухаан нь зээргэнэ овгийн *E. sinica*-г физиологийн идэвхтэй нэгдлүүд болгон ашигласаар байна. *Ephedra sinica* Stapf болон *Ephedra intermedia* нь Хятадын фармакопейнд бүртгэгдсэн байдаг. *Ephedra equisetina* дахь болон Ma Huang (эфедра) албан ёсны эх сурвалж болох Bunge-ийн хэлснээр эфедрин ба псевдоэфедриний нийлмэл хэмжээг дор хаяж 0.8% байх ёстой [9]. Гэсэн хэдий ч *E. equisetina* болон *E. przewalskii* гэсэн хоёр зүйлээс олдсон биологийн идэвхт нэгдлүүдийн талаар судалгаа хомс байдаг тул Монгол ургаж буй зээргэний биохими судалгааг нарийвчлан хийх шаардлагатай байна. Энэхүү судалгаанд бид хэд хэдэн биохимийн шинж чанар, эрдэс элементийг тодорхойлсон бөгөөд энэ нь дээрх хоёр зүйлийн илүү нарийвчилсан химийн шинжилгээ хийх үндэс суурь болсон юм.

Судалгаанд ашиглагдаж буй 2 зүйл зээргэнэ нь говийн элсэрхэг хөрсөнд ургадаг [3] бөгөөд Цэрэндуламын 1963 оны судалгаагаар говийн ургамлын үнслэгийн агууламж 6.12–36.7%, харин манай судалгаагаар үнслэгийн агууламж 11.9-13.2% байгаа нь судалгааны үр дүнгийн дүгнэлттэй нийцэж байна. 1980 онд хийсэн судалгаагаар говийн бүсийн уургийн агууламж 9.45-27.33%, өөх тосны агууламж 0.9-7.5% байна [10]. Харин бидний судалгаагаар 2зүйл зээргэнэд уураг (7.11-10.1%), өөх тосны агууламж (0.8-1.2%) бага байгааг харуулж байна.

Эрдэмтэд (2010) туршилтын үр дүнд үндэслэн *Ephedra sinica*-д үндэс системийн эслэгийн агууламж 20.23%, агаарын найлзууруудын систем дэх эслэгийн агууламж 19.12% [11] байсан боловч бидний судалгаагаар дээрх хоёр зүйлийн газрын дээд хэсэгт нийт нүүрс усны агууламж 15.5-20.2 буюу ойролцоо байгааг тодотгов.

Ургамлын оршин тогтнох чадвар нь үнэ цэнэтэй нэгдэл гэж нэрлэгддэг олон төрлийн элементүүдээс хамаардаг. Энэхүү элементүүдийн дутагдал нь ургамлын бүтээмж эсвэл ургамлын биомассад нөлөөлдөг. Ургамал оршин тогтнохын тулд дараахь бүх элементүүдийг шаарддаг: нүүрстөрөгч (C), устөрөгч (H), хүчилтөрөгч (O), азот (N), фосфор (P), хүхэр (S), бор (B), хлор (Cl), кали (K), кальци (Ca), магни (Mg), манган (Mn), зэс (Cu), төмөр (Fe), цайр

(Zn), молибден (Mo), никель (Ni). Эдгээр элементүүд нь ургамлын төрөл бүрийн бодисын солилцооны үйл явцад чухал үүрэг гүйцэтгэдэг [12]. Ургамлын физиологийн олон чухал үүргийг эдгээр элементүүд гүйцэтгэдэг байна [8].

Ихэнх ургамалд Fe, F зэрэг элементүүд нийтлэг байдаг бол говийн бүсийн ургамал Ca, P, K, Na-аар баялаг байдаг. Гэсэн хэдий ч I-иод бүрэн байхгүй эсвэл маш бага концентрацитай байдаг. *Ephedra* бол говь цөлийн элсэрхэг хөрсөнд ургадаг ургамал юм [3]. Тиймээс бид говийн ургамлын эрдсийн судалгаатай харьцуулсан. Эдгээр нь Ca, P, K, Na болон бусад микроэлементүүдийн агууламж өндөр, бусад микроэлементүүдийн тоо өөр байдгийг харуулсан судлаачийн үр дүнтэй ижил байв (Оюун. 1980). *E. sinica*-д Ca (>3.89 мг/кг), K (>3.26 мг/кг), P (>0.84 мг/кг), Na (>0.19 мг/кг), Fe (>0.12) их хуримтлагддаг болохыг харуулсан, Sr (>0,08 мг/кг), Mg (>0,015 мг/кг), мөн E. (Zhe Cao нар, 2018) баяжуулалтын дундаж коэффициент, харин Ca (7,3-59,05 мг/кг) , K (24,2-93,75 мг/кг), P (2,77-13,7 мг/кг), Na (0,23- 1,69 мг/кг), Fe (0,6-1,69 мг/кг), Sr (0,08-0,29 мг/кг), болон Mg (11.3 мг/кг) 2 зүйлийн зээргэнэд -д илэрсэн байна. Энэ үр дүнгийн дагуу судалгаанд ашигласан 2 зүйл нь *E. sinica* буюу нангиад зээргэнээс илүү агууламжтай байсан. Цаашид биохими, эрдэс элементүүдийн судалгаанаас хмаарч биологийн идэвхт нэгдлүүдийн талаархи судалгаа, эмнэлзүйн үр нөлөө, уламжлалт болон орчин үеийн анагаах ухаанд хэрэглэх боломжийг нарийвчлан судлах шаардлагатай.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны үр дүнд Шивлээхэй зээргэнэ, Хонин зээргэнэ нь амьдрах орчин, хөрсний төрөл ижил боловч биохими, эрдэс элементийн агууламжаараа ялгаатай болохыг бид илрүүлсэн. Шивлээхэй зээргэнийг Хонин зээргэнэтэй харьцуулахад 13 элемент, үнслэг, нүүрс усны агууламж өндөртэй болохыг тогтоосон. Цаашид хоёр төрлийн ургамлын нарийвчилсан судалгаа хийж, Монголын уламжлалт эмийн ургамлын асар их өвийг судлах, орчин үеийн шинжлэх ухааны үүднээс тайлбар өгөх, орчин үеийн анагаах ухаанд нэвтрүүлэх боломжийг судлах шаардлагатай байна.

Талархал

Энэхүү судалгааг Монгол Улсын Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам, Шинжлэх ухаан технологийн сангийн “Зэрлэг болон таримал ургамлын хөгжлийн үе шат, биохими, химийн найрлагын харьцуулсан судалгаа” (код:20ВВ11ShT3030) (20ББ11ШТ3030) сэдэвт төслийн санхүүжилтээр хийгдсэн (2020-2023).

Ашигласан бүтээл

- [1] M. Urgamal, B. Oyuntsetseg, D. Nyambayar, and C. Dulamsuren, *Conspectus of the Vascular Plants of Mongolia*. Ulaanbaatar, Mongolia, 2014.
- [2] U. Ligaa, *Medicinal Plants of Mongolia used in western and eastern medicine*. Ulaanbaatar, Mongolia, 2015.
- [3] T. Battseren, “Distribution and role of *Ephedra sinica* Stapf. (Ephedraceae) in steppe communities of Eastern Mongolia,” Kazan Federal University, 2012.
- [4] F. Mei *et al.*, “Antipyretic and anti-asthmatic activities of traditional Chinese herb-pairs, Ephedra and Gypsum,” *Chin. J. Integr. Med.*, vol. 22, no. 6, pp. 445–450, Jun. 2016, <https://doi.org/10.1007/s11655-014-1952-x>.
- [5] Гэндарам Х, Тогтохбаяр Н, Ринчиндорж Д, Содномцэрэн Ч. 2002. Тэжээлийн химийн задлан шинжилгээний арга. Улаанбаатар, Ху 25-37.
- [6] Сүхдолгор Ж. Ургамлын хими, биохими дадлагын хичээлийн гарын авлага. Улаанбаатар, 2013. Ху 37, 137.
- [7] С. Жигжидсүрэн 2005. Бэлчээрийн менежмент. Улаанбаатар. 238, 18.
- [8] F. Wang, “Trace element research in China: Present and Future,” *Chin. Bull. Life Sci.*, vol. 24, pp. 713–730, 2012.
- [9] *Pharmacopoeia of the People’s Republic of China*, vol. 1. Beijing, 2015.
- [10] R. Tserendulam, *The cycle of nutrition facts in the herb*. Ulaanbaatar, Mongolia, 1980.
- [11] L. Munkhgerel, C. Otgonbayar, and D. Regdel, “Biochemical study of *Ephedra sinica* Stapf.,” *Proceedings of the Academy of Sciences*, vol. 2, no. 196, pp. 25–30, 2010.
- [12] N. Ohkama-Ohtsu and J. Wasaki, “Recent Progress in Plant Nutrition Research: Cross-Talk Between Nutrients, Plant Physiology and Soil Microorganisms,” *Plant and Cell Physiology*, vol. 51, no. 8, pp. 1255–1264, Aug. 2010, <https://doi.org/10.1093/pcp/pcq095>.
- [13] B. Oyun, *Research findings of livestock food quality*. Ulaanbaatar, Mongolia, 1980.
- [14] Z. Cao *et al.*, “Influence of the rhizosphere soils on essential elements of *Ephedra sinica* herbaceous stems,” *Emir. J. Food Agric.*, vol. 30, pp. 29–38, Jan. 2018, <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i1.1589>.