



Research Paper

<https://doi.org/10.5564/pib.v40i1.4012>

PROCEEDINGS OF
PIB
THE INSTITUTE OF BIOLOGY

Some morphological characteristics of the Eurasian red squirrel (*Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758) of the Manzushir and Airag valley, Bogdkhan mountain strictly protected area

Davaasuren DELGERCHIMEG¹ , Maria MAZUMOTTO² , Claudio TRANQUILIO³ ,
Enkhbat UNDRAKHBAYAR¹ , Yunden ALTANBAGANA¹ , Bayanmunkh ULAM-URNUKH¹ , Sodnompil
BATDORJ¹ , Munkhtsog BAYARAA¹ , Jeff DOLPHIN² , John KOPROWSKI² , Gansukh SUKHCHULUUN¹

¹Laboratory of Mammalian Ecology, Mongolian Academy of Sciences, Institute of Biology, Ulaanbaatar, Mongolia

²University of Wyoming, HAUB Natural and Resource School, Wyoming, United States of America

³University of Insubria, Theory and Practical Science Department, Varese, Italy

*Corresponding author: delgerchimegd@mas.ac.mn <https://orcid.org/0000-0003-0767-8300>

Abstract. Eurasian red squirrels *Sciurus vulgaris* are distributed in forestry areas of Mongolia such as Fine and larch forests. Mongolian Eurasian red squirrels nowadays distribution and population are lowly known because it is categorized as an endangered species in Mongolia's Red List of Mammalia. Especially, in Bogdkhan mountain strictly protected area Eurasian red squirrel population size, age, and sex ratio surveys have not been held and there is a lack of information. Our study in the Bogdkhan mountain area is significant in determining the Eurasian red squirrel population and current conditions. We chose Manzushir Monastery and Airag Valley as a study area and held a survey using the mark-recapture method to capture and handle a total of 156 individual red squirrels from May to July in the years 2022 and 2023. We measured body weight and hind leg length from each captured individual and performed statistical analysis using JMP software. The study result shows that the Eurasian red squirrel of Bogdkhan sex ratio was 1:0.96, 1:0.85, and 90 percent of the population is adult individuals. According to the result, the study area's red squirrel population growth will be slow. Body measurement shows that female individuals (375.53 ± 113.77 g) are heavier ($t=46.928$, $df=1$, $p<0.001$) than male individuals (366.32 ± 75.88 g). Furthermore, the female (55.2 ± 4.06 cm) hind leg is shorter ($t=194.76$, $df=1$, $p<0.001$) than males (55.53 ± 2.83 cm). Reproduction condition lowers in July, and on May and June reproduction condition is higher. In the future, change the study area to compare with this result to make efficient work.

Keywords: sex ratio, age structure, mark-recapture, body weight

Received 18 October 2024; received in revised form 07 December 2024; accepted 30 December 2024

© 2024 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

Eurasian red squirrel (*Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758) found in Palearctic forested regions [1]. In Mongolia Eurasian red squirrel habitat area is in the Khentii, Khangai, Khuwsgul, and Altain mountain ranges of pine and larch forests [2]. There are few surveys of the Eurasian red squirrel in Mongolia about Khentii mountain Eurasian red squirrel life cycle [3], Khentii regions Eurasian red squirrels reproduction, morphology, and diet [2], [4], and when Brandler [5] held survey about ground rodents he monitored at Eurasian red squirrels' ecology and biology. Due to the lack of detailed research and in-

formation, the size of the population, and the extent of the current distribution area, the red squirrel of Mongolia is included in the endangered category in international and regions, and 14 percent of the distribution area belongs to the national protection areas [6].

Our study area Bogdkhan Mountain Strictly Protected Area (BMSPA) established in 1988, in 1996 joined the UNESCO Biosphere Reserve Area. The Bogdkhan Mountain is a mountain on the southwestern edge of Khentii's mountainous region, and it is located on the border of the forest, steppe, and dry steppe regions. On the south side of Bogd Mountain lies Ulaanbaatar, the

capital of Mongolia, and on the north side is Zuunmod Sum, Central Province. In addition to the expansion of the road network due to the development of settlements, the migration of wild animals in the Bogd Mountains and the movement between populations are hindered, and the human influence is increasing due to the expansion of hiking by foreign and domestic travelers.

Our study aims to estimate the population size and sex ratio of Eurasian red squirrels in BMSPA. To reach our goal we 1) used the mark-recapture method to capture Eurasian red squirrels in BMSPA 2) took morphology measurements from captured individuals 3) estimated population age structure and sex ratio based on captured individuals. This study results are efficient to study on some morphological features, population structure, and sex ratio of Eurasian red squirrels at Bogdkhan mountain.

Materials and methods

We conducted a study for the Eurasian red squirrel of Bogdkhan mountain, a strictly protected area, and helped study in Manzushir monastery and West Airag valley from May to July 2022 and 2023 (Fig.1.)

In each study area, we establish 100 meters between distance of 25 points in a 5x5 grid area (2500 m²). Capturing and handling red squirrels is followed by the mark-recapture method.

We use traps to capture the Eurasian red squirrel, to do that we use walnuts, peanuts, and raisins as bait. Capturing procedure starts at 06:00 am before the red squirrel activity. Then we check traps at 10:00, 14:00, and 17:00, and note down the captured red squirrels age, gender, measured body weight, and hind leg length and put ear tags on each captured individual.

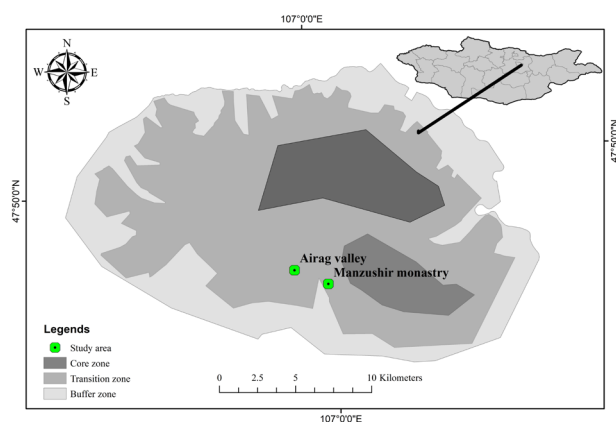


Fig. 1. Study area and BMSPA zone types

During the last period of checking on traps, we close the traps to prevent diurnal animals from getting caught, which may harm their health at night.

During the study, we captured a total 156 number of red squirrels (recapture n=54). We use JMP statistical software to compare sex and age morphological features difference, and sex ratio analysis. To estimate sex ratio, we eliminated recaptured individuals' data and used newly captured individuals. To estimate each study area's population size, we used the Lincoln Index.

$$\text{Population size} = \frac{N1 * N2}{R}$$

N1 – number marked in first sample

N2 – number marked in second sample

R – recaptured number

To estimate population density, we divide the number of captured individuals by study area size.

$$\text{Population density} = \frac{\text{population size}}{\text{study area size}}$$

Results

We held our survey in year 2022 and 2023 and from May to July we captured total number 156 individual red squirrels 54 of them were recaptured, thereof, 48.5 percent were female (n=47), and 51.5 percent were males (n=50), 5 individuals we lose, due to we could not identify the gender. We compared each study site's captured individuals number, result shows that in 2023 red squirrels were have captured more than the previous year (Table 1). Furthermore, on June and July the capture rate is higher than May (Fig. 2).

Table 1. Eurasian red squirrel capture rate statistical differences

Term	Estimate	Std Error	Chi Square	Prob> ChiSq
Intercept	-1816.4049	734.18207	6.12	0.0134*
area [A]	0.4044394	0.1822928	4.92	0.0265*
Year	0.8983944	0.3629953	6.13	0.0133*
area [A]* (Year-2022.65)	0.50987885	0.3629953	1.97	0.1601

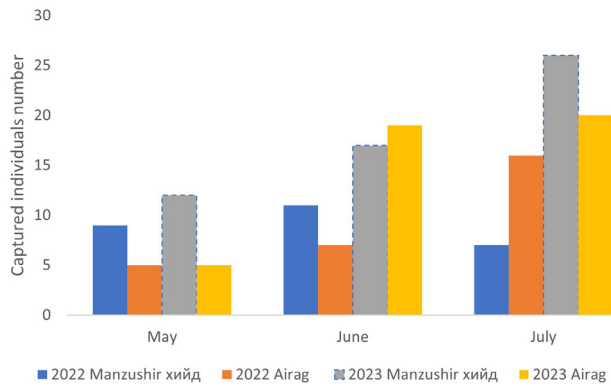


Fig. 2. Eurasian red squirrel capture rate by month

Furthermore, we find out the adult red squirrel rate is almost 90 percent of the captured individuals, and 10 percent is sub-adult and juvenile individuals (Fig. 3).

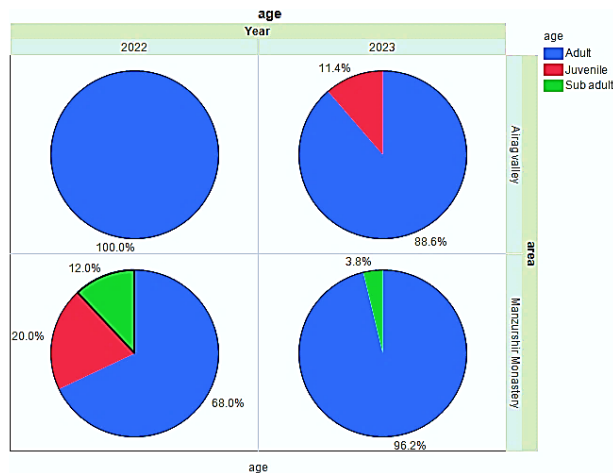


Fig. 3. Captured individuals' gender number in each study area

To check there is difference between age or gender body weight and hind leg length we use JMP statistical software, result shows gender difference in both measurements. Moreover, female individuals are heavier ($t=46.928$, $df=1$, $p<0.001$) and hind leg length is much shorter ($t=194.76$, $df=1$, $p<0.001$) than male individuals (Table 2). For age structure, we eliminated juveniles because their number is not enough for statistical analysis ($f=1$, $m=9$) and only used adult and sub-adult body measurements and hind leg length.

Table 2. Eurasian red squirrel body weight and hind leg length measurement

Gender	Female		Male	
Body measurement	Body weight, gm	Hind leg length, cm	Body weight, gm	Hind leg length, cm
Adult	378.69 ±112.84	55.46 ±3.88	383.43 ±67.4	55.99 ±2.68
Sub adult	350 ±169.7	47.5 ±3.53	290 ±0	52.66 ±1.52
Mean ±SD	375.53 ±113.77	55.2 ±4.06	366.32 ±75.88	55.53 ±2.83

Using a likelihood test to estimate body weight and hind leg length chances when Eurasian red squirrels were recaptured in the next year, we did not find a significance in gender. However, there is body weight difference in age hind leg length ($p>0.059$) (Table 3).

Table 3. Population size and sex ratio of Eurasian red squirrel in each study site

	Nparam	DF	L-R Chi-Square	Prob> ChiSq
year*gender*hll*N/R	1	1	0.018	0.892
year*bw*gender*N/R	1	1	0.589	0.442
year*bw*age*N/R	2	2	5.653	0.059
year*age*hll*N/R	2	2	0.826	0.661

- hll – hind leg length
- bw – body weight
- N/R – new/recapture

To estimate the sex ratio of Eurasian red squirrels we eliminated recaptured and gender unknown individuals used a total 98 individuals information sex ratio was 1:0,96 in Manzushir monastery, and 1:0,85 was in Airag valley (Table 4).

Table 4. Study area Eurasian red squirrel body measurement change when they recapture

Study site	Manzushir monastery	Airag Valley
Female	30	18
Male	29	21
Sex ratio, f:m	30:29	18:21
Population size, individual	71	42
Population density, individual/km.sq	0.44	0.26

Furthermore, using the Linkoln index to estimate population density, the result shows Manzushir monastery population size is 0.44 ind/km.sq and Airag Valley is 0.26 ind/km.sq, either Manzushir monastery population density is twice as high as than Airag Valley (Table 4).

Discussion

According to the gender structure, the sex ratio of both populations in the study area is similar (Manzushir monastery 30:29, 1:0.96, Airag Valley 18:21, 1:0.85), which means that the growth of the Eurasian red squirrel population in BMSPA is slightly slow. The red squirrel is an animal whose reproductive success is achieved by having more than one breeding pair. [7]. In Sweden, the sex-dependent population of small rodents showed an increase in the number of female rodents in years following a year with a high female population. However, the number of the population did not increase in the year after the year when high number of males. According to this, the large number of females in the population affects the increase of the population in the following year [8]. However, population growth depends on the number of females that can breed in a given year. Breeding success decreases as the breeding females of a given population age become older [9].

The sex ratio of Eurasian red squirrels in the study area is similar, and the number of mature individuals predominates in terms of age, which indicates that the population growth of red squirrels in Manzushir and Airag Valley will be slow because the population of BMSPA is not very young.

Eurasian red squirrel reproduction condition relates to the yearly cone production. Breeding occurred from February to May and litter once a year [14], [15]. In our study area, female Eurasian red squirrels were lactating, or some individuals were pregnant individuals were recorded. During study time most of the individuals were in non-breeding condition. Especially, in July each gender

was in the reproduction condition of non-breeding.

The population density of the North American squirrel increased to 21 individuals/ha as it approached the urban area, while the density decreased to 12 individuals as it approached the forest area [10]. According to a study in Siberia, Russia, the density of squirrels was 4.1-1.5 individuals [11]. In our study, the density of squirrels is 0.44 and 0.26, which indicates that the density of squirrels in BMSPA is very sparse.

The average body weight of Slovakian squirrels is 325-327 g for males and 198-420 g for females [12], Italian Alpine forest dark squirrel females are heavier than males, 316±31 g, and males are 305±25 g [13] in turn, fitness. The intensity of this response may vary between populations of the same species on a small spatial and temporal scale. We used 5 yr of data from 6 Eurasian red squirrel *Sciurus vulgaris* populations from the southern Alps to explore differences in body size and body mass among neighbouring populations, in relation to habitat type and variation in food supply. We also investigated sexual dimorphism in these traits and whether phenotypic variation affects local survival and female reproductive success. Mean hind foot length, a measure of body size, did not differ between sexes but differed between areas. Seasonal variation in body mass was small with no evidence for fattening in autumn. Females were slightly heavier than males, but this difference was largely explained by mass gain of females during reproduction. The size of conifer seed crops, the major food supply, varied strongly over years and between habitats, but this variation corresponded only weakly with autumn body mass. Differences in size and mass between populations were partially explained by habitat-related differences in body size and variability of seed-crops, suggesting differential selection for smaller squirrels in spruce-larch forests against selection for larger and heavier animals in mixed broadleaves and conifer forests and in Scots pine forests with more stable seed production. The probability of reproduction by females increased with body mass, but varied strongly between habitats and years, with more females reproducing in years with rich seed-crops. In both sexes, body mass positively affected probability of settlement and length of residency. Our results suggest that in temporally variable environments that differ in overall amount of food resources, individual variation in body mass is related to habitat type, and that having a relatively high body mass, within each population, positively affects male and female settlement success and local survival, and female reproductive success. The average body

weight of dark squirrels in the Khentii region of Mongolia is 330 g for females and 335 g for males [2].

According to our research, the average body weight of red squirrels in BMSPA was 375.53 g for females and 366.32 g for males. The length of hind legs in females (55.2 ± 4.06) is shorter than males (55.53 ± 2.83), which agrees with the results of other studies. However, in terms of body weight, Eurasian red squirrels in BMSPA are the most marginal population of squirrels in Mongolia and compared to the body weight of the same species in Khentii district and other countries, they are heavier.

Conclusion

The sex ratio of red squirrels in BMSPA is almost equal. Also, the age of the red squirrel population in the study area is dominated by adult mature individuals, which leads the population is an old population, and the sex ratio is 1:0.96, 1:0.85, which indicates that the population growth is slow. According to the body weight of red squirrels captured during the research, females are heavier than males.

References

- [1] Yeong Seok Jo, *Monograph of the Family Sciuridae (Mammalia: Rodentia)*. Republic of Korea: National Institute of Biological Resources, 2024. [Online]. Available: www.nibr.go.kr
- [2] A. Bold and J. Sosorbaram, "Squirrel biology of Khentii mountain range," *MAS Inst. Biol. Sci. J.*, vol. 3, pp. 104–123, 1969.
- [3] Khotolkhoo N, "Diet of Mongol Altai marten," *Mong. Acad. Sci. Inst. Biol.*, vol. Vol 14, In Mongolian, pp. 130–138.
- [4] D. Tsendjav, "Red squirrel diet," *MAS Inst. Gen. Biol. Sci. J.*, vol. 17, pp. 173–179, 1982. <https://doi.org/10.1111/j.2150-1092.1982.tb01249.x>
- [5] O. Brandler, V. Kolesnikov, S. Kapustina, and A. Yansanjav, *Mongolian ground squirrels (Marmotini, Sciuridae, Rodentia): dynamics of areas and conservation problems*. 2015.
- [6] E. L. Clark *et al.*, *Summary Conversation Action Plans for Mongolian Mammals.*, vol. 2. in Regional red list Vol 2, vol. 2. Zoological Society of London, London: Admon Printing, Ulaanbaatar, 2006.
- [7] D. E. Boellstorff, D. H. Owings, M. C. T. Penedo, and M. J. Hersek, "Reproductive behaviour and multiple paternity of California ground squirrels," *Anim. Behav.*, vol. 47, no. 5, pp. 1057–1064, May 1994, <https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1144>
- [8] L. Hansson, "Sex ratio in small mammal populations as affected by the pattern of fluctuations," *Acta Theriol. (Warsz.)*, vol. 23, no. 10, pp. 203–212, 1978, <https://doi.org/10.4098/AT.arch.78-13>
- [9] C. J. Krebs and J. H. Myers, "Population Cycles in Small Mammals," in *Advances in Ecological Research*, vol. 8, Elsevier, 1974, pp. 267–399. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60280-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60280-9)
- [10] M. A. Steele and J. L. Koprowski, *North American Tree Squirrels*. Smithsonian Institution Press: Washington, DC. Smithsonian Institution Press: Washington, DC, 2001.
- [11] A. A. Zubaidullin, "On the issue of reclamation of oil-contaminated lands in raised bogs," *Biol. Resour. Environ. Manag.*, vol. 2, pp. 106–116, 1998.
- [12] A. Čanádý, L. Mošanský, and P. Krišovský, "Are there sex differences in the body size of the Eurasian red squirrel in Slovakia?," *Eur. J. Ecol.*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2015, <https://doi.org/10.1515/eje-2015-0002>
- [13] L. A. Wauters *et al.*, "Effects of spatio-temporal variation in food supply on red squirrel *Sciurus vulgaris* body size and body mass and its consequences for some fitness components," *Ecography*, vol. 30, no. 1, pp. 51–65, 2007, <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2007.04646.x>
- [14] J. N. Layne, "The biology of the red squirrel, *Tamiasciurus hudsonicus loquax* (Bangs), in central New York.," *Ecol. Monogr.*, vol. 24, pp. 227–267, 1954. <https://doi.org/10.2307/1948465>
- [15] W. J. Hamilton, "Observations on the life history of the red squirrel in New York.," *Am. Midl. Nat. J.*, vol. 22, no. 732–345, 1939. <https://doi.org/10.2307/2420350>



Эрдэм шинжилгээний бүтээл

<https://doi.org/10.5564/pib.v40i1.4012>

PROCEEDINGS OF
PIB
THE INSTITUTE OF BIOLOGY

Богдхан уулын ДЦГ дахь Манзуширын хийд, Айрагийн ам орчмын бараан хэрэмний популяцийн судалгааны үр дүнгээс

Даваасүрэн Дэлгэрчимэг^{1*}, Мариа Мазумотто², Клаудиа Транкүилио³,
Энхбат Ундрахбаяр¹, Юндэн Алтанбагана¹, Баянмөнх Улам-Өрнөх¹, Содномпил Батдорж¹,
Мөнхцог БАЯРАА¹, Жеф Долфин², Жон Копровский², Гансүх Сүхчулуун¹

¹Монгол улс, Улаанбаатар, Шинжлэх ухааны академи, Биологийн хүрээлэн, Хөхтний экологийн лаборатори

²Америкийн нэгдсэн улс, Вайоминг хот, Вайомингийн их сургууль, Хауб Байгаль орчин, байгалийн нөөцийн сургууль

³Итали улс, Варесе, Инсурбын их сургууль, Онол болон практикийн шинжлэх ухааны тэнхим

*Холбоо барих зохиогч: delgerchimegd@mas.ac.mn <https://orcid.org/0000-0003-0767-8300>

Хураангуй. Бараан хэрэм (*Sciurus vulgaris*) нь Монгол орны ойн бүсэд тэр дундаа хушин ой, хар модон ойд түлхүү тархана. Богдхан уулын дархан цаазат газарт бараан хэрэмний судалгаа хийгдэж байгаагүйгээс уг газар дахь бараан хэрэмний популяцийн хэмжээ, нас, хүйсийн харьцааны талаар мэдээлэл огт байхгүй юм. Бидний судалгаа нь Богдхан уулан дахь бараан хэрэмний популяци, өнөөгийн төлөвийн чиглэлээр судалж байгаа ач холбогдолтой судалгаа юм. Бид Богдхан уулын дархан цаазат газрын Манзуширын хийд болон Айрагийн амыг судалгааны талбайгаар сонгон 2022, 2023 оны 5-7 сарын хугацаанд барих-тэмдэглэх арга зүйн дагуу нийт 156 бодгаль бараан хэрэм барьж популяцийн судалгааг хийсэн. Барьсан бодгаль бүрийн биеийн жин, хойд хөлийн уртыг хэмжсэн. Судалгааны статистик боловсруулалтуудыг JMP ашиглан тооцоолсон. Судалгааны үр дүнгээр Богд уулан дахь популяци дахь хүйсийн харьцаа ойролцоо (1:0.96, 1:0.85), насны хувьд бие гүйцсэн бодгаль 90 орчим хувийг эзэлж байгааг харуулж байна. Эндээс үзэхэд судалгааны талбай дахь бараан хэрэмний популяцийн өсөлт удаашралтай нэмэгдэх төлөвтэйг харуулж байна. Биеийн жингээс үзэхэд эм бодгаль (375.53 ± 113.77 гр) нь эр бодгалиасаа (366.32 ± 75.88 гр) хүнд байна ($t=46.928$, $df=1$ $p<0.001$). Хойд хөлийн уртын хэмжилтээр эм бодгалийн (55.2 ± 4.06 см) хойд хөлийн урт эр бодгалийнхаас (55.53 ± 2.83 см) ($t=194.76$, $df=1$, $p<0.001$) богино байв. Популяцийн хэмжээ Манзушир хийд орчимд 71 бодгаль (нягтшил 0.44), Айрагийн аманд 42 бодгаль (нягтшил 0.26). Үржлийн төлөв нь 5 болон 6 дугаар сард идэвхитэй байх 7 дугаар сард идэвхи нь буурсан байна. Цаашид судалгааны талбайн байршлыг сольж харьцуулснаар судалгааны үр дүн илүү өгөөжтэй болох юм.

Түлхүүр үгс: Хүйсийн харьцаа, насны бүтэц, барих-тэмдэглэх, биеийн жин

Хүлээн авсан 2024.10.18; хянан тохиолдуулсан 2024.12.07; зөвшөөрсөн 2024.12.30

© 2024 Зохиогч(д). [CC BY-NC 4.0 лиценз](#).

Оршил

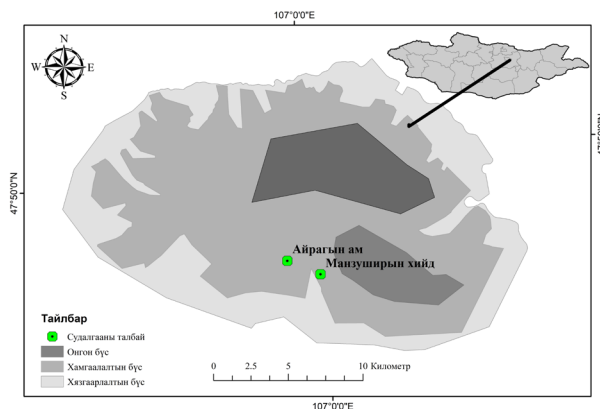
Бараан хэрэм нь (*Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758) Палеарктикийн ойн бүсэд тохиолдоно [1]. Монгол орны хувьд хушин ой, хар модон ойт Хэнтий, Хангай, Хөвсгөл, Алтайн уулархаг нутгаар тархсан [2]. Монгол орны Бараан хэрэмний талаар Н.Хотолхүү [3] Хэнтийн уулан дахь хэрэмний амьдралыг ажиглан судалсан, А.Болд, Ж.Сосорбарам [2], Д.Цэнджав [4] нар Хэнтийн район дахь бараан хэрэмний биологийн судалгаагаар үржил, морфологи, идэш тэжээлийг судалж байсан бол Брандлер нар [5] Монгол орны газрын мэрэгчидийн судалгааг хийхдээ бараан хэрэмний экологи, биологийн судалгааг хийж байсан.

Монгол орны бараан хэрэм нарийвчилсан судалгаа, мэдээлэл ховор, популяцийн хэмжээ, өнөөгийн тархац нутгийн хэмжээ тодорхойгүй тул олон улс болоод бүс нутгийн хэмжээнд ховордож болзошгүй ангилалд хамруулаад байгаа бөгөөд тархац нутгийн 14 хувь нь улсын тусгай хамгаалалттай газар нутагт харьяалагдана [6].

Судалгааны талбай болох Богдхан уулын дархан цаазат газар (БУДЦГ) нь 1988 онд улсын тусгай хамгаалалтанд хамрагдсанаар БУДЦГ байгуулсан, 1996 онд Нэгдсэн Үндэсний Байгууллагын Шим, мандалын нөөц газарт бүртгэгдсэн бүс юм. Богдхан уул нь Хэнтийн уулархаг мужын баруун өмнөд захын

уул бөгөөд ойт хээр, хээр, хуурай хээрийн бүсийн заагт орших уул юм. Богд уулын урд талд Монгол улсын нийслэл Улаанбаатар хот, хойд талд Төв аймгийн Зуунмод сумд оршино. Суурин газар хөгжиж байгаатай холбоотойгоор зам тээврийн сүлжээ өргөжиж Богд уулан дахь зэрлэг амьтдын нүүдлийн зам, популяци хоорондын шилжилт хөдөлгөөнд саад болж байгаагаас гадна, гадаад болон дотоодын аялагчидын явган аялал өргөжисөнөөр хүний нөлөө ихсэж байна.

Судалгааны ажлын зорилго нь БУДЦГ-т байгаа бараан хэрэмний популяцийн бүтэц болоод хүйсийн харьцааг үнэлэхэд чиглэнэ. Уг зорилгын хүрээнд дараах зорилтуудыг тавьж ажилласан. Үүнд: 1) барих-тэмдэглэх-дахин барих аргын адгуу бараан хэрэм барих 2) барьсан бодгаль тус бүрээс морфологийн хэмжилт хийх 3) барьсан бодгалийн мэдээлэлээс тухайн популяцийн нас, хүйсийн харьцааг тогтоох зэрэг ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн болно.



1-р зураг. Судалгааны талбайн байршил болон БУДЦГ-н бүсчлэлийн зураглал

Уг судалгааны ажлын үр дүн нь БУДЦГ дахь бараан хэрэмний морфологийн зарим онцлог, популяцийн бүтэц, хүйсийн харьцааг судалж тухайн популяцийн цаашдын төлвийг тогтоох үндсэн суурь мэдээлэл болж өгөх ач холбогдолтой судалгаа юм.

Судалгааны материал, арга зүй

БУДЦГ-т тархсан бараан хэрэмний популяцийн судалгаа хийх зорилгоор Манзушир хийд болон Баруун айрагийн амыг сонгон 5 дүгээр сараас 7 дугаар сар хүртэл хугацаанд 2022-2023 онуудад хийсэн (1-р зураг). Судалгааны талбай тус бүрт хоорондоо 100 метрийн зайтай 5x5 хэмжээтэй нийт 25 цэг бүхий (тус бүр 1600 м.кв) судалгааны талбайд ажилласан. Бараан хэрэмний судалгааг гүйцэтгэхдээ барих – тэмдэглэх арга зүйг ашигласан.

Бараан хэрэмийг амьд баригч ашиглан барьсан ба өгөөшинд нь хушга, газрын самар, үзэм ашигласан. Амьд баригчийг өглөө 06:00 цагт хэрэмний идэвхжил эхлэхээс өмнө нээн, өгөөшийг сэргээнэ. Үүний дараагаар 10:00, 14:00 болон 17:00 цагуудад амьд баригчийг шалгаж барьсан хэрэм бүрээс нас, хүйс, биеийн жин болон хойд тавхайн уртын хэмжээсийг хэмжиж биеийн жинг тэмдэглэн ээмэгжүүлэн буцаан тавьж байв. Хамгийн сүүлийн удаагын буюу 17:00 цагт амьд баригч шалгахдаа шөнийн идэвхтэй амьтад урхинд орох, урхинд орсон амьтад шөнө даарах, улмаар эрсдэхээс сэргийлж амьд баригчийн хаалгыг хааж байв.

Судалгааны явцад баригдсан бараан хэрэм тус бүрээс морфологийн хэмжилт, нас, хүйсийн харьцааны боловсруулалтууд болон графикуудыг статистик боловсруулалтын JMP хэрэгслүүрийг ашиглан ялгаатай байдлыг тооцоолон гаргасан. Хүйсийн харьцааг тооцохдоо дахин баригдсан бодгалийн тоог хасан шинээр баригдсан бодгалиудын мэдээлэлийг ашиглан судалгааны талбай тус бүр дэх популяцийн хүйсийн харьцааг тооцоолон гаргасан.

Судалгааны талбай дахь популяцийн хэмжээг тооцоолохдоо Линколний Индекс ашиглан тооцоолов.

$$\text{Популяци} = \frac{N1 + N2}{R}$$

N1 – Эхний удаад баригдсан нийт бодгалийн тоо

N2 – Хоёр дахь удаад баригдсан бодгалийн тоо

R – Дахин баригдсан бодгалийн тоо

Нягтшилыг олохдоо баригдсан бодгалийн тоог судалгааны талбайтай харьцуулан тооцоолов.

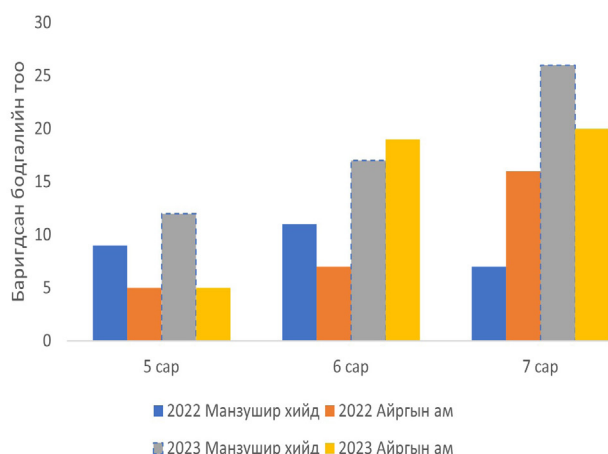
$$\text{Нягтшил} = \frac{\text{популяцийн хэмжээ}}{\text{судалгааны талбайн хэмжээ}}$$

Судалгааны үр дүн

Бид судалгаагаа 2022 болон 2023 оны 5-р сараас 7-р дугаар сарын хооронд хийсэн. Судалгааны явцад нийт 156 бодгаль бараан хэрэм барьж ээмэгжүүлсэн ба үүний 54 нь дахин баригдсан бөгөөд нийт баригдсан амьтдын 48.5 хувь (47 бодгаль) нь эм байсан бол эр бодгаль 51.5 хувийг (50 бодгаль) эр бодгаль эзэлж байна, 5 бодгалийн хүйсийг тодорхойлохоос өмнө алдсан. Судалгааны талбай тус бүрд баригдсан бараан хэрэмний бодгалийг харьцуулан үзэхэд 2023 онд урьд жилийг бодвол илүү хэрэм баригдаж байв (1-р хүснэгт). Мөн 6 болон 7 дугаар саруудад бараан хэрэм илүү баригдсан байна (2-р зураг).

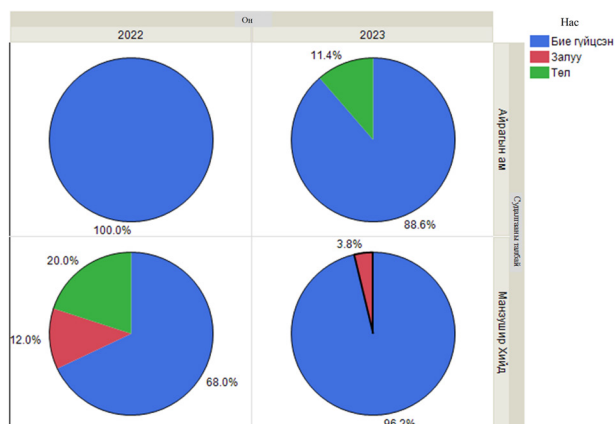
1-р хүснэгт. Судалгааны талбайд баригдсан бараан хэрэмний статистик ялгаатай байдал

	Загварын үнэлгээ	Стандарт хазайлт	χ^2	Проб> χ^2
Огтлогч параметр	-1816.4049	734.18207	6.12	0.0134*
Судалгааны талбай [A]	0.4044394	0.1822928	4.92	0.0265*
Он	0.8983944	0.3629953	6.13	0.0133*
Судалгааны талбай [A]* (он-2023)	0.50987885	0.3629953	1.97	0.1601



2-р зураг. Судалгааны талбайд баригдсан бараан хэрэмний тоо, сараар

Судалгааны үр дүнгээс насны бүтцийг нь авч үзвэл аль ч дахин баригдсан бодгалиудын мэдээллийг хасан шинээр баригдсан нийт 97 бодгалиудын бие гүйцсэн бодгалийн тоо 90 орчим хувийг бие гүйцсэн бодгалиуд, 10 орчим хувийг залуу болон төл эзэлж байна (3-р зураг).



3-р зураг. Судалгааны тайлбайгаас барьсан бараан хэрэмний хүйсийн харьцаа судалгааны талбай тус бүрээр

2-р хүснэгт. Бараан хэрэмний биеийн жин болон хойд хөлийн уртын хэмжээсүүд

Хүйс	Эм бодгаль		Эр бодгаль	
	Биеийн жин, гр-аар	Хөлийн урт, см-ээр	Биеийн жин, гр-аар	Хөлийн урт, см-ээр
Биеийн хэмжээс				
Бие гүйцсэн	378.69 ±112.84	55.46 ±3.88	383.43 ±67.4	55.99 ±2.68
Залуу	350 ±169.7	47.5 ±3.53	290 ±0	52.66 ±1.52
Дундаж	375.53 ±113.77	55.2 ±4.06	366.32 ±75.88	55.53 ±2.83

Төлийн тоо (эм 1, эр 9 бодгаль) статистик боловсруулалт хийн харьцуулахад хангалтгүй байсан тул төлийн биеийн жингийн үр дүнг оруулаагүй болно.

Бараан хэрэм нь дараа жилд дахин баригдах үед биеийн жин болон, хойд хөлийн тавхайн хэмжээст өөрчлөлт гарч байга эсэхийг Likelihood test ашиглан шалгахад хойд хөлийн уртын хэмжээст статистик ялгаа ажиглагдсангүй. Харин наснаас хамаарсан биеийн жингийн өөрчлөлт байна ($p>0.059$) (3-р хүснэгт).

Дахин баригдсан бодгалиудын биеийн хэмжээсүүдийг харьцуулан үзэхэд хүйснээс хамаарсан ялгаатай байдал ажиглагдсан. Эм бодгалийн биеийн жин эр бодгалийн биеийн жингээс илүү байсан ($t=46.928$, $df=1$ $p<0.001$) ба хойд хөлийн тавхайн урт нь эр бодгалиас богино байгааг илрүүлэв ($t=194.76$, $df=1$, $p<0.001$) (2-р хүснэгт).

3-р хүснэгт. Судалгааны талбай дахь бараан хэрэмний популяцийн хүйсийн харьцаа ба хэмжээ, бодгалиар

	Праметр-ийн тоо	Чөлөө-ний зэрэг	Магад-лалын харьцааны χ^2	Проб> χ^2
Он*Хүйс*XX*N/R	1	1	0.018	0.892
Он*БЖ*Хүйс*N/R	1	1	0.589	0.442
Он*БЖ*Нас*N/R	2	2	5.653	0.059
Он*Нас*XX*N/R	2	2	0.826	0.661

Тайлбар: XX-Хойд хөлийн хэмжээс

БЖ - Биеийн жин

N/R - дахин баригдсан мэдээлэл

Бараан хэрэмний хүйсийн харьцааг тогтоохын тулд дахин баригдсан бодгалийг хасан нийт 98 бодгальд хүйсийн харьцааг тодорхойлоход Манзуширт 1:0,96 байхад, Айрагийн аманд 1:0,85

байна. Мөн судалгааны талбайн бодгалийн нягтшилыг Линколн Индексийн аргаар тооцоолон гаргахад Манзушир хийд буюу хүний нөлөө харьцангуй өндөр явган аялагчид ихтэй газар дахь бараан хэрэмний нягтшил (0.44 бодгаль/км.кв) хүний нөлөө багатай талбай болох Айрагийн амнаас (0.26 бодгаль/ км.кв) харьцангуй их байна (4-р хүснэгт).

4-р хүснэгт. Судалгааны талбай дахь бараан хэрэм дахин баригдах үеийн морфологийн хэмжилтийн өөрчлөлт

Талбайн нэр	Манзушир хийд	Айрагийн ам
Эм бодгаль	30	18
Эр бодгаль	29	21
Хүйсийн харьцаа, эм:эр	30:29	18:21
Популяцийн хэмжээ, бодгалиар	71	42
Популяцийн нягтшил, бодгаль/км	0.44	0.26

Хэлэлцүүлэг

Хүйсийн бүтцээс үзвэл судалгааны талбайн аль ч популяцийн хүйсийн харьцаа ойролцоо байгаа нь (Манзушир хийд 30:29, 1:0,96, Айрагийн ам 18:21, 1:0,85) БУДЦГ-н бараан хэрэмний популяцийн өсөлт удааширалтай болохыг илэрхийлж байна. Бараан хэрэм нь өөрөө нэгээс олон үржлийн хостой байснаар үржлийн эрчим нь амжилттай байдаг амьтан юм [7]. Швед улсад жижиг мэрэгчдийн тоо толгойг хүйсээс хамааралтай эсэхийг шалган үзэхэд эм бодгалийн тоо их байсан жилийн дараах жилийн тоо толгой өссөн үзүүлэлттэй. Харин эр бодгалийн тоо их жилийн дараах жилийн тоо толгойн хэмжээ өсөлтгүй гарсан байна. Үүнээс үзэхэд популяцийн хэмжээнд эм бодгалийн тоо их байх нь дараа жилийн популяцийн тоо нэмэгдэхэд нөлөөлж байдаг [8]. Гэхдээ тухайн жилд үржилд орох боломжтой эм бодгалийн тооноос тоо толгойн өсөлт ихээхэн хамаарна. Тухайн популяцийн үржилд орох боломжтой эм бодгаль хөгшин бодгаль байх тусам үржлийн амжилт буурдаг [9].

Судалгааны талбай дахь бараан хэрэмний хүйсийн харьцаа ойролцоо мөн насны хувьд бие гүйцсэн бодгалийн тоо давамгайлж байгаа нь БУДЦГ-н хэрэмний популяци нь тийм ч залуу популяци биш учраас судалгааны талбай дахь популяцийн өсөлт удааширалтай байхыг харуулж байна. Бараан хэрэмний нөхөн үржилхүйн төлөв нь тухайн жилийн

самрын гарцтай хамааралтай байдаг. Төллөх үе нь 2 дугаар сараар 5 дугаар сарын хооронд байдаг [14], [15]. Бидний судалгааны талбай дахь эм бараан хэрэм нь хөхүүл эсвэл хээлтэй бодгалиуд бүртгэгдсэн нь үржлийн эрчим хэвийн байгаа нь харагдаж байна.

Хойд америкийн хэрэм нь хот суурин газартай ойртох тусам популяцийн нягтшил нь нэмэгдэж 21 бодгаль/га тэмдэглэгдэж байсан бол ойн бүс рүү дөхөх тусам нягтшил нь буурч 12 бодгаль хүрч байсан [10]. ОХУ-н Сибирийн судалгаагаар хэрэмний нягтшил нь 4,1-1,5 бодгалийн нягтшилтай байв [11]. Дээрх судалгаатай харьцуулахад бидний судалгаагаар хэрэмний нягтшил нь 0.44 болон 0.26 байгаа нь БУДЦГ-н бараан хэрэмний нягтшил харьцангуй бага харагдаж байна.

Словакийн хэрэмний биеийн жин дунджаар эр бодгаль нь 325-327 гр, эм бодгаль нь 198-420 гр, [12] Италийн Алпийн ойн бараан хэрэмний эм бодгаль нь эрээсээ хүнд буюу 316 ± 31 гр, эр нь 305 ± 25 гр [13] байдаг бол Монгол орны хэнтийн районы бараан хэрэмний биеийн жин эм бодгаль нь дунджаар 330 гр, эр бодгаль нь 335 гр [2] байна. Бидний судалгаагаар БУДЦГ дахь бараан хэрэмний биеийн жин дунджаар эм бодгаль нь 375,53 гр эр бодгалийн биеийн жин 366,32 гр байв. Хойд хөлийн урт нь эм бодгаль (55.2 ± 4.06) нь эр бодгалиасаа (55.53 ± 2.83) богино байгаа нь бусад судалгааны үр дүнтэй тохирч байна. Гэхдээ биеийн жингийн хувьд БУДЦГ дахь бараан хэрэм нь Монгол орны хэрэмний тархацын хувьд хамгийн захын популяци бөгөөд Хэнтий район болоод бусад орны ижил зүйлүүдийн биеийн жинтэй харьцуулан үзэхэд биеэр хүнд байна.

Дүгнэлт

БУДЦГ дахь бараан хэрэмний хүйсийн харьцаа ойролцоо тэнцүү байна. Мөн судалгааны талбай дахь бараан хэрэмний популяцийн насжилт бие гүйцсэн бодгаль давамгайлж байгаа нь тухайн популяци нь хөгшин популяци бөгөөд хүйсийн харьцаа 1:0,96, 1:0,85 байгаа нь популяцийн өсөлт удааширалтай байхыг илтгэж байна. Судалгааны явцад баригдсан бараан хэрэмний биеийн жингээс үзэхэд эм бодгаль нь эр бодгалиасаа хүнд байна. Бараан хэрэмний үржлийн үед нь 5-6 сард идэвхитэй байх ба 7 дугаар сарын үед идэвхи нь буурдаг.

Ашигласан бүтээл

- [1] Yeong Seok Jo, *Monograph of the Family Sciuridae (Mammalia: Rodentia)*. Republic of Korea: National Institute of Biological Resources, 2024. [Online].

Available: www.nibr.go.kr

- [2] А. Болд and Ж. Сосорбарам, “Хэнтийн уулархаг районы хэрэмний биологи,” *ШВА Биологийн Хүрээлэн Эрдэм Шинжилгээний Бүтээл*, vol. 3, pp. 104–123, 1969.
- [3] Н. Хотолхүү, “Хэнтийн салбар уулсын зарим хэрэмний амьдралын ажиглалт,” *Шинжлэх Ухаан*, vol. 4, pp. 58–66, 1960.
- [4] Д. Цэнджав, “Хэрэмний тэжээлийн бүрэлдэхүүн,” *ШВА Ерөнхий Болон Сорилын Биологийн Хүрээлэнгийн Эрдэм Шинжилгээний Бүтээл*, vol. 17, pp. 173–179, 1982. <https://doi.org/10.1111/j.2150-1092.1982.tb01249.x>
- [5] Брандлер О.В., В. В. Колесников, Капустина С.Ю., and Я. Адъяа, “Наземные белы (Marmotini, Sciuridae, Rodentia) Монголии: динамика ареалов и проблемы сохранения // Материалы Международной конференции <<Экосистемы центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития>> посвященная 45-летию деятельности Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ и 50-летию Института общей и экспериментальной биологии АНМ.” 2015.
- [6] E. L. Clark *et al.*, “Монгол улсын хөхтөн амьтны Улаан данс,” vol. Боть I, in Бүс нутгийн улаан дансны цуврал, no. Боть I, vol. Боть I., Лондоны Амьтан Судлалын Нийгэмлэг, Лондон хот, 2006.
- [7] D. E. Boellstorff, D. H. Owings, M. C. T. Penedo, and M. J. Hersek, “Reproductive behaviour and multiple paternity of California ground squirrels,” *Anim. Behav.*, vol. 47, no. 5, pp. 1057–1064, May 1994, <https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1144>
- [8] L. Hansson, “Sex ratio in small mammal populations as affected by the pattern of fluctuations,” *Acta Theriol. (Warsz.)*, vol. 23, no. 10, pp. 203–212, 1978, <https://doi.org/10.4098/AT.arch.78-13>
- [9] C. J. Krebs and J. H. Myers, “Population Cycles in Small Mammals,” in *Advances in Ecological Research*, vol. 8, Elsevier, 1974, pp. 267–399. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60280-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60280-9)
- [10] M. A. Steele and J. L. Koprowski, *North American Tree Squirrels. Smithsonian Institution Press: Washington, DC. Smithsonian Institution Press: Washington, DC*, 2001.
- [11] А. А. Зубайдуллин, “К вопросу рекультивация нефтезагрязненных земель на верховых болотах,” *Биологических Ресурсы И Природопользование*, vol. Выпуск 2, pp. 106–116, 1998.
- [12] A. Čanádý, L. Mošanský, and P. Krišovský, “Are there sex differences in the body size of the Eurasian red squirrel in Slovakia?,” *Eur. J. Ecol.*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2015, <https://doi.org/10.1515/eje-2015-0002>
- [13] L. A. Wauters *et al.*, “Effects of spatio-temporal variation in food supply on red squirrel *Sciurus vulgaris* body size and body mass and its consequences for some fitness components,” *Ecography*, vol. 30, no. 1, pp. 51–65, 2007, <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2007.04646.x>
- [14] J. N. Layne, “The biology of the red squirrel, *Tamiasciurus hudsonicus loquax* (Bangs), in central New York,” *Ecol. Monogr.*, vol. 24, pp. 227–267, 1954. <https://doi.org/10.2307/1948465>
- [15] W. J. Hamilton, “Observations on the life history of the red squirrel in New York,” *Am. Midl. Nat. J.*, vol. 22, no. 732–345, 1939. <https://doi.org/10.2307/2420350>