



<https://doi.org/10.5564/pib.v37i1.3138>

PROCEEDINGS OF
PIB
THE INSTITUTE OF BIOLOGY

Population structure of Grey red-backed vole (*Myodes rufocanus*) in Khonin nuga, West Khentey, Mongolia

Tserendavaa Purevjal^{*1,2}, Hacklinder Klaus¹, Erdenechimeg Erdenetsetseg², Sheftel Boris³, Samiya Ravchig⁴, Undrakhbayar Enkhbat⁵, Nomin Altanchimeg², Khuslen Shijir-Erdene², Muehlenberg Michael⁶

¹Institute of Wildlife Biology and Game Management, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria

²University of Humanities, Ulaanbaatar, Mongolia

³A.N. Severtsov Institute Ecology and Evolution RAS Moscow, Russia

⁴National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

⁵Laboratory of Mammalian Ecology, Institute of Biology, Mongolian Academy of Sciences

⁶Centre for Nature Conservation of the University of Goettingen, Germany

Received 16 July 2021; received in revised form 21 September 2021; accepted 15 November 2021

Abstract

The biology of the grey red-backed vole (*Myodes rufocanus*) in Khonin Nuga, Mongolia is concerning taxonomy, morphology, distribution, and natural history, were reviewed. The species showed territorial and low migration behavior. It inhabits open areas as well as forests, mainly feeds on green plants. The sex ratio is unbalanced: there are more males both in the general and in adult population. Analysis indicates correlation in both sexes. (*Myodes rufocanus*) is sexually dimorphic, with males being significantly longer than females in all measured individuals while females being often heavier than males. The study was conducted at 5 types of habitats during months of August for 14 years when it's peak density usually occurs. In Khonin Nuga of West Khentey, grey red-backed vole (*Myodes rufocanus*) often show regular fluctuations of abundance in 5-year period.

Keywords: (*Myodes rufocanus*), vole, population structure, population dynamic, sexual dimorphism

Introduction

Grey red-backed vole (*Myodes rufocanus*) was first discovered in 1846 by the Swedish zoologist Sundevall. The grey red-backed vole is ranged from China, Japan to Sweden and other countries, inhabits forested areas rather than steppes and rocky terrain [1]. Although countries such as Japan [1] and Sweden [3] have conducted long-term studies on the species, there were no previous studies conducted in Mongolia. Therefore, a long-term study was conducted in Khonin Nuga, Mongolia.

The grey-backed vole (*Myodes rufocanus*)

is the most common small mammal in forest areas of Mongolia. The biology of the grey red-backed vole concerning taxonomy, morphology, distribution, and natural history has been reviewed [4], different populations of the species widely distributed in various environments can exhibit different demographic parameters in relation to the ecological characteristics of habitat. Although (*Myodes rufocanus*) is abundant and widely distributed, their biology and ecology in Mongolian forest conditions are poorly known.

Few studies have provided data on spatial distribution, demography, sex ratio, reproductive success and population structure, and morphology of (*Myodes rufocanus*) inhabiting at Khonin Nuga,

^{*}Corresponding author

E-mail address: tserendavaa.p@humanties.mn,
tserendavaa.purevjal@students.boku.ac.at

West Khentey region. The aim of this study is to assess the population dynamics, daily captures and the relationship between body mass, body length and tail length contribute to the study of this species. Until recently, most studies on microtones have focused on patterns in population dynamics or demography without providing a quantitative assessment of the robustness of the inferred patterns as well as a link between demography and population dynamics [5].

Long-term records of vole abundance are comparatively rare but are undoubtedly a prerequisite for detecting any changes of long-term dynamic. It is carried out using a detailed, updated and easily interpretable analysis of the current geographically most extensive, landscape-based, long-term record of vole population [6]. This analysis, using multivariate statistics, is based on ample material consisting of samples from localities that adequately cover the entire distributional range of each species in Khonin Nuga, Mongolia.

The purpose of the paper is to focus on long-term changes of vole population dynamics, and to increase information about this species. The hypothesis of the long-term study was to correlate species age and sexes. Sex ratio was performed on juvenile, subadult and adult. We tried to discover if this pattern depends on habitat, transition, and pregnancy. Also, we tried to find the population dynamics of this species and the relationship between sex ratio. The second hypothesis was to assess the population dynamics, daily captures and the relation between body mass, body length and tail length. From the results of this study, we can learn the following.

Material and methods

Study area—The study area Khonin Nuga in the western Khentey Mountains, is located to the south of Lake Baikal, near the border between Mongolia and Russia. This area is in the transition zone between the southern extension of the Siberian taiga and the forest steppe [7]. Covering an area of 400 km², it occupies the region between 49°01' to 49°10'N and 107°11' to 107°31'E, where 85% of

the total area is forest [8].

We have defined 5 main habitats. Streamside habitats were represented by larch-birch forest on the first river terrace and bordering willow-poplar bushes. The upper layer of streamside forest was represented by single 30-40 m trees (*Larix sibirica*). Birch trees (*Betula platifylla*) formed the second layer. The bushes layer was formed by bird cherry tree (*Padus asiatica*) and dog-rose (*Rosa acicularis*). *Calamagrostis purpurea*, *Equisetum pretense*, *Filipendula palmata* dominated the grass cover. Willow-poplar bushes consisted from *Salix schwerinii*, *S. rorida*, *Populus laurifolia* and *Calamagrostis purpurea*, *Trifolium lupinaster*, *Ranunculus japonicas* dominated in the grass cover. Two ditches were worked in these compounds of habitats.

The slope forests consisted from birch (*Betula platifylla*) and larch (*Larix sibirica*) with incorporation of aspen (*Populus tremula*). The bush cover was poor and it consisted mainly of *Rhododendron dauricum*. There were some traces of old fire-sites (15-20 years old) hence the forest was littered. *Calamagrostis obtusata*, *Equisetum pretense*, *Iris ruthenica*, *Carex schmidtii* dominated the grass cover. Three ditches were put in this habitat.

Morphometries—For each culled individual the following morphological data were recorded: body length (BL), from the ventral edge of the nose to the anus; tail length (TL), from the anus to the tip of the tail, excluding fur; and body weight (BW, measured with a scale of 1 g precision). The two external variables (BL and TL) were measured with 0.5 millimeter accuracy ruler.

Animal trapping—All materials were collected and processed with the use of standardized methods. Annual captures of animals were conducted by the ditch trapping (20 m in length with two cones) in the same time period of each year from 8 to 18 August, during the peak of abundance of small mammals in boreal forests.

Data analysis—To reduce errors of results age classes and sexes were taken separately for each

of them and their mean value was calculated. All measurements for our samples were taken by the same scientist. Voles were classified as juvenile (immature animals, born in the year of investigation), sub-adult (sexually mature animal born in the same year) or adult (sexually mature wintered animals) on the basis of breeding status and body mass.

To test the hypothesis, we conducted a test using the two-sample *t*-test. The index of relative number, namely the number of individuals calculated for 100 conventional cones per day (c/d), as well as the index of dominance, which is a percentage of the species in the catch (Beklemishev, 1961), were used for the quantitative characteristics of species in the

data set includes research conducted between 2000-2013. Table 1 shows the results for the external morphological parameters of the grey-sided vole according to their age classes and sexes respectively.

The two-sample *t*-test indicated that the males were longer than females in the adult and juvenile categories, while in the subadult, females were longer than males in body length measurement. Also, females all ages except juvenile were significantly heavier than males. The heaviest 5 pregnant females (42-56 g) caught in August 2011 are not included in this set.

Analysis of the vole population fluctuation, its

Table 1. Mean values and standard deviation for body measurements. Body mass is in g, and lengths are in mm, n = number of measured voles

Adult	Males (n = 20) x SD	Females (n = 16) x SD	t-values	p
Body length (mm)	198 103	130 29	0.937	>0.05
Tail length (mm)	38 21	40 28	-1.428	>0.05
Body weight (g)	49.2 26	56.5 26	-1.304	>0.05
Juvenile	Males (n = 103) x SD	Females (n = 101) x SD	t-values	p
Body length (mm)	110 86	106 77	5.535	>0.05
Tail length (mm)	40 21	39 20.5	1.485	>0.05
Body weight (g)	28 15.8	29 13.1	3.333	>0.05
Subadult	Males (n = 50) x SD	Females (n = 30) x SD	t-values	p
Body length (mm)	118 93	121 87	-0.171	>0.05
Tail length (mm)	36 21	38 22	-1.391	>0.05
Body weight (g)	38.3 21	41 18	-0.081	>0.05

community. The data on population dynamics of (*Myodes rufocanus*) was analyzed. We assessed the relationship between measurements (BL, TL and BW) of (*Myodes rufocanus*) using Spearman rank correlation analysis. Daily captures of grey-sided voles were analyzed using a 1-way analysis of variance (ANOVA/MANOVA; STATISTICA—StatSoft, Inc. 2011).

Results

A total of 320 (*Myodes rufocanus*) (147 females and 173 males) were captured and measured. The

population shows strong oscillations. However in 2002-2003 and 2008 no oscillations were presented. The maximum value of the total number of grey-sided voles was observed and peaked in 2011 — 58 individuals per 100 c/d (Figure 1). The minimum value recorded in 2004 was 0.4 individuals per 100 c/d, in over 12-year observation period. The figure shows that the population of (*Myodes rufocanus*) peaks once every 5 years. It peaked in its fifth year. Also, mean daily capture of (*Myodes rufocanus*) was calculated for each year (Figure 3).

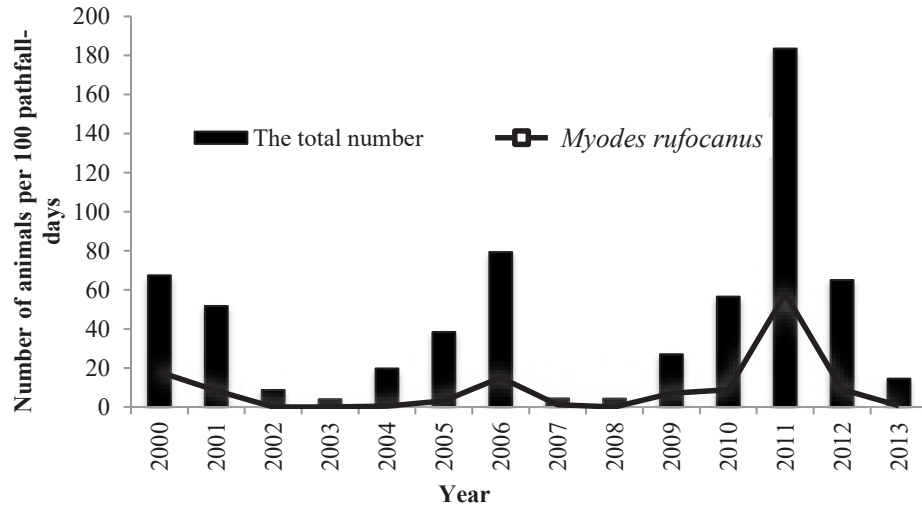


Figure 1. Long-term dynamics of the total number of community and (*Myodes rufocanus*) of Khonin Nuga, West Khentey Mongolia

The sex ratio was balanced in 2000, 2005 and 2007 (Figure 2), but in 2006, 2009-2011 with males being more frequent than females. However, in 2012 females lightly predominated, representing 61 percent of the total number of individuals, and 67 percent of the adults (Table 2). In 2011, it

showed a different pattern of population structure: all ages and sexes were recorded and juveniles (76 individuals) were dominated and peaked only this year. The absolute number of individuals by sex, age, class and year is presented in Table 2. More juvenile individuals were recorded in August by all years indicating that they were produced in the

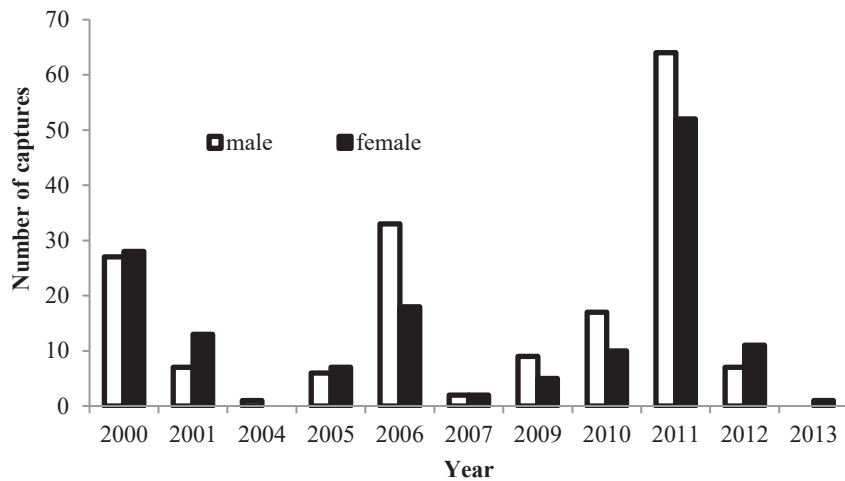


Figure 2. Number of male and female (*Myodes rufocanus*) captured by years

Table 2. Total number of individuals captured from 2000-2013 and sex ratio of the captured individuals of (*Myodes rufocanus*) at Khonin Nuga, West Khentey, Mongolia. M – males, F – females

Years	Juvenile		Subadult		Adult		Sex ratio	Total sample M (%)	Sex ratio	Total adults M (%)
	M	F	M	F	M	F				
2000	19	23	7	3	1	2	1/1	49.1	1/2	33.3
2001	5	9	2	3		1	1/1.9	35		
2004	1						1/1	100		
2005	4	8	1		1		1/1.3	42.8		
2006	21	13	10	4	2		2/1	66		
2007	1	1		1	1		1/1	50		
2009	4	3	5	2			1.8/1	64.3		
2010	5	10	11		1		1.7/1	62.96		
2011	43	33	11	12	10	7	1.2/1	55.2	1.4/1	58.3
2012		1	3	5	4	5	1/1.6	38.8	1/1.3	44.4
2013						1	1/1	100		
Total	103	101	50	30	20	16	1.2/1	54.1	1.3/1	55.6

previous breeding months. The share of breeding young voles was very high for (*Myodes rufocanus*) in 2011 (Table 2).

Visual examination of Figure 4 confirms that the distribution and overlapping of body length in different ages are much wider than those of body mass. For this reason, we base the determination of animal age on body mass only for ditch trapping;

body length being used as an additional measure.

Correlation analyses between body mass (BW), and body length (BL) in (*Myodes rufocanus*) were highly distinct for females' specimens and for males it was less distinct, though they are significant (Figure 5). The best correlations of BW, with BL for both sexes (Spearman rank correlation: $r_s = 0.61$, $p < 0.001$ and $r_s = 0.84$, $p < 0.001$) are

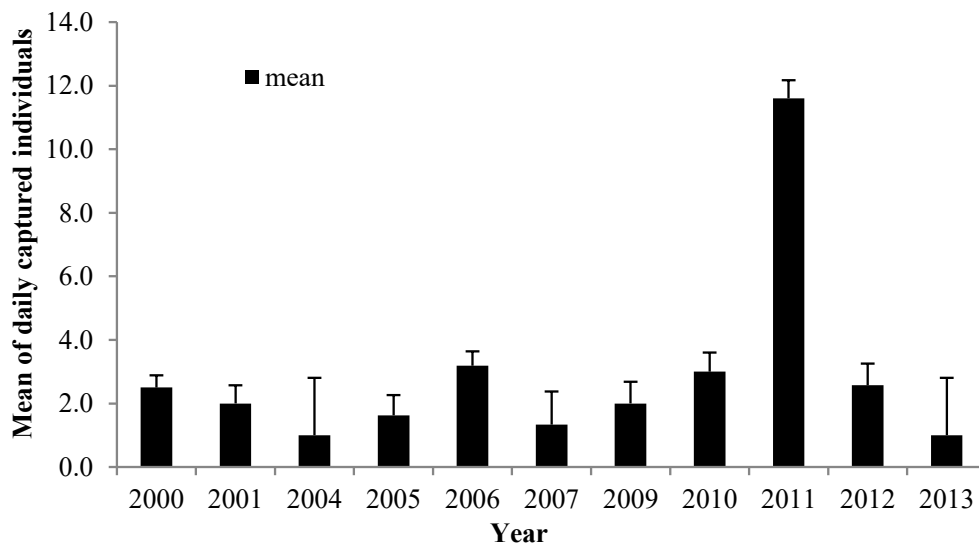


Figure 3. Daily captures in pitfall traps of (*Myodes rufocanus*) in August 2000-2013 at the Khonin Nuga, West Khentey Mongolia. Anova; ($F(10,83) = 23.927$; $p = 0.0001$)

shown in Figure 5a and 5b.

The value of the correlation coefficient between BL and TL for both sexes ($r_s = 0.20$ $p < 0.001$ and $r_s = 0.15$ $p < 0.001$) are shown in Figure 5c and 5d that is less than 0.5. Also, the results of the correlation between BW and TL in Figure 5 are similar.

Boxplot (Figure 7) shows the species was distributed in a similar way (FP, BB) and the capture rates of (*Myodes rufocanus*) was the highest at the mixed forest plots. (*Myodes rufocanus*) abundance was more pronounced in mixed forest and it is optimal for grey red-backed vole.

Discussion

We examined the flow of sexual dimorphism of (*Myodes rufocanus*) in Khonin Nuga, Mongolia. In August of each year, the trapping technique used in majority of studied was pitfall trapping with ditches, and estimations were made. We categorized grey-backed vole by age and sex. At that point collected data was analyzed in the Correlation, and Anova factor analysis. Then significant sexual dimorphism was found in the morphology of all the populations studied. There were only age differences in BW, BL and TL. In the fact, the sexual dimorphism indices between the sexes were approximate.

Significant correlations were found between BW-BL (all $p < 0.001$) for the examined population. However the results of the correlation between BL and TL refuted the assumption that tail length increases as body length increases.

We observed (*Myodes rufocanus*) in five different habitats: FP - Flood plain, HM - Herb meadow, BB - Betula bushes, MF - Mixed Forest, MDS - Mountain dry steppe in Khonin Nuga, Khentey. The studies showed that the species favor mixed forests. Also studies in Japan have appeared that (*Myodes rufocanus*) lean towards forest vegetation. In expansion, three territories were considered in Fennoscandia [9]. These incorporate the marsh, the mountain extends, and the timberland [10]. Our results showed that the highest density of animals was in the mixed forest habitats.

In general, the sex ratio of (*Myodes rufocanus*) was balanced. The share of wintered animals in the grey-sided vole population was very low (Table 2). The possible explanation is that we made our observations in August at the end of reproductive season.

To try to explain the population dynamics in fourteen years, Sheftel Boris explained the long-

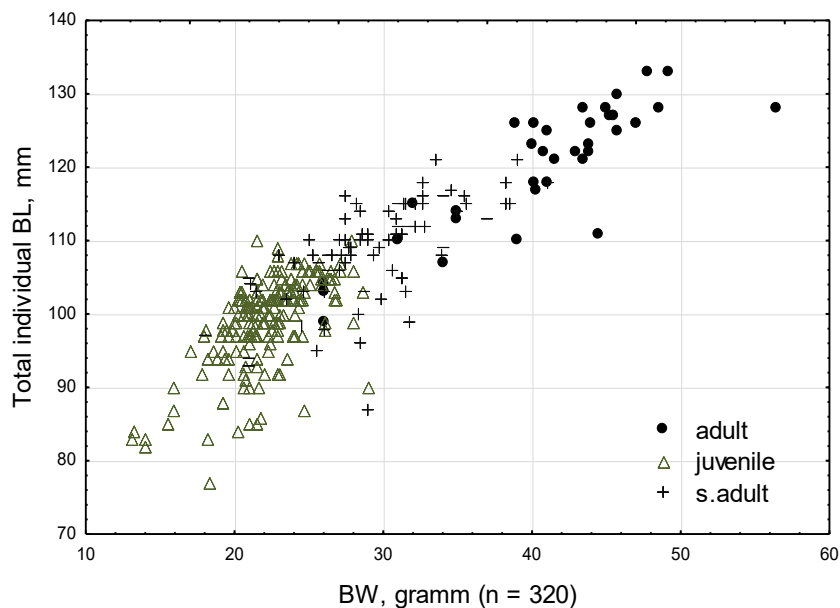


Figure 4. Bivariate scatterplots of total individuals' morphological parameters: (juv – juveniles, sub – subadults, ad – adults)

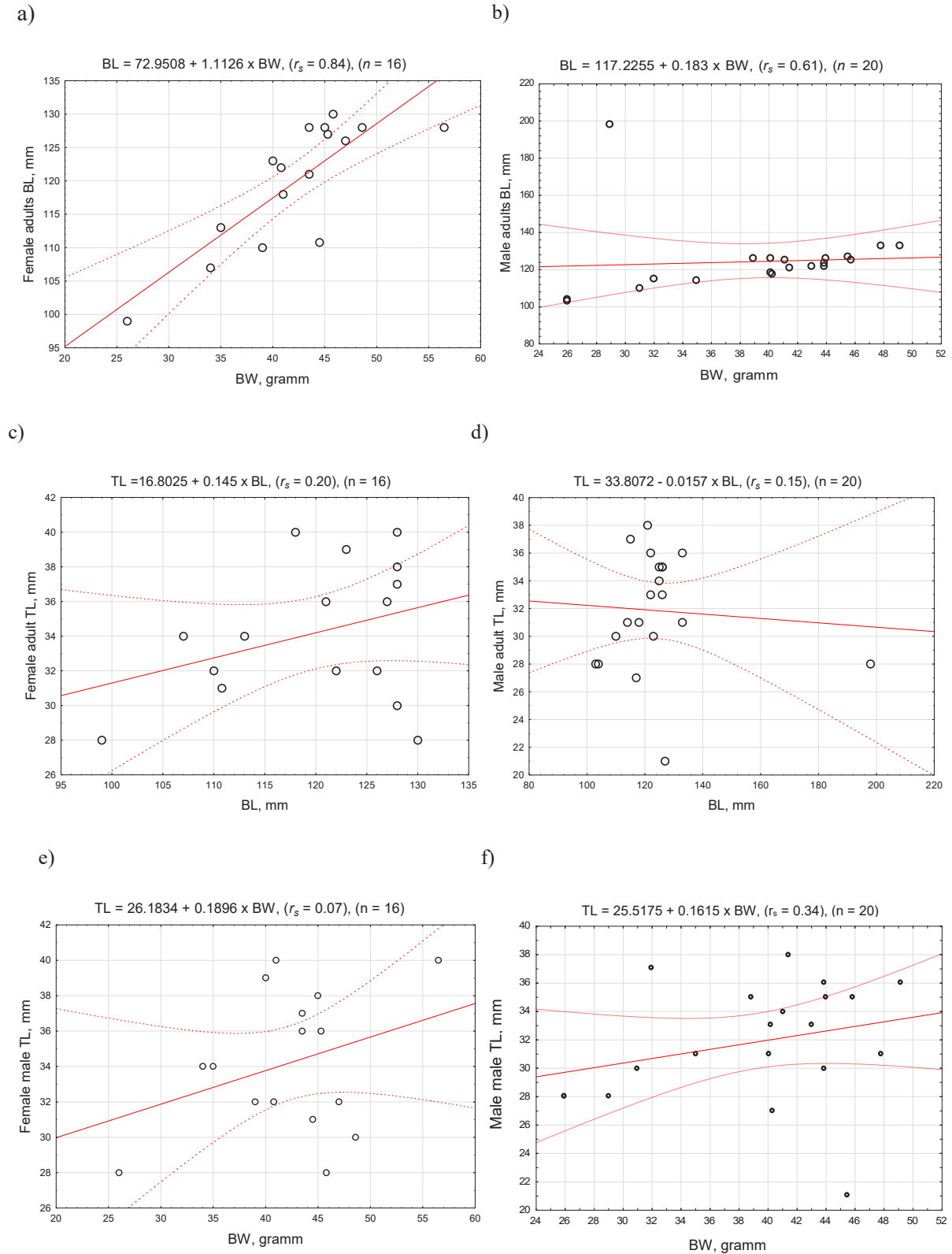


Figure 5. Relation of body mass, body length and tail length to animal age in the grey-sided vole: (a) BL – BW and (b) BL – TL of male and female adults' (*Myodes rufocanus*). Regression line and 95% confidence limits are given

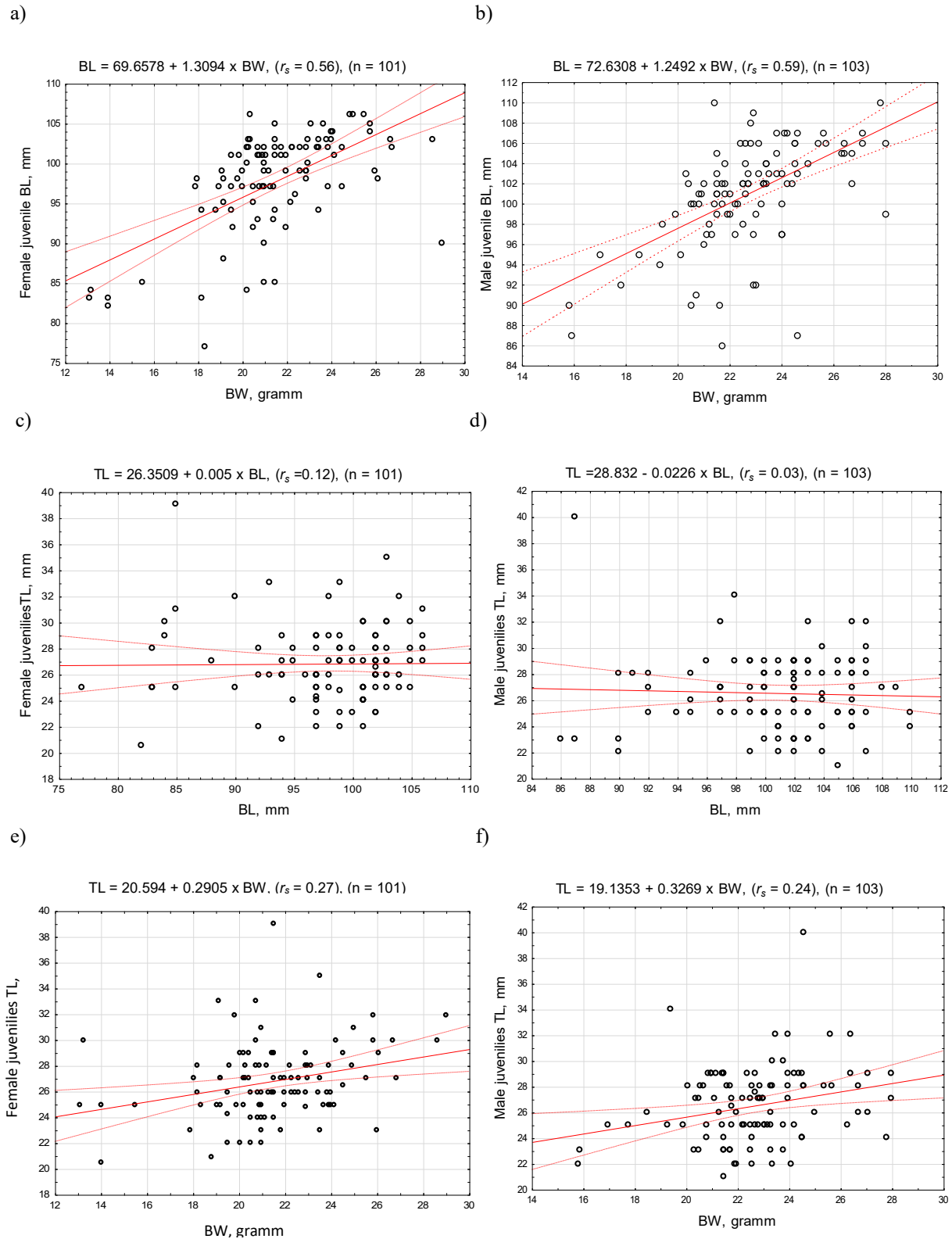


Figure 6. Bivariate scatterplots of the morphological parameters: (a) BL – TL and (b) BW – TL of male and female juveniles (*Myodes rufocanus*). Regression line and 95% confidence limits are given

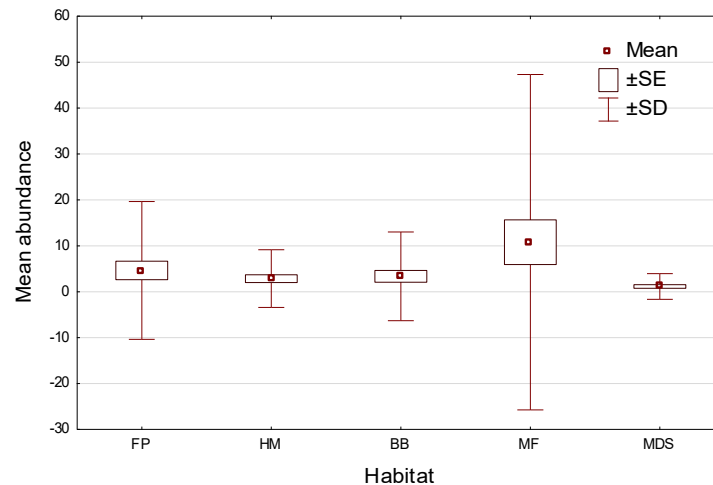


Figure 7. Boxplots mean abundance by habitat of (*Myodes rufocanus*) from Khonin Nuga, West Khentey 2000-2011.

FP - Flood plain, HM - Herb meadow, BB - Betula bushes, MF - Mixed Forest, MDS - Mountain dry steppe

term population dynamics of small mammals in Khonin Nuga (unpublished manuscript), correlated the number of animals with wintering weather variables (mean monthly temperature, minimum temperature, mean monthly sediments and monthly high of snow level). We agree with this situation. The number of (*Myodes rufocanus*) strongly fell in 2001. Sharp diminish of number can be connected with abnormally cold winter of 2000-2001, and 2006-2007. On other hand, a plausible cause for the differences in population dynamics might be related to sex ratio[11]. In 2000, 2001, 2006 and 2010 the trend in sex ratio was followed by a surplus of males in August. The situation in 2011 was completely different, generally in total sample it was a quite balanced sex ratio but for the adults the ratio of males to females. We similarly assume that the change in population structure was the main reason for the peak of density in August 2011.

In Fennoscandia of Canada, red-backed vole (*Myodes* spp.) often show regular fluctuations of abundance of 3- to 5-year periods. In contrast, only a few populations show evidence of cyclic fluctuations in North America. Our study is the first to demonstrate cyclic dynamics in a grey-backed vole (*Myodes rufocanus*) population found in the

boreal forest Khonin Nuga, Mongolia.

Conclusion

(*Myodes rufocanus*) spread throughout forest types. During the years that lower number of (*Myodes rufocanus*) were caught, they only appeared in mixed forest, inversely the years that higher number of individuals were appeared, they spread through other habitats. After in winter with low precipitations, remarkable decrease was observed in the percentage of population. In general, due to reproductive season, lower number of female adults were noted than male adults.

References

- [1] Stenseth, N. Chr, O. N. Bjornstad, and T. Saitoh. 1996. "A Gradient from Stable to Cyclic Populations of (*Myodes rufocanus*) in Hokkaido, Japan." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*.
- [2] Magnusson, Magnus et al. 2013. "Predicting Grey-Sided Vole Occurrence in Northern Sweden at Multiple Spatial Scales." *Ecology and Evolution*.
- [3] Saitoh, T. (1998). The Population Dynamics of the Vole (*Myodes rufocanus*) in Hokkaido, Japan. *Researches on Population Ecology*.
- [4] Kaneko, Yukibumi et al. 1998. "The Biology of the Vole (*Myodes rufocanus*): A Review." *Researches on Population Ecology*.

- [5] Yoccoz, Nigel G., Keisuke Nakata, Nils Chr Stenseth, and Takashi Saitoh. 1998. "The Demography of (*Myodes rufocanus*): From Mathematical and Statistical Models to Further Field Studies." *Researches on Population Ecology*.
- [6] Hörnfeldt, Birger. (2004). "Long-Term Decline in Numbers of Cyclic Voles in Boreal Sweden: Analysis and Presentation of Hypotheses." *Oikos*.
- [7] Walter, H. 1974. Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens *Die Vegetation Osteuropas, Nord- Und Zentralasiens*.
- [8] Dulamsuren, Choimaa, Markus Hauck, and Michael Mühlenberg. 2005. "Vegetation at the Taiga Forest-Steppe Borderline in the Western Khentey Mountains, Northern Mongolia." *Annales Botanici Fennici*.
- [9] F.S., O. M. (1999). Population cycles in small mammals: the role of age at sexual maturity. *Oikos*.
- [10] Bjørnstad, Ottar N., Nils Chr Stenseth, Takashi Saitoh, and Ole Chr Lingjærde. 1998. "Mapping the Regional Transition to Cyclicity in (*Myodes rufocanus*): Spectral Densities and Functional Data Analysis." *Researches on Population Ecology*.
- [11] Bryja J., N. J. (2005). Common vole (*Microtus arvalis*) population sex ratio: biases and process variation. *Canadian Journal of Zoology*.



Монгол орны баруун Хэнтийн, Хонин нуга дахь ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*) -ын популяцын бүтэц

Пүрэвжал Цэрэндаваа^{*1,2}, Клаус Хакландер¹, Эрдэнэцэцэг Эрдэнэчимэг², Борис Шефтель³, Равчиг Самьяа⁴, Энхбат Ундрахбаяр⁵, Алтанчимэг Номин, Шижир-Эрдэнэ Хүслэн², Михайл Мюленберг⁶

¹Зэрлэг ан амьтдын биологи, агнуурын менежментийн хүрээлэн, Байгалийн Шинжлэх Ухааны Их Сургууль, Вена хот, Австри Улс

²Хүмүүнлэгийн Ухааны Их Сургууль, Улаанбаатар

³А.Н. Северцовын Экологи ба Эволюцийн Хүрээлэн Москва

⁴Монгол Улсын Их Сургууль

⁵ШУА-ийн Биологийн Хүрээлэн, Хөхтний Экологийн Лаборатори

⁶ХБНГУ Гёттингений Их Сургуулийн Байгаль Хамгаалах Төв

Хүлээн авсан 2021.7.16; Хянан тохиолдуулсан 2021.9.21; Зөвшөөрсөн 2021.11.15

Хураангуй

Баруун Хэнтийн Хонин Нуга орчмын Ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*)-ын морфологи, популяцын бүтэц, амьдрах орчны судалгааг хийв. Энэ зүйл нь Хонин нугад түгээмэл Хус-Шинэс бүхий холимог ойн амьдрах орчныг илүү шүтэн тархсан зүйл юм. Судалгаа хийсэн зарим жилүүдэд популяцын хүйсийн харьцаа тэнцвэргүй байсан насны бүлгийн хувьд бие гүйцсэн бодгалиудад популяцын дийлэнх нь эр амьтад давамгайлах шинжтэй байсан. Бие гүйцсэн эр, эм бодгалийн морфологийн үзүүлэлт дээр түшиглэсэн хамаарлын шинжилгээний утга нь ялгаатай байдлыг харуулж байна. Ойн хүрэн оготнын морфологийн үзүүлэлт нь хүйсийн хувьд ялгаатай бөгөөд эр бодгаль нь биеэр урт боловч эм бодгалиас бага жинтэй байв. Харин эм бодгаль нь ихэвчлэн эрээсээ илүү жинтэй байна. Бид судалгааны талбай сонгохдоо амьдрах орчны олон янз байдлыг төлөөлөх газрыг хамруулж алаг өвст нуга, шугуй, уулын хуурай өвөр энгэр, ой зэрэг ялгаатай орчинд 2000-2013 онд нийт 14 жил 8-р сард сонгосон нийт 10 талбайд судалгааг жижиг хөхтөн амьтны зуны үржлийн үе, үржлийн дараах үеийг тохиолдуулан популяцын тоо толгой харьцангуй нэмэгдсэн үетэй давхцуулан сонгож хийсэн.

Түлхүүр үгс: Ойн хүрэн оготно, оготно, популяцын бүтэц, популяцын динамик, хүйсийн диморфизм

Оршил

Анх 1846 онд Шведийн амьтан судлаач Сундевалл Ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*)-г шинжлэх ухаанд бүртгэсэн. Ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*) нь Хятад, Японоос Швед хүртэл мөн бусад улс орнуудад түгээмэл бөгөөд тал хээр, хад чулуурхаг орчноос илүү ой модтой амьдрах орчинд элбэг тархсан зүйл юм [1]. Энэ зүйлийн урт хугацааны популяцын экологийн судалгаа Япон [2], Швед

[3] зэрэг улс орнуудад хийгдсэн харин манай оронд өмнө нь хийгдсэн популяцын экологийн урт хугацааны судалгаа тун хомс байна. Иймээс бид Баруун Хэнтийн Хонин Нуга ойн хүрэн оготнын биологи экологийн урт хугацааны судалгаа хийхийг зорьсон юм.

Ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*) нь Монгол орны ойн бүсэд түгээмэл тархсан жижиг хөхтөн амьтан юм. Энэ зүйлийн ангилал зүй, морфологи, экологийн янз бүрийн орчинд тархсан популяцын экологийн судалгааг

*Холбоо барих зохиогч
цахим хаяг: tserendavaa.p@humanties.mn,
tserendavaa.pureval@students.boku.ac.at

хийсэн [4]. Зүйлийн хувьд манай оронд өргөн тархалттай ч ойн экосистемийн нөхцөлд тэдгээрийн биологи, экологи болон популяцын экологийн судалгаа төдийлөн сайн хийгдээгүй байна.

Энэхүү судалгаа нь Баруун Хэнтийн Хонин нуга дахь ойн хүрэн оготны популяцын тоо толгойн өөрчлөлт, нас болон хүйсээр ялгаатай бодгалиудын морфологийн үзүүлэлтийг харьцуулах юм. Саяхныг хүртэл ихэнх судалгаанууд нь популяцын динамик эсвэл тоо толгойн хөдлөл зүйд анхаарлаа хандуулж, харин популяц доторх бодгаль хоорондын уялдаа холбоог, биологи экологийг нарийн судлаагүй байна [5].

Жижиг хөхтөн амьтдын элбэгшлийг урт хугацааны туршид ажигласан судалгааны материал ховор байх боловч олон жилийн хөдлөл зүйд гарч болох ямарваа нэг өөрчлөлтийг илрүүлэх боломжийг бий болгох нь эргэлзээгүй юм. Энэхүү судалгааг тодорхой газарт байрших мэрэгчдийн популяцийг урт хугацааны туршид ажиглах улмаар газар зүйн хувьд маш өргөн уудам орон зайг хамруулан хялбархан, энгийн байдлаар тайлбарлах хийх боломж олгох нарийвчилсан арга ашиглан гүйцэтгэсэн [6]. Уг судалгаанд Хонин нуга орчимд тархах жижиг мэрэгчдийн зүйл тус бүрээс хангалттай хэмжээний дээж материал цуглуулж олон хувьсагчтай статистик программ хангамж ашиглан боловсруулалт хийв. Судалгааны зорилго нь Ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*)-ын популяцын динамикийн урт хугацааны өөрчлөлт, мөн энэ зүйлийн талаарх биологи экологийн судалгааны мэдээллийг нэмэгдүүлэх юм. Судалгааны таамаглал нь зүйлийн нас, болон хүйсийн хамаарлыг судлах. Хүйсийн харьцааг насны бүтцээр нь нялх, залуу болон бие гүйцсэн бодгаль тус бүрээр ангилан үзсэн ба энэ нь амьдрах орчин, шилжилт хөдөлгөөн, үржилд орох зэргээс хамаарах уу үүнийг олж тогтоох. Мөн энэ зүйлийн популяцын динамик, хүйсийн харьцаа хооронд хамаарал байна уу гэдгийг судлах. Хоёр дахь таамаглал нь популяцын динамик, хоногт баригдах эрчим

мөн эр, эм бодгалийн морфологи ялгаа болон хүйсийн харьцааг тогтоох юм.

Судалгааны материал арга зүй

Баруун Хэнтий Хонин нугад хийсэн бидний судалгааны талбай нь Сибирийн тайгын өмнөд хэсэг ба ойт хээрийн хоорондох шилжилтийн бүсэд оршдог [7]. 400 км² талбайг эзэлдэг бөгөөд 49°01′-ээс 49°10′E, 107°11′-107°31′E-ийн хоорондох бүс нутгийг эзэлдэг ба нийт газар нутгийн 85% нь ойгоор бүрхэгдсэн [8].

Бид голлох 5 амьдрах орчныг тодорхойлсон бөгөөд бургасан шугуй, шинэс, хусан ой бүхий голын эрэг орчмын намгархаг тал. Шинэс (*Larix sibirica*) 30-40 м өндөртэй, хус (*Betula platifylla*) ой бүхий талбай. Азийн монос (*Padus asiatica*), өргөст нохойн хошуу (*Rosa acicularis*) бүхий талбай. Улбалзуур сорвоо (*Calamagrostis purpurea*), нугын шивлээ (*Equisetum pretense*), саравгар туулайн тагнай (*Filipendula palmata*) давамгайлсан швериний бургас (*Salix schwerinii*), шүүдэрт бургас (*Salix rorida*), лавар навчит улиас (*Populus laurifolia*) болон сорвоо (*Calamagrostis purpurea*), шошлойрхог хошоонгор (*Trifolium lupinaster*), Янон холтсон цэцэг (*Ranunculus japonicas*) бүхий талбай. Эдгээр амьдрах орчинд тус бүр амьтан барих хоёр суваг байрлуулсан.

Уулын ар энгэрийн улиас (*Populus tremula*), хус (*Betula platifylla*), шинэс (*Larix sibirica*) бүхий амьдрах орчинд судалгааны талбайг сонгосон. Энэ талбай нь бутлаг ургамал бага бөгөөд гол төлөв дагуур тэрэлж (*Rhododendron dauricum*), мухар түрүүхэйт сорвоо (*Calamagrostis obtusata*), нугын шивлээ (*Equisetum pretense*), орос цахилдаг (*Iris ruthenica*), шмидтийн улалж (*Carex schmidtii*) давамгайлсан. Мөн энэ талбай нь түймэрт өртөж байсан тул шатаж унасан мод ихтэй. Энэхүү амьдрах орчинд гурван суваг байрлуулсан.

Морфометр - цуглуулсан дээж тус бүрд дараах морфологийн үндсэн хэмжилтүүдийг хийсэн: биений урт (БУ) хамрын үзүүрээс төгсгөлийн сүв хүртэл; сүүлний урт (СУ) төгсгөлийн сүвээс сүүлний үзүүр хүртэл, сүүлний үзүүрийн

цацаг үс орохгүй; болон биеийн жин (БЖ, 1 гр нарийвчлалтай электрон жин). Биеийн урт болон сүүлний уртыг 0,5мм нарийвчлалтай шугам ашиглаж хэмжсэн.

Амьтан барих арга техник - Судалгааг жижиг хөхтөн амьтдын үржлийн хоёр дахь үе буюу 8-р сарын 8-аас 18-ний хооронд 20 метрийн урттай шуудуунд хоёр конус суулгаж дээжийг цуглуулав. Дээжийг хээрийн лабораторид шинжилж зүйлийг тодорхойлон нас, үржлийн төлөвийг (нөхөн үржихүйн эрхтний гадаад, дотоод байдал) тодорхойлсон.

Өгөгдлийн шинжилгээ - Үр дүнгийн алдааг багасгахын тулд нас, хүйсийн бүлэг тус бүрээр авч дундаж утгыг тооцоолсон. Таамаглалыг шалгахын тулд бид хоёр түүвэрт Т-тест ашигласан ба харьцангуй тооны индекс тухайлбал өдөрт 100-н конуст хоногт баригдсан орцоор (к/х), давамгай байдлын индексийг (Беклемишев, 1961) ашиглан ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*)-ын бүлгэмдэлдээ зонхилогч зүйл эсэх, популяцын динамик зэргийг тодорхойлсон. Мөн биеийн хэмжилтийн үндсэн параметруудийг (БУ, СУ ба БЖ) Спирманы хамаарлын шинжилгээ хийж үнэлэв. Өдөрт баригдах тохиолдоцыг нэг хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ (ANOVA/MANOVA;

STATISTICA—StatSoft, Inc. 2011) ашиглан тооцолсон болно.

Судалгааны үр дүн

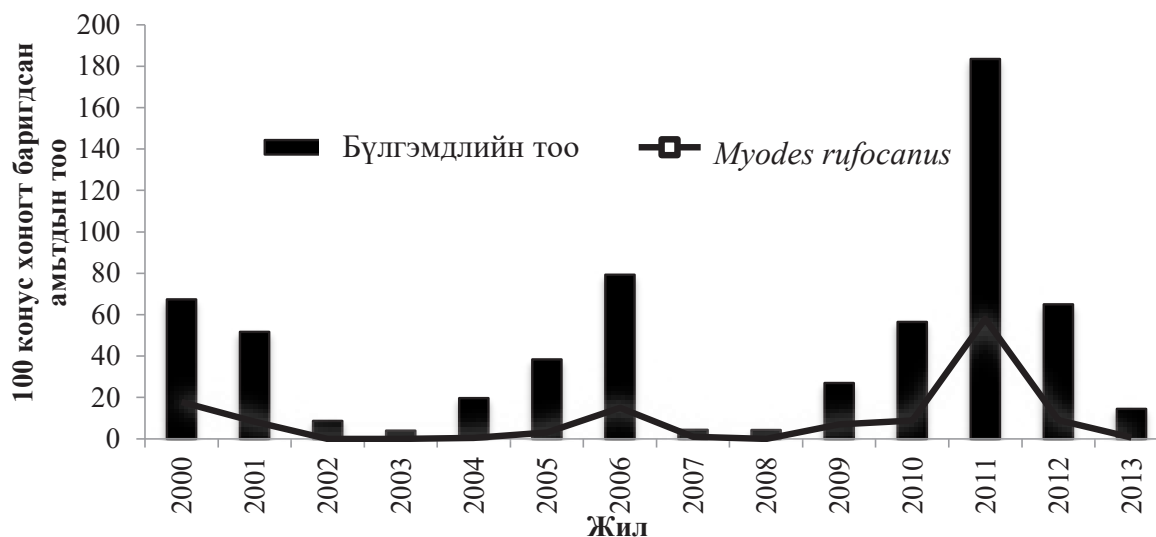
Нийт 320 (*Myodes rufocanus*) баригдсанаас 147 нь эм, 173 нь эр бодгаль байсан. Хонин нугад 2000-2013 оны хооронд хийсэн хээрийн судалгааны барилтын мэдээ баримтад түшиглэж өгөгдөл боловсруулалт хийсэн. Зүйлийн хувьд морфологийн үзүүлэлтийг насны ангилал, хүйсийн харьцаагаар нь харуулсан үр дүнг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Нас, хүйсийн бүлгээр ангилан салгаж боловсруулсан хэмжилтын үзүүлэлтийн статистик үр дүнгээс харахад бие гүйцсэн болон нялх бодгалиудын эр амьтад эм амьтдаас биеэр урт байсан бол харин залуу насны бүлэгт хамаарах амьтдын хувьд эм бодгалиуд нь биеийн уртын үзүүлэлт үл мэдэг өсжээ. Мөн нялх эм бодгалиас бусад бүх насны эм бодгалиуд биеийн жингийн хувьд эр бодгалиас илүү байсан. 2011 оны 8-р сард баригдсан хамгийн хүнд жинтэй 5-н хээлтэй эм бодгалиудыг (42-56 гр) боловсруулалтад оруулаагүй болно.

(*Myodes rufocanus*)-ойн хүрэн оготны популяцын тоо толгойн хэлбэлзэлд дүн шинжилгээ хийхэд жил бүр харилцан адилгүй популяцын тоо

1-р хүснэгт. Биеийн хэмжилтийн дундаж утга ба стандарт хазайлт. Биеийн жинг гр, уртыг мм, n = хэмжилт хийгдсэн нийт бодгалын тоо

Бие гүйцсэн бодгаль	Эр бодгаль (n = 20) x CX	Эм бодгаль (n = 16) x CX	t-утга	p
Биеийн урт (мм)	198 103	130 29	0.937	>0.05
Сүүлний урт (мм)	38 21	40 28	-1.428	>0.05
Биеийн жин (гр)	49.2 26	56.5 26	-1.304	>0.05
Нялх бодгаль	Эр бодгаль (n = 103) x CX	Эм бодгаль (n = 101) x CX	t-утга	p
Биеийн урт (мм)	110 86	106 77	5.535	>0.05
Сүүлний урт (мм)	40 21	39 20.5	1.485	>0.05
Биеийн жин (гр)	28 15.8	29 13.1	3.333	>0.05
Залуу бодгаль	Эр бодгаль (n = 50) x CX	Эм бодгаль (n = 30) x CX	t-утга	p
Биеийн урт (мм)	118 93	121 87	-0.171	>0.05
Сүүлний урт (мм)	36 21	38 22	-1.391	>0.05
Биеийн жин (гр)	38.3 21	41 18	-0.081	>0.05

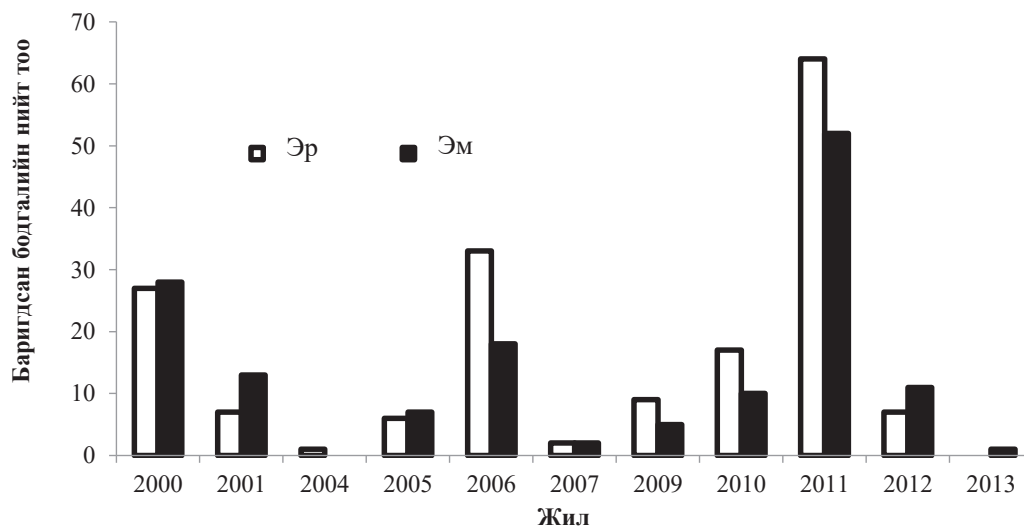


1-р зураг. Монгол орны Баруун Хэнтийн Хонин нугын (*Myodes rufocanus*)-ын популяцын динамик

толгойн элбэгшилтэй байлаа. Судалгаа хийсэн онуудын мэдээнээс хархад 2002-2003 он болон 2008 онд ойн хүрэн оготно тэмдэглэгдээгүй болохыг зураг нэгээс харж болно. Нийт судалгаа хийсэн хугацаанд 2011 онд динамикийн оргил үе байсан. (*Myodes rufocanus*) нийт баригдсан бодгалиас хамгийн их утга харуулсан буюу 100 к/х тутамд 58 бодгаль байсан (1-р зураг). 2004 онд бүртгэгдсэн хамгийн бага утга нь 100 к/х тутамд 0.4 бодгаль байсан нь нийт 14 жилийн ажиглалтын хугацаанд энэ индекс хүчтэй өөрчлөгдсөн байна. Зурагт үзүүлсэнээр ойн хүрэн оготно нь 5 жилд нэг удаа популяцын

тоо толгой ихссэн ба 5 дахь жилдээ популяцын динамик оргил үедээ хүрч буйг харж болно. Мөн (*Myodes rufocanus*)-ын жил бүрийн найм дугаар сард нэг хоногт баригдсан амьтдын дундаж тоог жил бүрээр тооцоолон гаргав (3-р зураг).

Хүйсийн харьцаа 2000, 2005, 2007 онд тэнцвэртэй 1:1 байсан ч (2-р зураг), 2006, 2009, 2010 болон 2011 онд эр амьтад эмгээс илүү тэмдэглэгдсэн. 2012 онд эм бодгалиуд давамгайлж, тухайн жилд нийт баригдсан бодгалийн 61 хувь, бие гүйцсэн бодгалийн 67 хувийг эзэлж байна (2-р хүснэгт). 2011 онд популяцын бүтцийн өөр хэв



2-р зураг. (*Myodes rufocanus*)-ын хүйсийн харьцаа

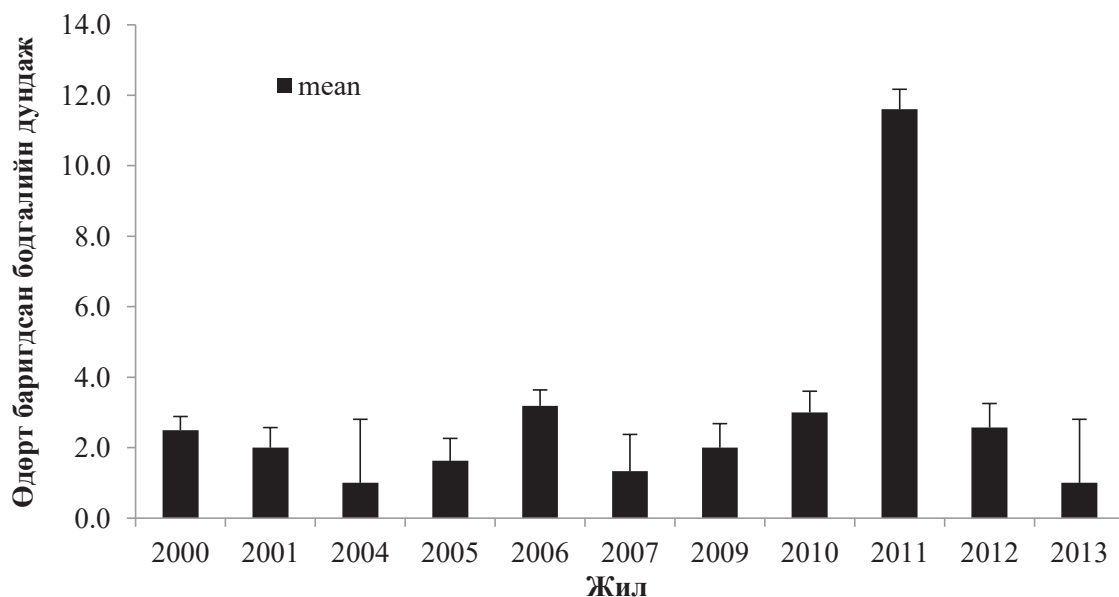
маягийг харуулсан: бүх нас, хүйс бүртгэгдсэн бөгөөд нялх бодгаль давамгайлж, зөвхөн энэ жил тоо толгой нь оргилдоо хүрсэн. Хүйс, насны бүлгээр нь салган ангилал хийж жил тус бүрээр нь 2-р хүснэгтэд үзүүлэв. Жил бүрийн Наймдугаар сар олон нялх бодгаль бүртгэгдсэн нь өмнөх үржлийн саруудад гарсан бодгалиуд болохыг харуулж байна. 2011 онд ойн хүрэн

оготно (*Myodes rufocanus*)-ын хувьд үржлийн бодгалийн эзлэх хувь маш өндөр байсан (2-р хүснэгт).

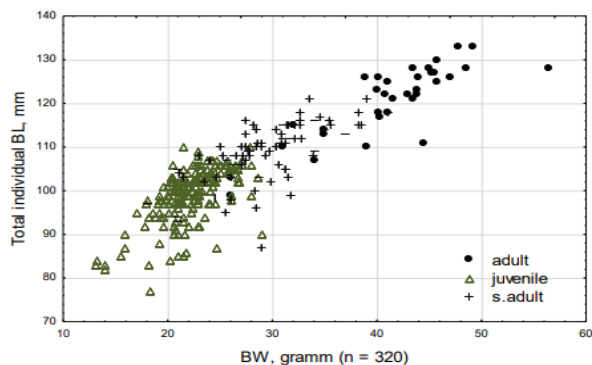
4-р зургийг ажиглавал ялгаатай насны бүлэгт хамаарах хүрэн оготны биеийн урт тэдгээрийн давхцал болон тархалт нь нас, насны бодгальд өөрөөр биеийн жинг харуулдаг болохыг баталж байна. Энэ шалтгааны улмаас бид амьтны

2-р хүснэгт. 2000-2013 онд баригдсан (*Myodes rufocanus*) нийт бодгалийн тоо болон хүйсийн харьцаа, Баруун Хэнтийн Хонин нуга.

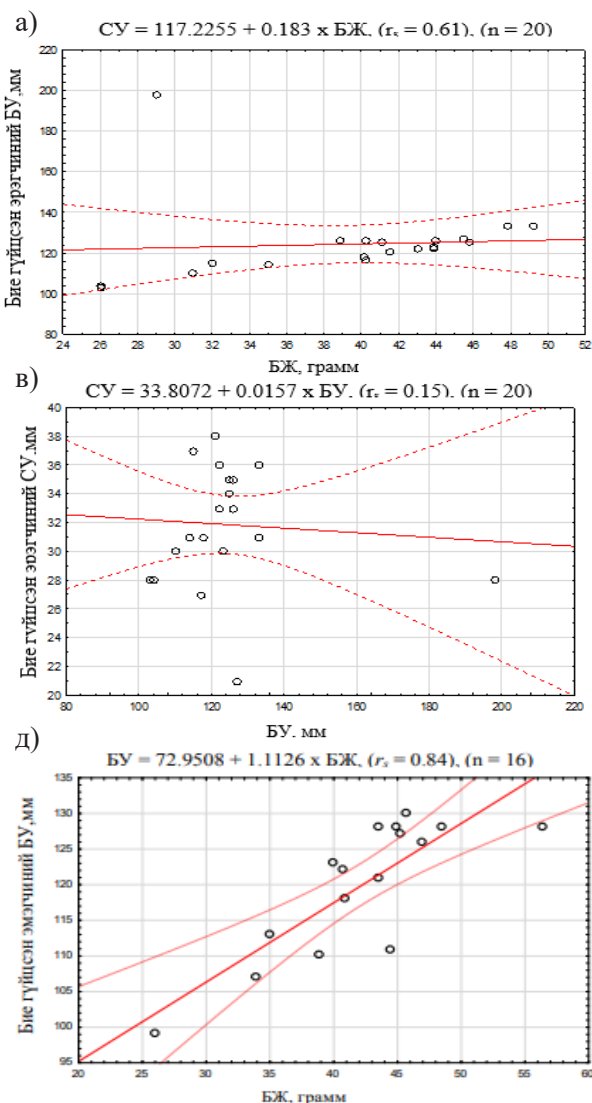
Жилүүд	Нялх		Залуу бодгаль		Бие гүйцсэн		Хүйсийн харьцаа	Нийт түүвэр эр (%)	Хүйсийн харьцаа эр (%)	Нийт түүвэр
	Эр	Эм	Эр	Эм	Эр	Эм				
2000	19	23	7	3	1	2	1/1	49.1	1/2	33.3
2001	5	9	2	3		1	1/1.9	35		
2004	1						1/1	100		
2005	4	8	1		1		1/1,3	42.8		
2006	21	13	10	4	2		2/1	66		
2007	1	1		1	1		1/1	50		
2009	4	3	5	2			1.8/1	64.3		
2010	5	10	11		1		1.7/1	62,96		
2011	43	33	11	12	10	7	1.2/1	55.2	1.4/1	58.3
2012		1	3	5	4	5	1/1.6	38.8	1/1.3	44.4
2013						1	1/1	100		
Нийт	103	101	50	30	20	16	1.2/1	54.1	1.3/1	55.6



3-р зураг. Хонин нугын (*Myodes rufocanus*)-ын нэг өдөрт дунджаар баригдсан бодгалийн тоо. АНОВА; ($F_{(10, 83)} = 23.927$; $p = 0.0001$).



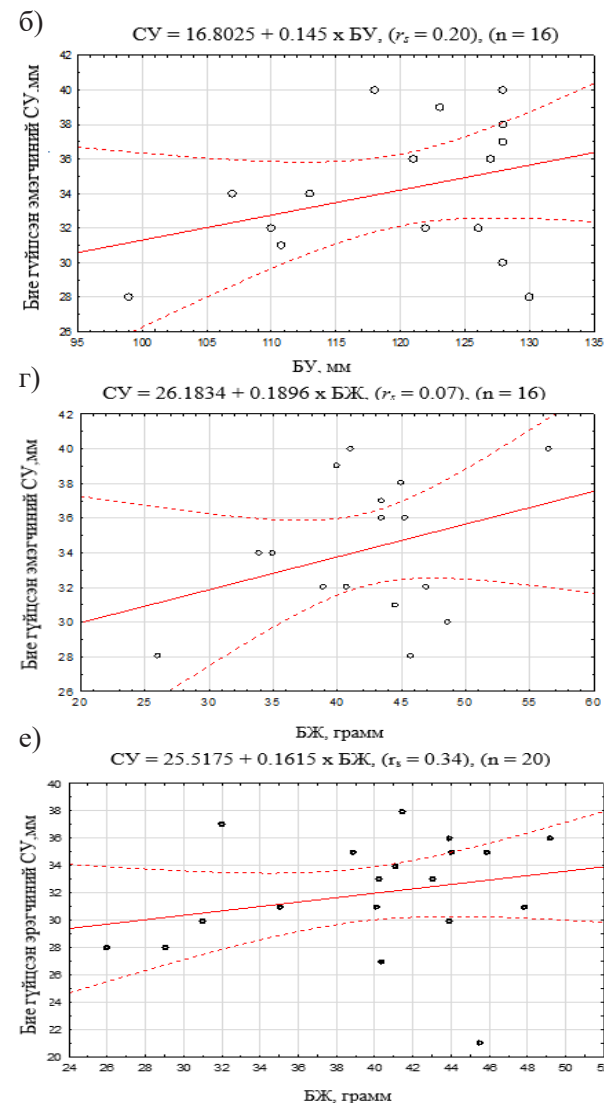
4-р зураг. (*Myodes rufocanus*)-ыг насны бүлгээр ангилан биеийн жин ба биеийн уртын хооронд хамаарал үзсэн (juv – нялх бодгаль, s. adult – залуу бодгаль, adult – бие гүйцсэн бодгаль).

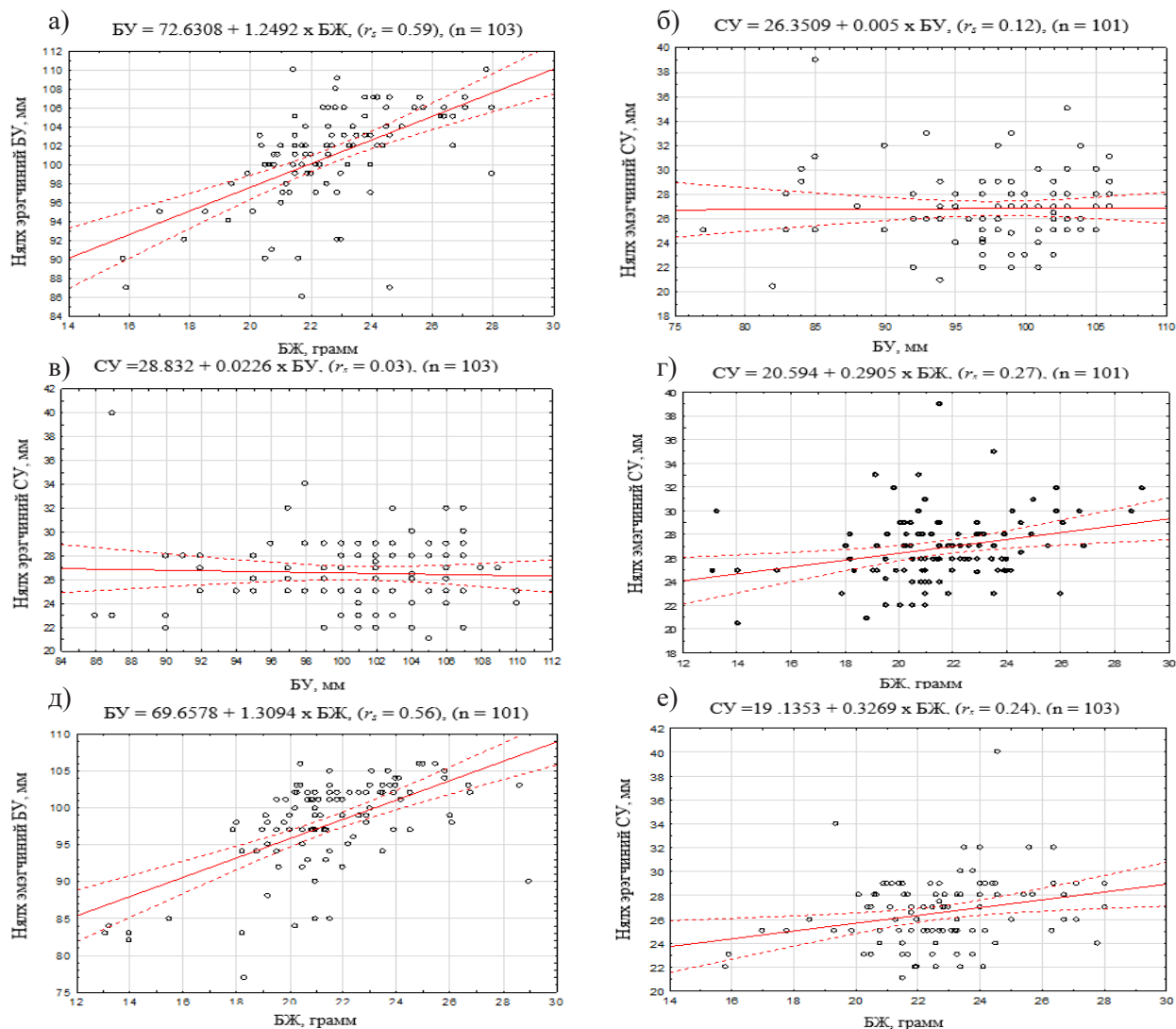


Зураг 5. Морфологи параметруудийн хоёр хувьсагч бүхий хамаарлын графикуудыг (*Myodes rufocanus*)-ын бие гүйцсэн эр, эм бодгалиудын БУ - СУ хооронд ба БЖ – СУ хооронд хийв. Регрессийн шугам ба 95% итгэлцлийн түвшинд хийж өгсөн.

насыг тодорхойлохдоо зөвхөн шуудуун урхин аргад тулгуурлан дата цуглуулж биеийн жинг хэмждэг ба биеийн уртыг нэмэлт хэмжүүр болгон ашигладаг.

Ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*)-ын биеийн жин (БЖ), болон биеийн урт (БУ) хоорондын хамаарлын шинжилгээнээс үзэхэд эм бодгалиудад маш хүчтэй хамаарал харуулсан, эр бодгалиуд нь дунд зэргийн нөлөөлөл илэрсэн байв (Зураг 5а болон б). Хоёр хүйсийн биеийн урт болон биеийн жингийн хооронд үзсэн хамгийн хүчтэй хамаарлыг (Спирманы корреляцийн коэффициентын утга:





6-р зураг. Морфологи параметруудийн хоёр хувьсах тархалтын графикуудыг (*Myodes rufocanus*)-ын нялх эр, эм бодгалиудын БУ–БЖ хооронд ба БУ–СУ хооронд хийв. Регрессийн шугам ба 95%-ын итгэх хязгаарыг тавьж өгсөн.

$r_s = 0.61, p < 0.001$ ба $r_s = 0.84, p < 0.0001$) 5-р зурагт үзүүлэв.

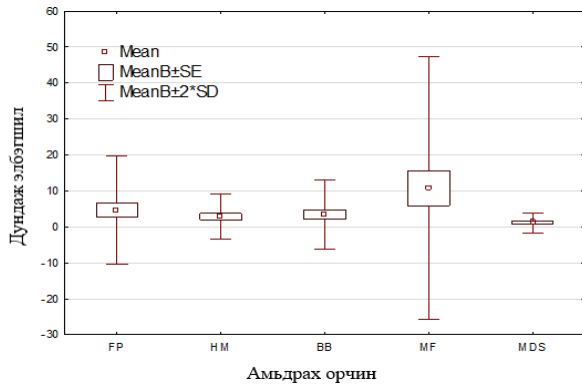
Хоёр хүйсийн биеийн урт ба сүүлний урт хоорондын хамаарлын коэффициентийн утгыг ($r_s = 0.20, p < 0.001$ ба $r_s = 0.15, p < 0.001$) 0.5-аас бага байгааг 5-р зургийн в ба г-д үзүүлэв. Мөн 5-р зургийн д болон е-д биеийн жин ба сүүлний урт хоорондын хамаарлын үр дүн мөн адил байна.

Боксплотын графикаас (7-р зураг) тухайн зүйл нь намаг, алаг өвст нуга, бут сөөг бүхий шугуйн амьдрах орчинд төстэй байдлаар тархсан

бөгөөд ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*) нь холимог ойд (MF) хамгийн өндөр тархалттай байна. Иймээс элбэгшил холимог ойд илүү тод илэрсэн тул тухайн зүйлийн ихээр тархдаг амьдрах орчин гэж үзсэн.

Хэлэлцүүлэг

Бид Хонин Нуга дахь (*Myodes rufocanus*)-ийн хүйсийн диморфизм буюу хүйсийн ялгааг судалсан. Жил бүрийн 8-р сард амьтдыг барих арга техниктээ сувган шуудуун урхи ашиглан тооцоолол хийсэн. Хонин Нуга орчмын Ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*)-ын морфологи хэмжилтүүд болох биеийн урт, биеийн жин,



7-р зураг. Баруун Хэнтийн Хонин Нугад 2000-2011оны хоорондох ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*)-ын тархалтын мэдээллийг ашиглан Боксплот графикаар амьдрах орчныг тодорхойлсон, FP - Намаг, NM - Нуга, BB - Бут сөөг, MF - Холимог ой, MDS - Уулын хуурай хээр

сүүлний уртыг нас болон хүйсийн бүлгээр нь ангилж салган судалсан бөгөөд үр дүнгийн боловсруулалтыг Корреляц, Нэг хүчин зүйлт вариансын анализ (АНОВА) ашиглан боловсруулсан. Судалгаанд хамрагдсан бүх популяцын морфологийн хувьд мэдэгдэхүйц хүйсийн диморфизм илэрсэн. Ангилсан насны бүлэг хооронд биеийн урт, жин болон сүүлний уртад ялгаа байсан. Хүйсийн хоорондох хүйсийн диморфизмын индексүүд ойролцоо байсан.

Популяцын хувьд биеийн жин болон биеийн урт (бүгд $p < 0.001$) хооронд мэдэгдэхүйц хамаарал илэрсэн. Гэвч биеийн урт ба сүүлний урт хоорондын хамаарлын үр дүн нь биеийн урт нэмэгдэх тусам сүүлний урт нэмэгддэг гэсэн таамаглалыг үгүйсгэв.

Баруун хэнтийн Хонин нугад FP - Намаг, NM – Алаг өвс нуга, BB – Бут сөөг бүхий шугуй, MF - Холимог ой, MDS - уулын хуурай хээр гэсэн таван ялгаатай амьдрах орчинг сонгосон бөгөөд ойн хүрэн оготно нь холимог ойгоос хамгийн их баригдсан. Японы Фенноскандиад [9] намгархаг тал, уулын энгэр ба ойд хийсэн судалгаагаар ойд илүү олон бодгаль тэмдэглэгдэж байсан байна [10]. Бидний үр дүнгээс харахад амьтдын хамгийн их элбэгшил бүхий амьдрах орчин нь Шинэс-Хусан холимог ой байсан.

Ерөнхийдөө (*Myodes rufocanus*)-ийн хүйсийн харьцаа тэнцвэртэй буюу 1:1 байсан. Ойн хүрэн оготно популяцад өвөлжсөн амьтдын эзлэх хувь маш бага байсан (2-р хүснэгт). Үүний боломжит тайлбарыг бид 8-р сард үржлийн улирлын төгсгөлд ажиглалтаа хийсэнтэй холбон үзэж байгаа юм.

Арван дөрвөн жилийн популяцын динамикийг тайлбарлахыг тулд Шефтель Борис Хонин Нуга дахь жижиг хөхтөн амьтдын урт хугацааны популяцын динамикийг (хэвлэгдээгүй гар бичмэл) авч үзэхдээ цаг агаарын (сарын дундаж температур, хамгийн бага температур, сарын дундаж хур тунадас, сарын хамгийн их цасан бүхэвчийн зузаан) хувьсагчыг өвөлжсөн амьтадтай харьцуулсан. Энэ үр дүн нөхцөл байдалтай бид санал нэг байна. Ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*)-ын тоо толгой 2001 онд эрс буурсан бөгөөд популяцын тоо огцом буурч байгаа нь 2000-2001, 2006-2007 оны өвөл олон жилийн дундажаас давсан хэт хүйтэн, цасан бүрхэвч нимгэн байсантай холбоотой байж болох. Мөн популяцын динамикийн өөрчлөлтийн нэг шалтгаан нь популяцын хүйсийн харьцаатай холбоотой байх магадлалтай юм [11]. Хүйсийн харьцаа 2000, 2001, 2006, 2010 онуудад тэгш бус, 8-сард эр бодгалиуд илүү олон тэмдэглэгдэж байсан. Харин 2011 онд нийт дээжийн хүйсийн харьцаа насны бүлэг тус бүрд тэнцвэртэй байсан ба элбэгшил өндөр байсан шалтгаан нь үүнтэй холбоотой байж болох юм. Үүнтэй адилаар бид популяцын бүтцийн өөрчлөлт нь 2011 оны 8-р сард нягтрал дээд цэгтээ хүрэх гол шалтгаан болсон гэж үзэж байна.

Канадын Фенноскандиад энэ төрлийн оготно (*Myodes* spp.) популяцын тоо толгойн элбэгшил 3-5 жилийн үечлэлтэй байсан, мөн умард Америкт хийсэн судалгаагаар популяцын цикл бүтэц ажиглагдаж буйг нотлож харуулсан. Бидний судалгаа нь Хонин нугын ойн хүрэн оготно популяцын динамикийн цикл бүтэцтэйг харуулж байна.

Дүгнэлт

Ойн хүрэн оготно (*Myodes rufocanus*) цөөн тоогоор баригдсан жилүүдэд зөвхөн холимог ойгоос баригдаж байсан ба тоо толгой өссөн жилүүдэд бусад амьдрах орчинд тархдаг. Зүйл хоорондын болон идэш тэжээлийн өрсөлдөөн нь популяцын тоо толгойг хязгаарлагч хүчин зүйл болдог. Түүнчлэн хүрээлэн буй орчны өөрчлөлт нь тоо толгойд нөлөөлөгч гол хүчин зүйлсийн нэг болдог бөгөөд цасан бүрхүүл багатай хүйтэн өвлийн дараа тоо толгой буурах зүй тогтол ажиглагдсан. Үржлийн үеийн судалгаагаар залуу эм бодгаль эр бодгалиас цөөн тоогоор баригдаж байна.

Эшлэл авсан бүтээл

- [1] Stenseth, N. Chr, O. N. Bjørnstad, and T. Saitoh. 1996. "A Gradient from Stable to Cyclic Populations of (*Myodes rufocanus*) in Hokkaido, Japan." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*.
- [2] Magnusson, Magnus et al. 2013. "Predicting Grey-Sided Vole Occurrence in Northern Sweden at Multiple Spatial Scales." *Ecology and Evolution*.
- [3] Saitoh, T. (1998). The Population Dynamics of the Vole (*Myodes rufocanus*) in Hokkaido, Japan. *Researches on Population Ecology*.
- [4] Kaneko, Yukibumi et al. 1998. "The Biology of the Vole (*Myodes rufocanus*): A Review." *Researches on Population Ecology*.
- [5] Yoccoz, Nigel G., Keisuke Nakata, Nils Chr Stenseth, and Takashi Saitoh. 1998. "The Demography of (*Myodes rufocanus*): From Mathematical and Statistical Models to Further Field Studies." *Researches on Population Ecology*.
- [6] Hörnfeldt, Birger. (2004). "Long-Term Decline in Numbers of Cyclic Voles in Boreal Sweden: Analysis and Presentation of Hypotheses." *Oikos*.
- [7] Walter, H. 1974. Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens *Die Vegetation Osteuropas, Nord- Und Zentralasiens*.
- [8] Dulamsuren, Choimaa, Markus Hauck, and Michael Mühlenberg. 2005. "Vegetation at the Taiga Forest-Steppe Borderline in the Western Khentey Mountains, Northern Mongolia." *Annales Botanici Fennici*.
- [9] F.S., O. M. (1999). Population cycles in small mammals: the role of age at sexual maturity. *Oikos*.
- [10] Bjørnstad, Ottar N., Nils Chr Stenseth, Takashi Saitoh, and Ole Chr Lingjærde. 1998. "Mapping the Regional Transition to Cyclicity in (*Myodes rufocanus*): Spectral Densities and Functional Data Analysis." *Researches on Population Ecology*.
- [11] Bryja J., N. J. (2005). Common vole (*Microtus arvalis*) population sex ratio: biases and process variation. *Canadian Journal of Zoology*.