



Research Paper

<https://doi.org/10.5564/pib.v40i1.4011>

PROCEEDINGS OF
PIB
THE INSTITUTE OF BIOLOGY

Hematological Parameters of Reintroduced Eurasian Beavers (*Castor fiber* Linnaeus, 1758): A Post-Reintroduction Study

Enkhbat ENKHMAA*, Bayanmunkh ULAM-ORNOKH, Yansanjav ADIYA

Laboratory of Mammalian ecology, Institute of Biology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

*Corresponding author: enkhmaae@mas.ac.mn <https://orcid.org/0000-0002-2571-1154>

Abstract. Hematological analysis is essential in evaluating both the challenges and successes of animal reintroduction programs worldwide. It serves as a key tool for assessing the health of individuals being prepared for release and for deepening our physiological knowledge of mammalian species. This study provides a comprehensive assessment of age- and sex-specific hematological profiles in Eurasian beavers reared under controlled conditions as part of the Gachuurt Beaver Reintroduction and Breeding Project. 18 hematological parameters were analyzed from blood samples of 26 individuals. While no statistically significant differences were observed between sexes, age-related differences were noted. Significant variations were found in body weight ($p < 0.0001$), tail width ($p < 0.0002$), hemoglobin concentration ($p < 0.0494$), granulocyte count ($p < 0.0494$), lymphocyte percentage ($p < 0.0157$), granulocyte percentage ($p < 0.01$), mean corpuscular hemoglobin ($p < 0.0181$), and platelet count ($p < 0.0029$). These results contribute essential baseline data for the health monitoring and conditioning of Eurasian beavers, supporting improved reintroduction strategies and long-term conservation planning. Our findings indicate that the concentrations of blood parameters in mature beavers are higher than those in younger and older individuals, reflecting a higher metabolic rate and normal cellular regeneration in fully mature animals.

Keywords: hematological parameters, reintroduction, *Castor fiber* L, Mongolia, breeding center

Received 28 September 2024; received in revised form 22 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

The Eurasian beaver (*Castor fiber* Linnaeus, 1758), one of two species within the genus *Castor*, is widely distributed across North America, Europe, and Asia. In Central Asia, a relatively axenic population of this species is found only in Mongolia's Bulgan River, which flows from the headwaters of the Yenisei and Erchis Rivers. This unique population is a self-sustained, autochthonous group that has resided in its native habitat since its origin, making its preservation particularly significant for conservation biology.

Beavers have a profound ecological impact, shaping their habitats by constructing dams and increasing water levels in river channels and floodplains [12], [13], [14], [15], [16]. The presence of beavers in Mongolia was first reported by P.K. Kozlov's expedition (1899–1901) in the Bulgan River. Subsequent studies by Russian and Mongolian scientists, including A.G. Bannikov (1954), A. Dashdorj (1948, 1959), G. Danzan, L.S. Lavrov, V.A.

Romashov (1964), D. Banzragch (1961), and A.S. Lavrov (1981), further detailed their distribution, noting a population decline attributed to migration beyond Mongolia's borders. This trend prompted conservationists to reintroduce beavers to Mongolian rivers without external drainage, marking the beginning of various relocation and reintroduction efforts [20].

In 1960, biologist A. Dashdorj and his team released four beavers in the Khovd River near Onogotsnii Ulaan Mountain [17]. In 1962, three breeding pairs from the Voronezh Nature Reserve were released in the Eruu and Berleg rivers, though this attempt was unsuccessful. Scientific reintroduction efforts continued under the direction of Dr. N. Davaa of the National University of Mongolia and Dr. M. Stubbe from Halle University in East Germany. In 1974, twelve individuals were relocated from the Bulgan River to the Khovd River, followed by additional relocations of twelve individuals in 1975 and ten individuals in 1978 to the Tsagaan Aral region of Bayan-Ulgii Province along the Khovd River. Further

efforts were conducted in 1985 with the release of ten beavers in the Tes River and one in the Khovd River. Between 1988 and 2002, nineteen and then ten more beavers were released in the Tes River. In total, 17 males and 18 females were reintroduced to the Khovd and Bayan-Ulgii regions, and by 1990, their population had tripled [19].

Based on experiences with the Khovd River reintroduction, these scientists expanded efforts to the Tes River, a non-drainage river in Mongolia, beginning in 1985. A total of 39 beavers were introduced to the Tes River in Tes Soum, Uvs Province [18]. Recent data indicate a stable population along the Khovd and Tes rivers, with 170–180 individuals in Khovd Province, 64–70 in Bayan-Ulgii, and 70–75 in Tes, spanning three provinces with an estimated 304–325 beavers in these river systems [10].

In 2011, the Department of Environmental Protection, Ulaanbaatar city administration initiated a study assessing the feasibility of reintroducing beavers to the Tuul River to stabilize and enhance water levels. Following consultations with international experts and academic institutions, experimental releases began. On April 16, 2012, 14 beavers were imported from Bavaria, Germany, and on July 10, 2012, 27 more were brought from Kirov, Russia. On August 8, 2012, sixteen beavers from seven family groups (9 males, 7 females) were released at various locations along the upper Tuul River.

To address the risks associated with small founder populations, the reintroduction program established a unit dedicated to beaver breeding and reintroduction, in collaboration with researchers from the National University of Mongolia and the Institute of Biology, Academy of Sciences. This unit has facilitated ongoing research, including genetic and ecological studies, to support the viability of reintroduced populations.

The primary aim of our study is to gather baseline physiological data on the Eurasian beaver raised in controlled conditions. By identifying haematological parameters across age and sex, we aim to establish reference values for assessing the health of natural populations. As one of the largest rodents, the Eurasian beaver exhibits unique physiological adaptations, likely shaped by its semi-aquatic habitat, where it spends a substantial portion of its life. Due to challenges associated with studying wild populations, the physiological data collected here will provide a foundation for future assessments of the status and health of the wild beaver populations in Mongolia.

Materials and Methods

The study collected blood samples from 26 Eurasian beavers (12 males and 14 females) raised in a controlled environment by the Gachuurt Beaver Reintroduction and Breeding Project Unit. Sampling procedures followed established methodologies [3], [5]. The sampled individuals originated from distinct populations: 9 individuals from Bavaria, Germany; 11 from Kirov, Russia; and 6 hybrid individuals born to these imported populations. The inclusion of beavers from multiple origins aimed to assess potential physiological variations across regional lineages and to support the adaptation and health monitoring of reintroduced populations.

Sample Collection: To collect blood samples, beavers were positioned on their backs to access the coccygeal vein, where a 2–4 cm puncture was made, or the saphenous vein, with a puncture depth of 0.5–1 cm. Approximately 3–5 ml of blood was drawn into EDTA-coated tubes. Care was taken to follow handling practices that minimized stress and discomfort, ensuring accurate and consistent sample quality across all individuals.

Haematological Analysis: Using a BC-2800 Vet automated analyser, the following 18 haematological parameters were determined: total white blood cell count (WBC), lymphocyte count (Lymph#), monocyte count (Mon#), granulocyte count (Gran#), lymphocyte percentage (Lymph%), monocyte percentage (Mon%), granulocyte percentage (Gran%), red blood cell count (RBC), haemoglobin concentration (HGB), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular haemoglobin (MCH), mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC), red cell distribution width (RDW), haematocrit (HCT), platelet count (PLT), mean platelet volume (MPV), platelet distribution width (PDW), and plateletcrit (PCT). These parameters were selected for their relevance in assessing immune function, oxygen transport, and overall health in beavers. All values were reported in international units (IU).

Age and Sex Classification: To account for potential variations in physiological parameters due to age and sexual maturity, all individuals were housed under similar environmental conditions and classified by age based on sexual maturity: individuals aged 12–35 months were classified as subadults, while those aged 36 months or older were classified as adults.

Statistical Analysis: For each parameter, we calculated the mean, median, standard error, and standard deviation. Due to unequal variances and sample sizes across groups,

Welch's t-test, which is robust for such differences, was used to assess statistical differences in haematological values across age and sex groups. Statistical analyses were performed with a 95% confidence interval using JMP Pro v.16 software.

Results

The average haematological values for the Eurasian beaver are presented in Table 1. Blood parameters for male and female individuals are summarized in Table 2, while age-based group comparisons are detailed in Table 3. Haematological parameters categorized by the beavers' origin are presented in Table 4, and a correlation analysis of blood parameters is shown in Table 5. The results of this study were compared with previously reported haematological findings for Eurasian beavers from the United Kingdom [5].

Comparison by Sex: No statistically significant differences were observed between the haematological parameters of male and female individuals (Table 2). This lack of significant variation aligns with findings from other studies conducted on Eurasian beavers in different regions, suggesting that sex may not play a significant role in influencing these specific haematological parameters.

However, it is noteworthy that our findings contrast with those of other researchers [6], who indicated that certain key haematological parameters tend to be higher in female animals. This discrepancy may warrant further investigation into the factors influencing these observed differences.

Age-Related Differences: Age-related variations were observed in several haematological parameters. Significant differences were detected in body weight ($p < 0.0001$), tail width ($p < 0.0002$), granulocyte count ($p < 0.0494$), percentage of lymphocytes relative to total leukocytes ($p < 0.0157$), percentage of granulocytes relative to total leukocytes ($p < 0.01$), haemoglobin concentration ($p < 0.0494$), mean corpuscular haemoglobin ($p < 0.0181$), platelet count ($p < 0.0029$), and the percentage of platelets in total blood volume ($p < 0.0125$) (Table 3, Fig. 1).

These results indicate that as beavers age, certain haematological parameters significantly change, reflecting potential physiological adaptations to their environment.

Table 1. Average Hematological Values of the Eurasian Beaver

No.	Parameters	Unit	Mean $\pm$ SD	Median	Simon et al., 2015 [5]
1	WBC	($\times 10^9/L$)	13.45 $\pm$ 3.45	13.55	6.87-13.43
2	Lymph #	($\times 10^9/L$)	4.98 $\pm$ 1.74	4.75	0.92-4.24
3	Mon#	($\times 10^9/L$)	0.6 $\pm$ 0.36	0.6	0.1-0.9
4	Gran#	($\times 10^9/L$)	7.88 $\pm$ 2.55	7.75	4.15-9.56
5	Lymph %	(%)	37.33 $\pm$ 10.17	33.95	*
6	Mon%	(%)	4.49 $\pm$ 2.34	5.35	*
7	Gran%	(%)	58.18 $\pm$ 8.48	59.8	*
8	RBC	($\times 10^{12}/L$)	4.43 $\pm$ 0.77	4.53	3.30-4.0
9	HGB	(g/L)	135.54 $\pm$ 24.84	142.5	118.3-142.9
10	HCT	(%)	45.35 $\pm$ 8.19	46.95	*
11	MCV	(fL)	102.31 $\pm$ 3.91	102.5	91-106
12	MCH	(pg)	30.45 $\pm$ 1.66	30.25	32.15-38
13	MCHC	(g/L)	297.96 $\pm$ 10.57	297	341.5-360
14	RDW	(%)	15.67 $\pm$ 0.65	15.7	*
15	PLT	($\times 10^9/L$)	232.77 $\pm$ 92.94	209	149.6-308.25
16	MPV	(fL)	7.22 $\pm$ 0.53	7.2	*
17	PDW		17.8 $\pm$ 0.61	17.8	*
18	PCT	(%)	0.17 $\pm$ 0.07	0.17	*

Table 2. Comprehensive range, average, and standard deviation of hematological parameters for the Eurasian beaver (sex-specific)

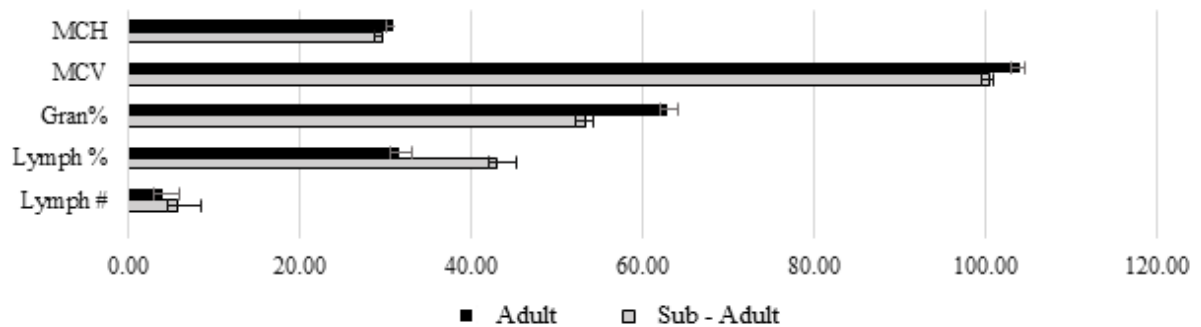
No.	Parameters	Unit	Male	Female	P - value
1	WBC	($\times 10^9/L$)	13.83 $\pm$ 3.48	13.04 $\pm$ 3.82	0.621
2	Lymph #	($\times 10^9/L$)	5.11 $\pm$ 1.82	4.95 $\pm$ 1.85	0.731
3	Mon#	($\times 10^9/L$)	0.53 $\pm$ 0.33	0.63 $\pm$ 0.41	0.355
4	Gran#	($\times 10^9/L$)	8.19 $\pm$ 2.83	7.46 $\pm$ 2.48	0.581
5	Lymph %	(%)	37.47 $\pm$ 11.67	38.06 $\pm$ 9.28	0.952
6	Mon%	(%)	3.96 $\pm$ 2.24	4.78 $\pm$ 2.51	0.291
7	Gran%	(%)	58.58 $\pm$ 10.19	57.15 $\pm$ 7.12	0.836
8	RBC	($\times 10^{12}/L$)	4.51 $\pm$ 0.38	4.35 $\pm$ 1.09	0.634
9	HGB	(g/L)	137.92 $\pm$ 13.19	132.38 $\pm$ 34.2	0.644
10	HCT	(%)	45.7 $\pm$ 4.1	44.88 $\pm$ 11.49	0.834
11	MCV	(fL)	101.56 $\pm$ 3.52	102.95 $\pm$ 3.42	0.37
12	MCH	(pg)	30.58 $\pm$ 1.6	30.19 $\pm$ 1.53	0.727
13	MCHC	(g/L)	301.25 $\pm$ 7.63	293.69 $\pm$ 11.77	0.133
14	RDW	(%)	15.61 $\pm$ 0.65	15.63 $\pm$ 0.65	0.688
15	PLT	($\times 10^9/L$)	234.83 $\pm$ 87.08	233.46 $\pm$ 106.16	0.918
16	MPV	(fL)	7.18 $\pm$ 0.36	7.21 $\pm$ 0.55	0.72
17	PDW		17.71 $\pm$ 0.62	17.85 $\pm$ 0.53	0.469
18	PCT	(%)	0.17 $\pm$ 0.06	0.17 $\pm$ 0.08	0.964

Table 3. Comprehensive range, average, and standard deviation of hematological parameters for the Eurasian beaver (age-specific)

No	Parameters	Unit	Sub-adult	Adult	P- value
1	Body weight	kg	12.69 $\pm$ 1.28	17.49 $\pm$ 1.54	0.0001*
2	Tail lenght	cm	25.25 $\pm$ 3.79	28.85 $\pm$ 1.43	0.0038*
3	Tail width	cm	10.94 $\pm$ 1.27	12.88 $\pm$ 0.98	0.0002*
4	WBC	($\times 10^9/L$)	13.75 $\pm$ 4.22	13.15 $\pm$ 2.61	0.6668
5	Lymph #	($\times 10^9/L$)	5.82 $\pm$ 1.9	4.13 $\pm$ 1.07	0.0101*
6	Mon#	($\times 10^9/L$)	0.5 $\pm$ 0.4	0.69 $\pm$ 0.3	0.1789
7	Gran#	($\times 10^9/L$)	7.43 $\pm$ 3.05	8.33 $\pm$ 1.95	0.3786
8	Lymph %	(%)	43.05 $\pm$ 10	31.61 $\pm$ 6.69	0.0022*
9	Mon%	(%)	3.62 $\pm$ 2.3	5.36 $\pm$ 2.1	0.0546
10	Gran%	(%)	53.33 $\pm$ 8.31	63.03 $\pm$ 5.45	0.0018*
11	RBC	($\times 10^{12}/L$)	4.27 $\pm$ 1.06	4.58 $\pm$ 0.26	0.3137
12	HGB	(g/L)	128.38 $\pm$ 33.01	142.69 $\pm$ 9.22	0.1454
13	HCT	(%)	43.04 $\pm$ 10.81	47.65 $\pm$ 3.36	0.1546
14	MCV	(fL)	100.54 $\pm$ 3.2	104.08 $\pm$ 3.86	0.0177*
15	MCH	(pg)	29.79 $\pm$ 1.4	31.11 $\pm$ 1.68	0.0402*
16	MCHC	(g/L)	296.69 $\pm$ 8.28	299.23 $\pm$ 12.67	0.5511
17	RDW	(%)	15.55 $\pm$ 0.56	15.78 $\pm$ 0.74	0.3947
18	PLT	($\times 10^9/L$)	246.54 $\pm$ 95.22	219 $\pm$ 92.3	0.4613
19	MPV	(fL)	7.14 $\pm$ 0.51	7.31 $\pm$ 0.56	0.4269
20	PDW		17.69 $\pm$ 0.58	17.92 $\pm$ 0.63	0.3582
21	PCT	(%)	0.18 $\pm$ 0.07	0.16 $\pm$ 0.07	0.5224

Table 4. Origin-Dependent Variations in Hematological Parameters of the Eurasian Beaver

<i>Nº</i>	<i>Parameters</i>	<i>Unit</i>	<i>German</i>	<i>Russian</i>	<i>Hybrid</i>	<i>P value</i>
1	WBC	($\times 10^9/L$)	12.8 $\pm$ 3.96	14.24 $\pm$ 2.69	14.18 $\pm$ 3.06	0.6012
2	Lymph #	($\times 10^9/L$)	4.33 $\pm$ 1.37	6.97 $\pm$ 1.21	4 $\pm$ 1.04	0.0014*
3	Mon#	($\times 10^9/L$)	0.64 $\pm$ 0.33	0.24 $\pm$ 0.05	0.96 $\pm$ 0.25	0.0002*
4	Gran#	($\times 10^9/L$)	7.83 $\pm$ 2.77	7.03 $\pm$ 2.38	9.22 $\pm$ 1.91	0.2572
5	Lymph %	(%)	34.54 $\pm$ 6.77	49.51 $\pm$ 7.86	28.1 $\pm$ 3.44	0.0001*
6	Mon%	(%)	4.94 $\pm$ 2.16	1.99 $\pm$ 0.52	6.74 $\pm$ 0.72	0.0001*
7	Gran%	(%)	60.53 $\pm$ 5.3	48.5 $\pm$ 8.07	65.16 $\pm$ 3.98	0.0032*
8	RBC	($\times 10^{12}/L$)	4.21 $\pm$ 0.98	4.69 $\pm$ 0.26	4.68 $\pm$ 0.37	0.2771
9	HGB	(g/L)	129.79 $\pm$ 32.62	140.14 $\pm$ 6.01	145.2 $\pm$ 8.67	0.2842
10	HCT	(%)	43.23 $\pm$ 10.53	47.19 $\pm$ 1.48	48.7 $\pm$ 4.47	0.3476
11	MCV	(fL)	102.39 $\pm$ 4.58	100.83 $\pm$ 3.29	104.14 $\pm$ 1.74	0.112
12	MCH	(pg)	30.54 $\pm$ 2.01	29.86 $\pm$ 0.73	31.04 $\pm$ 1.44	0.2367
13	MCHC	(g/L)	298.43 $\pm$ 11.17	296.57 $\pm$ 5.19	298.6 $\pm$ 15.73	0.8665
14	RDW	(%)	15.64 $\pm$ 0.61	15.67 $\pm$ 0.55	15.72 $\pm$ 0.99	0.9852
15	PLT	($\times 10^9/L$)	212.79 $\pm$ 89.82	237.14 $\pm$ 103.76	282.6 $\pm$ 84.18	0.3553
16	MPV	(fL)	7.12 $\pm$ 0.61	7.29 $\pm$ 0.49	7.42 $\pm$ 0.29	0.4075
17	PDW		17.85 $\pm$ 0.68	17.91 $\pm$ 0.44	17.52 $\pm$ 0.61	0.504
18	PCT	(%)	0.15 $\pm$ 0.06	0.18 $\pm$ 0.08	0.21 $\pm$ 0.06	0.2483

**Fig. 1.** Age-Related Morphological and Hematological Parameters of the Eurasian Beaver

Origin-Based Differences: Comparative analysis of samples from different origins revealed statistically significant differences in white blood cell counts and their components (Table 4). Specifically, variations were noted in the percentage of lymphocytes, monocytes, and granulocytes relative to total leukocytes. These differences suggest that the composition of white blood cells can be influenced by environmental factors, including daily rhythms of light and darkness, which may induce adaptive changes in response to differing habitat conditions. Such findings highlight the potential for intraspecific variation in haematological parameters driven by environmental adaptations.

Correlation Analysis: To examine the relationships between various haematological parameters, a correla-

tion analysis was conducted (Table 5). Granulocytes and lymphocytes exhibited a strong positive correlation with total leukocyte counts (granulocytes: $r = 0.8896$; lymphocytes: $r = 0.5981$). This indicates that increases in the concentrations of granulocytes and lymphocytes correspond with elevated leukocyte levels, supporting the notion that these blood components play a significant role in the overall immune response. These correlations are consistent with findings from previous haematological studies conducted on palaeolithic species [21], further validating the importance of these parameters in understanding the health and physiology of Eurasian beavers.

Discussion

This study represents a preliminary effort to collect and analyze data on the physiological characteristics of Eurasian beavers (*Castor fiber*) bred in captivity in Mongolia, aiming to establish reference values for haematological parameters based on age and sex.

Previous studies, including Simon et al. (2015) and Kitts et al. (1958), have conducted hematological and biochemical studies on beavers, comparing the Eurasian beaver with the North American beaver (*Castor canadensis*) and other rodent species. Our findings revealed that most haematological parameters (16 out of 18) did not exhibit statistically significant differences when compared to these studies, suggesting that the core blood metrics of beavers remain relatively stable despite environmental changes.

Notably, the mean erythrocyte count in our study was identified as high (4.43 million cells per microliter), while the mean corpuscular hemoglobin (MCH) was found to be low (30.45 pg). In contrast, Kitts et al. (1958) reported lower erythrocyte counts in beavers compared to other rodents, attributing this to their semi-aquatic lifestyle, which may have led to slightly larger erythrocyte diameters. The elevated erythrocyte count observed in our captive beavers may be influenced by various factors, including environmental differences, changes in erythrocyte components, stress levels, and nutritional characteristics.

Our findings indicate that the average MCH is lower

than the values reported by Simon et al. (2015), which ranged from 32.15 to 38 pg. The reduced MCH level is associated with anemia and lower serum iron levels. There is an inverse correlation between MCH and the oxygen content in the blood, suggesting that lower levels of MCH may impact the oxygen-carrying capacity of erythrocytes [4]. We hypothesize that this reduced MCH may be related to deficiencies in dietary norms.

Furthermore, our research showed a trend of higher white blood cell counts and their components in adult individuals compared to sub-adult animals. This trend aligns with observations made during haematological analyses of similar species [21]. This trend aligns with previous findings on haematological parameters in adult species, indicating that fully developed animals possess a more robust immune system compared to younger ones, while the decline in older individuals may be due to reduced cellular regeneration.

When comparing the total white blood cell (WBC) and lymphocyte counts with other studies, our results indicated elevated averages. However, the relative proportions of leukocyte components showed no significant differences (WBC = 13.45, lymphocytes = 4.98, monocytes = 0.60, granulocytes = 7.88). In cases of bacterial and fungal infections, leukocyte counts typically increase, while chronic illnesses often lead to an elevation in lymphocyte and monocyte counts. A decrease in lymphocyte counts usually accompanies a reduction in antigens during chronic diseases. Under stress, total leu-

Table 5. Correlations of Hematological Parameters in the Eurasian Beaver blood

	WBC	Lymph#	Mon#	Gran#	Lymph%	Mon%	Gran%	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT	PDW	PCT
WBC		0.5981	0.3977	0.8896	-0.1654	0.0929	0.1729	0.465	0.3729	0.3987	-0.1309	-0.052	0.073	0.4039	-0.3533	0.4123
Lymph#	0.5981		-0.324	0.1722	0.6769	-0.541	-0.6634	0.4268	0.3208	0.337	-0.2411	-0.138	0.0582	0.1946	-0.1625	0.2091
Mon#	0.3977	-0.3247		0.6196	-0.7555	0.924	0.6522	0.2151	0.2213	0.2408	0.1776	0.1363	0.0189	0.1856	-0.2198	0.2003
Gran#	0.8896	0.1722	0.6196		-0.5804	0.3652	0.5959	0.3076	0.2545	0.2756	-0.0376	0.0044	0.0564	0.3879	-0.3364	0.3872
Lymph%	-0.165	0.6769	-0.755	-0.5804		-0.780	-0.9851	0.0428	-0.012	-0.012	-0.227	-0.179	-0.027	-0.183	0.1758	-0.176
Mon%	0.0929	-0.541	0.924	0.3652	-0.7808		0.6617	0.1771	0.2161	0.2313	0.3005	0.2233	0.0139	0.1191	-0.1643	0.133
Gran%	0.1729	-0.6634	0.6522	0.5959	-0.9851	0.6617		-0.100	-0.044	-0.048	0.1896	0.154	0.0295	0.1874	-0.1657	0.1753
RBC	0.465	0.4268	0.2151	0.3076	0.0428	0.1771	-0.1001		0.9639	0.9789	0.2973	0.3872	0.2809	0.219	-0.2698	0.2369
HGB	0.3729	0.3208	0.2213	0.2545	-0.0123	0.2161	-0.0448	0.9639		0.9815	0.4708	0.6174	0.4421	0.137	-0.1825	0.1713
HCT	0.3987	0.337	0.2408	0.2756	-0.0127	0.2313	-0.0485	0.9789	0.9815		0.4854	0.509	0.2637	0.1973	-0.2065	0.2308
MCV	-0.130	-0.2411	0.1776	-0.0376	-0.227	0.3005	0.1896	0.2973	0.4708	0.4854		0.7516	0.07	-0.01	0.1808	0.0705
MCH	-0.052	-0.1388	0.1363	0.0044	-0.1796	0.2233	0.154	0.3872	0.6174	0.509	0.7516		0.71	-0.131	0.127	-0.066
MCHC	0.073	0.0582	0.0189	0.0564	-0.0278	0.0139	0.0295	0.2809	0.4421	0.2637	0.07	0.71		-0.186	-0.0037	-0.174
PLT	0.4039	0.1946	0.1856	0.3879	-0.1835	0.1191	0.1874	0.219	0.137	0.1973	-0.01	-0.131	-0.1869		-0.825	0.988
PDW	-0.353	-0.1625	-0.219	-0.3364	0.1758	-0.164	-0.1657	-0.269	-0.182	-0.206	0.1808	0.127	-0.0037	-0.825		-0.758
PCT	0.4123	0.2091	0.2003	0.3872	-0.1766	0.133	0.1753	0.2369	0.1713	0.2308	0.0705	-0.066	-0.1741	0.9887	-0.7581	

kocyte, monocyte, and neutrophil counts may rise, while lymphocyte counts decrease, leading to lymphopenia [5]. Lymphocytes account for approximately 20-40% of total white blood cells and play a critical role in protecting the body against foreign invaders. A significant decrease in lymphocyte counts can occur in autoimmune diseases, liver inflammation, and exposure to chemical or radioactive agents, whereas an increase may indicate viral or microbial infections or environmental stress [4].

Our findings indicate that the concentrations of blood parameters in mature beavers are higher than those in younger and older individuals, reflecting a higher metabolic rate and normal cellular regeneration in fully mature animals. An analysis of age-related variations in haematological components revealed significant differences in granulocyte counts ($p < 0.0494$), lymphocyte percentages ($p < 0.0157$), granulocyte percentages ($p < 0.0100$), hemoglobin levels ($p < 0.0494$), mean corpuscular hemoglobin ($p < 0.0181$), platelet counts ($p < 0.0029$), and thrombocyte levels ($p < 0.0125$) (Figure 1).

Additionally, hemoglobin (HGB) concentrations in adult beavers exhibited a tendency to increase (Table 3, $p < 0.0494$). This increase may be attributed to higher activity levels and effective oxygen transport, which are adaptations for sustaining physiological demands. Moreover, the fully developed lungs and cardiovascular systems in adult animals may further necessitate elevated haemoglobin levels.

The platelet count varied significantly with age. Platelets, like erythrocytes, are anucleate cells responsible for blood clotting and immune functions. Adult beavers, due to their active lifestyle and susceptibility to environmental stressors, may experience a higher incidence of injuries compared to younger and older individuals. Consequently, this leads to an increased demand for platelet activation and production to expedite the healing process. Additionally, adult beavers may have a physiological adaptation that favours increased platelet synthesis to maintain resilience against injuries.

Conclusion

This study provides valuable insights into the haematological characteristics of farmed Eurasian beavers (*Castor fiber* L) in Mongolia, examining 18 blood parameters across different ages and sexes. Our findings indicate that there are no significant differences in haematological values between male and female beavers. However, we observed age-related variations in certain blood components, such as granulocyte and lymphocyte

percentages, mean corpuscular haemoglobin, and platelet counts. These differences may reflect the animals' activity levels, metabolic processes, immune responses, and adaptability to their surroundings.

Additionally, the study highlighted variations in white blood cell composition among beavers from different origins, suggesting that environmental factors and daily rhythms may influence their physiological adaptations.

We also noted that the relatively high erythrocyte counts could be linked to the animals' environmental conditions and dietary habits.

Looking ahead, it is important to expand this research to include biochemical parameters and to compare these findings with those of wild populations. Such investigations will clarify important factors for future reintroduction efforts, help optimize dietary regimens, and enhance evaluations of reintroduction success. They will also aid in monitoring the impacts of environmental pollution and human disturbances on these populations.

Acknowledgment

We extend our sincere gratitude to the Beaver Reintroduction and Breeding State-Owned Enterprise for their support in organizing and facilitating this research project. We also acknowledge the administration of the Institute of Biology and the staff of the Mammalian Ecology Laboratory for their invaluable contributions to data collection, analysis, and the interpretation of results.

References

- [1] P. H. Eisele, T. L. Faith, P. M. Menth, J. C. Parker, and D. H. V. Vuren, "Ketamine-isoflurane combination anesthesia for surgical implantation of intraperitoneal radio transmitters in the beaver," *Contemp Top Lab Anim Sci*, vol. 36, pp. 97–99, 1997.
- [2] S. A. Greene, R. D. Keegan, L. R. V. Gallagher, J. E. Alexander, and J. Harari, "Cardiovascular effects of halothane anesthesia after diazepam and ketamine administration in beavers (*Castor canadensis*) during spontaneous or controlled ventilation," *Am J Vet Res*, vol. 52, pp. 665–668, 1991. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1991.52.05.665>
- [3] W. D. Kitts, M. C. Robertson, B. Stephenson, and I. M. M. Cowan, "The normal blood chemistry of the beaver (*Castor canadensis*): Packed-cell volume, sedimentation rate, hemoglobin, erythrocyte diameter, and blood cell counts," *Can J Zool*, vol. 36, pp. 279–283, 1958. <https://doi.org/10.1139/z58-026>
- [4] Lab Tests Online, "Comprehensive Blood Count (CBC)." 2012. [Online]. Available: <https://labtest->

- sonline.org/understanding/analytes/cbc/tab/test/
- [5] S. J. Girling et al., "Hematology and serum biochemistry parameters and variations in the Eurasian beaver (*Castor fiber*)," *PLoS ONE*, 2015, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128775>
 - [6] L. S. Yaqub, M. U. Kawu, and J. O. Ayo, "Influence of reproductive cycle, sex, age, and season on hematologic parameters in domestic animals," *J Cell Anim Biol*, vol. 7, pp. 37–43, 2013. <https://doi.org/10.5897/JCAB12.063>
 - [7] Y. Adiya, S. Erdenedalay, and M. Enkhbat, "Diet and reproduction of beavers in captive conditions," in *Proc. Inst. Biol., MAS*, 2014.
 - [8] D. Banzragch, "Beavers of the Bulgan River," *Bull Acad Sci Mong*, vol. 1, pp. 31–41, 1961.
 - [9] G. Bannikov, *Mammals of the Mongolian People's Republic*. Moscow: Nauka, 1954.
 - [10] N. Davaa, M. Stubbe, D. Sumyaa, and R. Samyaa, "Beavers of the Khovd and Tes Rivers," in *Abstr. Nat. Cond. Biol. Resour. West. Mong. Adj. Areas*, 1993, pp. 70–71.
 - [11] G. Danzan, L. S. Lavrov, and V. A. Romashov, "Transplantation of Voronezh beavers to the Yeruu River," *Bull Acad Sci Mong*, vol. 1, pp. 81–84, 1964.
 - [12] A. Dashdorj, "Beavers of the Bulgan River," *Sci. Tech. J.*, vol. 4, pp. 20–22, 1959, In Mongolian.
 - [13] A. Dashdorj, "On the discovery of the beaver in Mongolia," *Rep. USSR Acad. Sci.*, vol. IX, no. 6, 1948, In Russian.
 - [14] N. A. Zavyalov, A. V. Krylov, A. A. Boborov, V. K. Ivanov, and Y. Dgebuadze, *The impact of river beavers on ecosystems of small rivers*. Moscow: Nauka, 2005.
 - [15] L. S. Lavrov, *Beavers of the Palearctic Region*. Voronezh: Publishing House of VSU, 1981.
 - [16] I. P. Laptev, "On the 'construction' activities of the beaver (*Castor fiber* L.)," *Proc. Tomsk State Univ.*, vol. 131, pp. 231–256, 1955, In Russian.
 - [17] O. Namnandorj, "Reserves and wildlife of the Mongolian People's Republic," *Ulaanbaatar*, pp. 80–83, 1964.
 - [18] R. Samyaa, S. Shar, and O. Dorjraa, *Beavers*. Ulaanbaatar: Munkhiin Useg Press, 2012.
 - [19] M. Stubbe, N. Davaa, and D. Heidecke, "The indigenous population of Central Asian beavers (Mammalia, Rodentia, Castoridae)," in *Conf. Abstr. Nat. Cond. Resources Certain Reg. Mong. People's Rep.*, Ulaanbaatar, 1990, pp. 95–97.
 - [20] M. Enkhbat, Y. Adiya, and S. Erdenedalay, "Experience in beaver reintroduction and future prospects in Mongolia," *Proc. Inst. Biol., MAS*, vol. 30, 2014, In Mongolian.
 - [21] E. Enkhmaa, Y. Adiya, and J. Sukhdolgor, "Age- and gender-related morphology and hematology of Brandt's vole (*Lasiopodomys brandtii*)," *Proc. Inst. Biol., MAS*, vol. 32, pp. 21–30, 2016, In Mongolian



Сэргээн нутагшуулж буй голын минжний (*Castor fiber* Linnaeus, 1758) гематологийн судалгааны дүнгээс

Энхбат ЭНХМАА*^{ID}, Баянмөнх УЛАМ-ӨРНӨХ^{ID}, Янсанжав АДЖАА^{ID}

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

*Холбоо барих зохиогч: enkhmaae@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0002-2571-1154>

Хураангуй. Дэлхий нийтээр амьтан сэргээн нутагшуулах явцад гарсан амжилт, алдаа дутагдлаа үнэлэх, сэргээн нутагшуулсан бодгалийн эрүүл мэндийн нөхцөл байдлыг тодорхойлох, хөхтөн амьтны физиологийн шинэ мэдлэг хуримтлуулахад цусны шинжилгээг өргөн ашиглаж байна. Гачууртын минж нутагшуулах, үржүүлэх төслийн нэгж хариуцан тэжээвэр нөхцөлд өсгөн үржүүлж буй голын минжний цусны үндсэн үзүүлэлтүүд, тэдгээрийн хоорондын хамаарлыг нас, хүйсээр ялган тодорхойлсон үр дүнг энэхүү өгүүлэлд тусгав. Судалгааны үр дүнд нийт 18 гематологи үзүүлэлтийн дундаж утгыг 26 бодгалийн дээжинд тодорхойлсон бөгөөд хүйсийн хооронд статистик ач холбогдолтой ялгаа ажиглагдаагүй. Наснаас хамаарч биеийн жин ($p < 0.0001$), сүүлний өргөн ($p < 0.0002$), гемоглобин ($p < 0.0494$), гранулоцит эсийн тоо ($p < 0.0494$), нийт эсэд эзлэх лимфоцит эсийн хувь ($p < 0.0157$), гранулоцит эсийн нийт эсэд эзлэх хувь ($p < 0.01$), нэг улаан эсэд ноогдох гемоглобины дундаж жин ($p < 0.0181$), тромбоцит эсийн тоо ($p < 0.0029$), тус тус статистик ялгаатай тодорхойлогдов. Судалгаанаас харахад бие гүйцсэн бодгалиудын цусны үндсэн хувьсагчуудын агууламж залуу болон хөгшин бодгалиудын цусны бүрдэл хэсгээс их байна. Энэ нь бие гүйцсэн амьтдад бодисын солилцоо өндөр, эсийн нөхөн төлжилт хэвийн явагдаж байгааг харуулж байна.

Түлхүүр үгс: Голын минж, цусны үндсэн үзүүлэлт, хувьсагчууд, сэргээн нутагшуулалт

Хүлээн авсан 2024.09.28; хянан тохиолдуулсан 2024.12.22; зөвшөөрсөн 2024.12.30

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

Оршил

Монгол орны голын минж (*Castor fiber* Linnaeus, 1758) нь мэргэгчдийн багийн *Castor* төрлөөс Умард Америк, Европ, Азиар өргөн тархсан хоёр зүйлийн нэг бөгөөд Төв Азийн минжний харьцангуй цэвэр популяци зөвхөн Енисей, Эрчис голын эх болох Монголын Булган голд байна. Дээрх минжний популяци нь бие даасан салбар зүйл бөгөөд дэлхий дахинаа үүссэн газраа одоог хүртэл амьдарч ирсэн цөөн тооны автохтон популяцийн нэгд хамаарна. Иймд түүний генофондыг дангаар хадгалж үлдэх нь амьтан, байгаль хамгааллын хувьд онцгой ач холбогдолтой.

Голын минж амьдарч буй орчиндоо намгархаг орчин буй болгох, голын ус түүний салаа татуургад хаалт далан босгож усны түвшинг нэмэгдүүлдэг амьдралын онцлог шинжтэй [12], [13], [14], [15], [16].

Монголд 1899-1901 оны хооронд ажилласан П.К.Козловийн экспедици Булган голд минж амьдардаг болохыг анх мэдээлж үүний дараа 1942-

1962 онд А.Г.Банников (1954), А.Дашдорж (1948, 1959), Г.Данзан, Л.С.Лавров, В.А.Ромашов (1964), Д.Банзрагч (1961), А.С.Лавров (1981) зэрэг Орос, Монголын эрдэмтэд тархац, байршлыг нарийвчлан судалж гадаад цутгалтай Булган голыг дагаж минж гадагш гарснаар түүний тоо толгой Монгол оронд цөөрч байгааг онцолж, дотооддоо цутгалтай голд нутагшуулах санаачилга гарган, анхны оролдлого туршилтуудыг хийж эхэлсэн байна [20].

Анх эрдэмтэн А.Дашдорж шавь нарын хамт 1960 онд Ховд голын Онгоцны улаан уул орчимд 4 минж нутагшуулсан [17] ба Воронежйн дархан газраас 1962 онд 3 хос минжийг авчирч Ерөө гол, Бэрлэг голын цутгал орчимд тавьсан нь үр дүнгүй болжээ.

Голын минжийг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй сэргээн нутагшуулах ажлыг МУИС-ийн багш, доктор Н.Даваа, БНАГУ-ын Халле хотын их сургуулийн доктор М.Штуббе нарын удирдлагаар амьтан судлаачид зохион байгуулж, 1974 онд 12 бодгаль, 1975 онд 12 бодгалийг Булган голоос Ховд голд,

1978 онд 10 бодгалийг Баян-Өлгий аймгийн Баяннуур сумын нутаг Цагаан арлын орчим Ховд голын хэсэгт нутагшуулжээ. Мөн 1985 онд 10 бодгалийг Тэсийн голд, 1 бодгалийг Ховд голд, 1988 онд 19 бодгаль, 2002 онд 10 бодгалийг Тэсийн голд нутагшуулах ажлыг тус тус зохион байгуулж байв. Ховд гол дагуу Ховд, Баян-Өлгий аймгийн нутагт 17 эр, 18 эм минж нутагшуулсан ба 1990 оны байдлаар тэдгээрийн тоо толгой гурав дахин их болсон гэж дүгнэжээ [19].

Ховд голд минж нутагшуулсан туршлага дээрээ үндэслэн 1985 оноос дээрх эрдэмтэд манай орны гадагш урсгалгүй голуудын нэг болох Тэсийн голд мөнхүү ажлыг зохион байгуулсан бөгөөд анх 10 бодгалийг Увс аймгийн Тэс сумын нутагт Тэсийн голд нутагшуулсан ба улмаар тоог нэмсээр Тэсийн голд 39 бодгалийг [18] нутагшуулсан байна. Ховд голын Ховд аймгийн нутаг дэвсгэр бүхий хэсэгт 170-180 толгой, уг голын Баян-Өлгий аймгийн нутагт 64-70, Тэсийн голын Увс аймгийн нутаг дахь хэсэгт 70-75 толгой тус тус байгаа бөгөөд баруун 3 аймгийн нутгийг хамарсан дээрх 2 голд нийтдээ 304-325 толгой минж байсан тухайн үеийн [10] судалгааны мэдээ, баримт бий. Нийслэлийн Байгаль хамгаалах газрын санаачилга, удирдлагаар 2011 оноос эхлэн Туул голын усны түвшнийг хэвээр хадгалах, улмаар нэмэгдүүлэх зорилгоор минж нутагшуулах боломжийн талаар судалгаа хийх, гадаад орнуудын эрдэм судлалын байгууллага, эрдэмтэдтэй холбоо тогтоон хамтран ажиллаж минж нутагшуулах, үржүүлэх туршилтын ажлыг эхлүүлэх шийдвэрийг гаргаж дээрх шийдвэрийн дагуу ХБНГУ-ын Бавар мужаас 2012 оны 4 дүгээр сарын 16-нд 14 толгой минж, ОХУ-ын Киров мужаас 2012 оны 7 дугаар сарын 10-нд 27 толгой минж худалдан авч ирсэн бөгөөд мөн оны 8 дугаар сарын 08-нд 7 бүлийн 16 бодгаль минжийг Туулын эх, Зааны голын эх, Их нартын ам орчимд 2 бүл, Зааны ам орчимд 3 бүл, Хөх гацаа орчимд 2 бүл, нийт 9 эр, 7 эм бодгалийг тус тус нутагшуулахаар суллан тавьжээ.

Гадаадаас тээвэрлэн авч ирсэн минжийг шууд байгальд тавих нь эрсдэлтэй, цөөн тооны минжнээс амьдрах чадвартай популяци үүсэх магадлал бага учир нутагшуулах ажлыг цөөн жилийн давталттай давтан хийх, бусад минж бүхий голд нутагшуулах ажлыг зохион байгуулах зорилгоор минж нутагшуулах, үржүүлэх төслийн нэгжийг байгуулахаар тогтсон нь одоо ч чиг үүргийнхээ дагуу үйл ажиллагаагаа амжилттай явуулж, судалгаа шинжилгээний ажлыг Монгол улсын их сургууль, ШУА-ийн Биологийн

хүрээлэнгийн эрдэмтэдтэй хамтран гүйцэтгэж байна.

Бидний энэ удаагийн судалгааны үндсэн зорилго нь тэжээвэр нөхцөлд өсгөн үржүүлж буй голын минжний физиологи онцлогийн анхдагч мэдээ материал цуглуулах, гематологи, генетикийн судалгааны эх хэрэглэхүүн бүрдүүлэх, цусны үндсэн хувьсагчуудыг нас, хүйсээр ялган тодорхойлж физиологийн жиших эх хэрэглэхүүнийг тодорхойлоход оршино.

Голын минж нь мэрэгчтэн баг дотор биеийн хэмжээгээр хамгийн томд тооцогдох бөгөөд түүний хэрээр биологи, экологи, физиологийн дасан зохицох үйл явц ч ихээхэн өвөрмөц байх боломжтой.

Усан орчинд амьдралынхаа ихэнх хугацааг өнгөрөөдөг тус зүйлийн байгалийн зэрлэг популяцид судалгаа хийх нь зарим талаар хүндрэлтэй тул энэхүү судалгааны ажил тус зүйлийн физиологи онцлогийн талаар мэдээ бүрдүүлж, цаашид байгаль дах зэрлэг популяцийн төлөв байдлыг үнэлэх, дүгнэлт санал боловсруулахад суурь хэрэглэхүүн болох ач холбогдолтой юм.

Судалгааны материал, аргазүй

Гачууртын минж нутагшуулах, үржүүлэх төслийн нэгж хариуцан тэжээвэр нөхцөлд өсгөн үржүүлж буй 26 толгой минж (12 эр, 14 эм) -ний цусны дээж, хэрэглэхүүнийг арга зүйн дагуу цуглуулав [3], [5]. Судалгааны дээж цуглуулсан бодгалиуд гарал үүслээрээ ялгаатай буюу 9 бодгаль ХБНГУ-ын Бавар мужаас, 11 бодгаль ОХУ-ын Киров мужаас ирсэн ба 6 бодгаль тэдгээрийн төл буюу “эрлийз” бодгаль байв.

Минжийг нуруугаар хэвтүүлж сүүлний хөндлөн *cossygeal* судсанд 2-4 см, шилбэний венийн судсанд 0.5-1 см гүн хатгаж, ЭДТА бүхий хуруу шилэнд 3-5 мл цусыг цуглуулав [5]. Цуглуулсан дээжинд BC-2800 Vet автомат анализатор ашиглан лейкоцитын тоо (WBC), лимфоцитын тоо (Lymph#), моноцит эсийн тоо (Mon#), гранулоцитын тоо (Gran#), лимфоцит эсийн нийт эсэд эзлэх хувь (Lymph%), моноцит эсийн нийт эсэд эзлэх хувь (Mon%), гранулоцит эсийн нийт эсэд эзлэх хувь (Gran%), эритроцитын тоо (RBC), гемоглобины агууламж (HGB), эритроцитын дундаж эзлэхүүн (MCV), нэг улаан эсэд ноогдох гемоглобины дундаж жин (MCH), нэг Улаан эсэд ноогдох гемоглобины концентраци (MCHC), эритроцитын тархалтын өргөн (RDW), гематокрит буюу нийт цусан дахь эритроцитын эзлэх хувь (HCT), тромбоцитын тоо (PLT), тромбоцитын дундаж эзлэхүүн (MPV), тромбоцитын тархалтын өргөн (PDW), тромбоцит буюу нийт эсэд тромбоцитын эзлэх хувь (PCT) гэсэн

нийт 18 параметрийг тодорхойлов. Гематологи хувьсагчуудын утга олон улсын стандарт нэгжээр (IU) илэрхийлэгдэнэ.

Бүх бодгалиуд амьдрах орчны нэгэн ижил нөхцөлд байсан ба насны ангиллыг бэлгэ бүрэн боловсорсон эсэхээс хамааруулан 12-35 сартай буюу залуу (subadult), 36 сараас дээш бие гүйцсэн (adult) гэж ангилав.

Үзүүлэлт тус бүрийн дундаж утга, медиан, стандарт алдаа, стандарт хазайлтыг тодорхойлов. Түүвэр тэнцвэртэй бус үед хэрэглэдэг Welsh-ийн т-тестийг ашиглан үр дүнг үнэмшлийн магадлал 95% байх үед JMP Pro v.16 программ хэрэглэн нас, хүйсээр харилцан адилгүй түүврүүдийн статистик ялгааг үнэлсэн.

Судалгааны үр дүн

Голын минжийн гематологийн үзүүлэлтийн дундаж утгыг 1-р хүснэгтэд, эр, эм бодгалийн цусны

үндсэн үзүүлэлтийг 2-р хүснэгтэд, насны ялгаатай бүлгүүдийн үр дүнг 3-р хүснэгтэд, гарал үүслийн хувьд ялгаатай бодгалуудын гематологи үзүүлэлтийг 4-р хүснэгтэд, цусны үзүүлэлтүүдийн корреляцийн шинжилгээний дүнг 5-р хүснэгтэд тус тус үзүүлэв. Судалгааны дүнг Англи улсад хийсэн голын минжийн гематологийн судалгааны үр дүнтэй [5] харьцуулав.

Эр, эм бодгалийн гематологи үзүүлэлтийн хооронд статистик ялгаатай үр дүн ажиглагдаагүй (2-р хүснэгт). Энэ нь бусад оронд хийсэн голын минжийн гематологийн судалгааны үр дүнтэй ижил байна.

Хэдий статистик ач холбогдолтой ялгааны түвшин ажиглагдаагүй ч гематологийн үндсэн үзүүлэлтүүд эм амьтанд илүү өндөр тодорхойлогддог гэсэн бусад судлаачдын [6] судалгааны үр дүнгээс эсрэг байв.

1-р хүснэгт. Голын минжийн гематологи үзүүлэлтийн дундаж утга, стандарт хазайлт, медиан, болон бусад судлаачдын үр дүн (n=26)

№	Үзүүлэлт	Нэгж	Дундаж $\pm$ CX	Медиан	Simon нар, 2015 [5]
1	WBC	($\times 10^9/L$)	13.45 $\pm$ 3.45	13.55	6.87-13.43
2	Lymph #	($\times 10^9/L$)	4.98 $\pm$ 1.74	4.75	0.92-4.24
3	Mon#	($\times 10^9/L$)	0.6 $\pm$ 0.36	0.6	0.1-0.9
4	Gran#	($\times 10^9/L$)	7.88 $\pm$ 2.55	7.75	4.15-9.56
5	Lymph %	(%)	37.33 $\pm$ 10.17	33.95	*
6	Mon%	(%)	4.49 $\pm$ 2.34	5.35	*
7	Gran%	(%)	58.18 $\pm$ 8.48	59.8	*
8	RBC	($\times 10^{12}/L$)	4.43 $\pm$ 0.77	4.53	3.30-4.0
9	HGB	(g/L)	135.54 $\pm$ 24.84	142.5	118.3-142.9
10	HCT	(%)	45.35 $\pm$ 8.19	46.95	*
11	MCV	(fL)	102.31 $\pm$ 3.91	102.5	91-106
12	MCH	(pg)	30.45 $\pm$ 1.66	30.25	32.15-38
13	MCHC	(g/L)	297.96 $\pm$ 10.57	297	341.5-360
14	RDW	(%)	15.67 $\pm$ 0.65	15.7	*
15	PLT	($\times 10^9/L$)	232.77 $\pm$ 92.94	209	149.6-308.25
16	MPV	(fL)	7.22 $\pm$ 0.53	7.2	*
17	PDW		17.8 $\pm$ 0.61	17.8	*
18	PCT	(%)	0.17 $\pm$ 0.07	0.17	*

* - тодорхойлоогүй

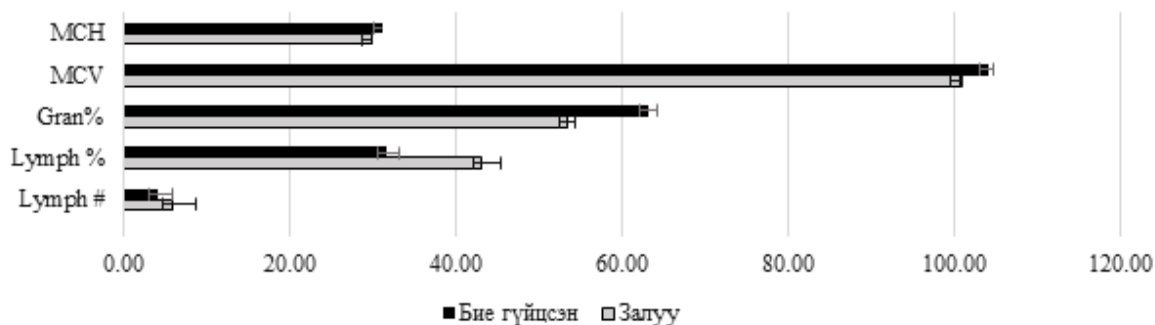
2-р хүснэгт. Голын минжийн цусны үндсэн үзүүлэлтүүд (хүйсээр)

№	Үзүүлэлт	Нэгж	Эр (n=12)	Эм (n=14)	P утга
1	WBC	($\times 10^9/L$)	13.83 $\pm$ 3.48	13.04 $\pm$ 3.82	0.621
2	Lymph #	($\times 10^9/L$)	5.11 $\pm$ 1.82	4.95 $\pm$ 1.85	0.731
3	Mon#	($\times 10^9/L$)	0.53 $\pm$ 0.33	0.63 $\pm$ 0.41	0.355
4	Gran#	($\times 10^9/L$)	8.19 $\pm$ 2.83	7.46 $\pm$ 2.48	0.581
5	Lymph %	(%)	37.47 $\pm$ 11.67	38.06 $\pm$ 9.28	0.952
6	Mon%	(%)	3.96 $\pm$ 2.24	4.78 $\pm$ 2.51	0.291
7	Gran%	(%)	58.58 $\pm$ 10.19	57.15 $\pm$ 7.12	0.836
8	RBC	($\times 10^{12}/L$)	4.51 $\pm$ 0.38	4.35 $\pm$ 1.09	0.634
9	HGB	(g/L)	137.92 $\pm$ 13.19	132.38 $\pm$ 34.2	0.644
10	HCT	(%)	45.7 $\pm$ 4.1	44.88 $\pm$ 11.49	0.834
11	MCV	(fL)	101.56 $\pm$ 3.52	102.95 $\pm$ 3.42	0.37
12	MCH	(pg)	30.58 $\pm$ 1.6	30.19 $\pm$ 1.53	0.727
13	MCHC	(g/L)	301.25 $\pm$ 7.63	293.69 $\pm$ 11.77	0.133
14	RDW	(%)	15.61 $\pm$ 0.65	15.63 $\pm$ 0.65	0.688
15	PLT	($\times 10^9/L$)	234.83 $\pm$ 87.08	233.46 $\pm$ 106.16	0.918
16	MPV	(fL)	7.18 $\pm$ 0.36	7.21 $\pm$ 0.55	0.72
17	PDW		17.71 $\pm$ 0.62	17.85 $\pm$ 0.53	0.469
18	PCT	(%)	0.17 $\pm$ 0.06	0.17 $\pm$ 0.08	0.964

Наснаас хамаарч биеийн жин ($p < 0.0001$), сүүлний гомоглобины дундаж жин ($p < 0.0181$), тромбоцит өргөн ($p < 0.0002$), гранулоцит эсийн тоо ($p < 0.0494$), эсийн тоо ($p < 0.0029$), нийт эсэд тромбоцитын эзлэх нийт эсэд эзлэх лимфоцит эсийн хувь ($p < 0.0157$), хувь ($p < 0.0125$) харилцан адилгүй тодорхойлогдов гранулоцит эсийн нийт эсэд эзлэх хувь ($p < 0.01$), (3-р хүснэгт, 1-р зураг). гемоглобин ($p < 0.0494$), нэг улаан эсэд ноогдох

3-р хүснэгт. Голын минжийн морфометр, гематологийн үндсэн үзүүлэлтүүд (насаар)

№	Үзүүлэлт	Нэгж	Залуу	Бие гүйцсэн	P утга
1	Биеийн жин	кг	12.69 $\pm$ 1.28	17.49 $\pm$ 1.54	0.0001*
2	Сүүлний урт	см	25.25 $\pm$ 3.79	28.85 $\pm$ 1.43	0.0038*
3	Сүүлний өргөн	см	10.94 $\pm$ 1.27	12.88 $\pm$ 0.98	0.0002*
4	WBC	($\times 10^9/L$)	13.75 $\pm$ 4.22	13.15 $\pm$ 2.61	0.6668
5	Lymph #	($\times 10^9/L$)	5.82 $\pm$ 1.9	4.13 $\pm$ 1.07	0.0101*
6	Mon#	($\times 10^9/L$)	0.5 $\pm$ 0.4	0.69 $\pm$ 0.3	0.1789
7	Gran#	($\times 10^9/L$)	7.43 $\pm$ 3.05	8.33 $\pm$ 1.95	0.3786
8	Lymph %	(%)	43.05 $\pm$ 10	31.61 $\pm$ 6.69	0.0022*
9	Mon%	(%)	3.62 $\pm$ 2.3	5.36 $\pm$ 2.1	0.0546
10	Gran%	(%)	53.33 $\pm$ 8.31	63.03 $\pm$ 5.45	0.0018*
11	RBC	($\times 10^{12}/L$)	4.27 $\pm$ 1.06	4.58 $\pm$ 0.26	0.3137
12	HGB	(g/L)	128.38 $\pm$ 33.01	142.69 $\pm$ 9.22	0.1454
13	HCT	(%)	43.04 $\pm$ 10.81	47.65 $\pm$ 3.36	0.1546
14	MCV	(fL)	100.54 $\pm$ 3.2	104.08 $\pm$ 3.86	0.0177*
15	MCH	(pg)	29.79 $\pm$ 1.4	31.11 $\pm$ 1.68	0.0402*
16	MCHC	(g/L)	296.69 $\pm$ 8.28	299.23 $\pm$ 12.67	0.5511
17	RDW	(%)	15.55 $\pm$ 0.56	15.78 $\pm$ 0.74	0.3947
18	PLT	($\times 10^9/L$)	246.54 $\pm$ 95.22	219 $\pm$ 92.3	0.4613
19	MPV	(fL)	7.14 $\pm$ 0.51	7.31 $\pm$ 0.56	0.4269
20	PDW		17.69 $\pm$ 0.58	17.92 $\pm$ 0.63	0.3582
21	PCT	(%)	0.18 $\pm$ 0.07	0.16 $\pm$ 0.07	0.5224



1-р зураг. Голын минжийн морфологи, гематологийн үзүүлэлтүүд наснаас хамаарах нь

Гарал үүслийн хувьд ялгаатай бодгалуудын дээжийг харьцуулж үзэхэд цагаан эс, тэдгээрийн бүрдэл хэсгүүд (лимфоцит эсийн нийт эсэд эзлэх хувь, моноцит эсийн нийт эсэд эзлэх хувь, гранулоцит эсийн нийт эсэд эзлэх хувь) статистик ялгаатай байв (4-р хүснэгт). Цагаан эс тэдгээрийн бүрдэл хэсгүүдийн агууламж амьдрах орчны хоногийн хэмнэл (гэрэлтэй болон харанхуй байх хугацаа) -ээс хамаарч адаптацид орон нэг зүйлд ч ялгаатай байх тохиолдол ажиглагддаг [5].

статистик боловсруулалтын үр нотолж байна. Энэ хамаарал нь цайвар үлийчийн гематологийн шинжилгээний [21] явцад ажиглагдсан. Хэлэлцүүлэг

Энэхүү судалгааны ажил нь Монголд тэжээврээр үржүүлж буй голын минжийн физиологи онцлогийн мэдээ материал цуглуулах, цусны үндсэн хувьсагчуудын жиших (эталон) эх хэрэглэхүүн, лавлах хэмжээг тогтоохын тулд нас, хүйсээр ялган хийгдэж буй анхны оролдлогын нэг болно.

4-р хүснэгт. Гарал үүслийн хувьд ялгаатай голын минжийн гематологи үзүүлэлтүүд

№	Үзүүлэлт	Нэгж	Герман	Орос	Герман-Орос	Р утга
1	WBC	($\times 10^9/L$)	12.8 ± 3.96	14.24 ± 2.69	14.18 ± 3.06	0.6012
2	Lymph #	($\times 10^9/L$)	4.33 ± 1.37	6.97 ± 1.21	4 ± 1.04	0.0014*
3	Mon#	($\times 10^9/L$)	0.64 ± 0.33	0.24 ± 0.05	0.96 ± 0.25	0.0002*
4	Gran#	($\times 10^9/L$)	7.83 ± 2.77	7.03 ± 2.38	9.22 ± 1.91	0.2572
5	Lymph %	(%)	34.54 ± 6.77	49.51 ± 7.86	28.1 ± 3.44	0.0001*
6	Mon%	(%)	4.94 ± 2.16	1.99 ± 0.52	6.74 ± 0.72	0.0001*
7	Gran%	(%)	60.53 ± 5.3	48.5 ± 8.07	65.16 ± 3.98	0.0032*
8	RBC	($\times 10^{12}/L$)	4.21 ± 0.98	4.69 ± 0.26	4.68 ± 0.37	0.2771
9	HGB	(g/L)	129.79 ± 32.62	140.14 ± 6.01	145.2 ± 8.67	0.2842
10	HCT	(%)	43.23 ± 10.53	47.19 ± 1.48	48.7 ± 4.47	0.3476
11	MCV	(fL)	102.39 ± 4.58	100.83 ± 3.29	104.14 ± 1.74	0.112
12	MCH	(pg)	30.54 ± 2.01	29.86 ± 0.73	31.04 ± 1.44	0.2367
13	MCHC	(g/L)	298.43 ± 11.17	296.57 ± 5.19	298.6 ± 15.73	0.8665
14	RDW	(%)	15.64 ± 0.61	15.67 ± 0.55	15.72 ± 0.99	0.9852
15	PLT	($\times 10^9/L$)	212.79 ± 89.82	237.14 ± 103.76	282.6 ± 84.18	0.3553
16	MPV	(fL)	7.12 ± 0.61	7.29 ± 0.49	7.42 ± 0.29	0.4075
17	PDW		17.85 ± 0.68	17.91 ± 0.44	17.52 ± 0.61	0.504
18	PCT	(%)	0.15 ± 0.06	0.18 ± 0.08	0.21 ± 0.06	0.2483

Гематологи үзүүлэлтийн хоорондын харилцан хамаарлыг шалгах зорилгоор корреляцийн анализ хийсэн (5-р хүснэгт). Гранулоцит, лимфоцит нь лейкоциттэй эерэг хамааралтай (гран=0.8896, лимф=0.5981) буюу тэдгээрийн агууламж нэмэгдэхэд лейкоцитын агууламж өсдөг зүй тогтолтой болохыг

Simon et al, 2015, Kitts et al, 1958 зэрэг судлаачид голын минж (*Castor fiber*), умард Америкийн минжийн (*Castor canadensis*) зүйлүүд дээр гематологи, биохимийн судалгааг бусад мэрэгч амьтадтай харьцуулан хийсэн байна.

5-р хүснэгт. Голын минжийн гематологийн үндсэн үзүүлэлтүүд тэдгээрийн хамаарал

	WBC	Lymph#	Mon#	Gran#	Lymph%	Mon%	Gran%	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT	PDW	PCT
WBC		0.5981	0.3977	0.8896	-0.1654	0.0929	0.1729	0.465	0.3729	0.3987	-0.1309	-0.052	0.073	0.4039	-0.3533	0.4123
Lymph#	0.5981		-0.324	0.1722	0.6769	-0.541	-0.6634	0.4268	0.3208	0.337	-0.2411	-0.138	0.0582	0.1946	-0.1625	0.2091
Mon#	0.3977	-0.3247		0.6196	-0.7555	0.924	0.6522	0.2151	0.2213	0.2408	0.1776	0.1363	0.0189	0.1856	-0.2198	0.2003
Gran#	0.8896	0.1722	0.6196		-0.5804	0.3652	0.5959	0.3076	0.2545	0.2756	-0.0376	0.0044	0.0564	0.3879	-0.3364	0.3872
Lymph%	-0.165	0.6769	-0.755	-0.5804		-0.780	-0.9851	0.0428	-0.012	-0.012	-0.227	-0.179	-0.027	-0.183	0.1758	-0.176
Mon%	0.0929	-0.541	0.924	0.3652	-0.7808		0.6617	0.1771	0.2161	0.2313	0.3005	0.2233	0.0139	0.1191	-0.1643	0.133
Gran%	0.1729	-0.6634	0.6522	0.5959	-0.9851	0.6617		-0.100	-0.044	-0.048	0.1896	0.154	0.0295	0.1874	-0.1657	0.1753
RBC	0.465	0.4268	0.2151	0.3076	0.0428	0.1771	-0.1001		0.9639	0.9789	0.2973	0.3872	0.2809	0.219	-0.2698	0.2369
HGB	0.3729	0.3208	0.2213	0.2545	-0.0123	0.2161	-0.0448	0.9639		0.9815	0.4708	0.6174	0.4421	0.137	-0.1825	0.1713
HCT	0.3987	0.337	0.2408	0.2756	-0.0127	0.2313	-0.0485	0.9789	0.9815		0.4854	0.509	0.2637	0.1973	-0.2065	0.2308
MCV	-0.130	-0.2411	0.1776	-0.0376	-0.227	0.3005	0.1896	0.2973	0.4708	0.4854		0.7516	0.07	-0.01	0.1808	0.0705
MCH	-0.052	-0.1388	0.1363	0.0044	-0.1796	0.2233	0.154	0.3872	0.6174	0.509	0.7516		0.71	-0.131	0.127	-0.066
MCHC	0.073	0.0582	0.0189	0.0564	-0.0278	0.0139	0.0295	0.2809	0.4421	0.2637	0.07	0.71		-0.186	-0.0037	-0.174
PLT	0.4039	0.1946	0.1856	0.3879	-0.1835	0.1191	0.1874	0.219	0.137	0.1973	-0.01	-0.131	-0.1869		-0.825	0.988
PDW	-0.353	-0.1625	-0.219	-0.3364	0.1758	-0.164	-0.1657	-0.269	-0.182	-0.206	0.1808	0.127	-0.0037	-0.825		-0.758
PCT	0.4123	0.2091	0.2003	0.3872	-0.1766	0.133	0.1753	0.2369	0.1713	0.2308	0.0705	-0.066	-0.1741	0.9887	-0.7581	

Дээрх судлаачдын үр дүнтэй харьцуулахад гематологийн ихэнх үзүүлэлтүүд (16/18) статистик ач холбогдолтой ялгаагүй байсан ба энэ нь минжийн цусны үндсэн үзүүлэлтүүд хүрээлэн буй орчны өөрчлөлт, нөлөөнд бага хувьсдаг тогтвортой үзүүлэлтүүд болохыг илтгэж байна.

Харин эритроцитын тоо (эритроцит = 4.43) их, нэг улаан эсэд ноогдох гемоглобины дундаж жин бага (MCH= 30.45) хэмжээтэй тодорхойлогдсон. Kitts et al, (1958) -ын судалгаагаар минжийн эритроцитын тоо бусад мэрэгч амьтдаас бага байсан ба тэд энэ төрлийн амьтад хагас усан орчны амьдралтай болсноор эритроцитын диаметр бусад хөхтнөөс үл ялиг том болж, цөөрсөн гэж дүгнэсэн. Тэжээврээр үржүүлж буй голын минжийн цусанд эритроцитын тоо их хэмжээтэй тодорхойлогдсонд амьдрах орчны ялгаа, эритроцитыг бүрдүүлэгч бусад бүрэлдэхүүн хэсгийн өөрчлөлт, стресс, идэш тэжээлийн онцлог зэрэг олон хүчин зүйл нөлөөлсөн байх боломжтой.

Бидний судалгааны дүнгээр нэг улаан эсэд ноогдох гемоглобины дундаж жин (MCH) Simon et al, (2015)-ын судалгааны дүнгээс (MCH=32.15-38) бага хэмжээтэй (MCH=30.45) тодорхойлогдсон. MCH-ийн агууламж бага байх нь цус багадалт болон цусан дах төмрийн хэмжээ багассантай холбоотой. MCH нь цусанд байх хүчилтөрөгчийн агууламжтай урвуу хамааралтай байдаг [4]. MCH-ийн агууламж бусад судлаачдын дүнгээс бага байгааг идэш тэжээлийн норм хэмжээ алдагдсантай холбоотой хэмээн таамаглаж байна. Бидний судалгаа цагаан эс болон

түүний бүрдэл хэсгүүд бие гүйцсэн бодгалиудад өндөр, залуу болон хөгшин организмд багассан хандлагатай байгааг илрүүлсэн. Энэ зүй тогтол цайвар үлийчийн гематологийн шинжилгээний явцад мөн ажиглагдсан болно [21]. Энэ нь бие гүйцсэн нь залуу амьтадтай харьцуулахад дархлааны тогтолцоо бүрэн, сайн хөгжсөн байгааг илэрхийлж байгаа бол хөгшин бодгалиудад эсийн нөхөн төлжилт багассанаар цагаан эсийн тоо буурдагтай холбоотой.

Нийт цагаан эсийн болон лимфоцитын тоог бусад судлаачдын үр дүнтэй харьцуулж үзэхэд дунджаас ихэссэн хэмжээтэй байсан бол бүрэлдэхүүн хэсгүүд ойролцоо, статистик бодит ялгаагүй байв (WBC=13.45, lymph= 4.98, mon=0.60, gran=7.88). Бактер, мөөгөнцрийн гаралтай халдваруудын үед лейкоцитын тоог олшрох бол архаг удаан явцтай өвчлөлтүүд лимфоцит, моноцит эсийн тоог олшруулдаг. Удаан явцтай өвчлөлүүдийн антиген буурахад лимфоцитын тоо дагаад буурдаг. Харин стрессийн үед нийт лейкоцит, моноцит, нейтрофил эсийн тоо өсөх боловч, лимфоцит эсүүдийн тоо буурч лимфопени болдог байна [5]. Лимфоцит эс (Lymph#) нь нийт цагаан эсийн 20-40 хүртэлх хувийг эзлэх бөгөөд макрофагийн үйл ажиллагаа явуулж бие махбодыг гаднын биетээс хамгаална. Лимфоцит эсийн тоо хэвийн хэмжээнээс хэт цөөрөх нь аутоиммун өвчлөлүүд, элэгний үрэвсэл, ясны бэртэл, химийн болон цацраг идэвхит туяагаар хордсон үед тохиолддог бол олшрох үзэгдэл нь вирус, микроорганизмын халдвар, орчны стрессээс шалтгаалдаг болохыг тогтоосон [4].

Судалгаанаас харахад бие гүйцсэн бодгалиудын цусны үндсэн хувьсагчуудын агууламж залуу болон хөгшин бодгалиудын цусны бүрдэл хэсгээс их байна. Энэ нь бие гүйцсэн амьтдад бодисын солилцоо өндөр, эсийн нөхөн төлжилт хэвийн явагдаж байгааг харуулж байна. Наснаас хамаарч цусны үндсэн бүрдэл хэсгүүд өөрчлөгдөх зүй тогтлыг шалгаж үзэхэд гранулоцитын тоо ($p < 0.0494$), лимфоцитын нийт эсэд эзлэх хувь ($p < 0.0157$), гранулоцитын нийт эсэд эзлэх хувь ($p < 0.0100$), гемоглобин ($p < 0.0494$), нэг улаан эсэд ноогдох гемоглобины дундаж жин ($p < 0.0181$), тромбоцит эс ($p < 0.0029$), тромбоцит ($p < 0.0125$) тус тус ялгаатай тодорхойлогдов (1-р зураг).

Минжний цусан дахь гемоглобины (HGB) агууламж бие гүйцсэн бодгалиудад нэмэгдэх хандлага ажиглагдав (Хүснэгт 3, $p < 0.0494$). Энэ нь бие гүйцсэн амьтад идэвх, хөдөлгөөний эрчим их, эд эрхтэнд хүчилтөрөгчийг үр дүнтэйгээр зөөвөрлөх адапацийн нөлөө болно. Мөн бие гүйцсэн амьтдын дотор эрхтнүүд уушги, зүрх судасны систем бүрэн хөгжсөн байдаг тул хүчилтөрөгчийн хэрэгцээг хангахын тулд гемоглобины түвшин илүү их байх хандлагатай байдаг.

Тромбоцитын тоо наснаас хамааран ялгаатай тодорхойлогдсон. Тромбоцит нь эритроцит эстэй адил бөөмгүй бөгөөд цус бүлэгнүүлэх, дархлааны үүргийг гүйцэтгэдэг. Бие гүйцсэн амьтад идэвхтэй амьдралын хэв маягтай, хүрээлэн буй орчны нөлөөнд өртөмтгий байдлын улмаас залуу болон хөгшин амьтдаас илүү их гэмтэл авах магадлалтай. Энэ тохиолдолд эдгээр гэмтлийг хурдан эмчлэхийн тулд цусны бүлэгнэлт идэвхжиж, тромбоцитын хэмжээ өндөр болдог. Мөн бие гүйцсэн амьтдын бие махбодь гэмтэл, бэртэлд тэсвэртэй байдлыг хадгалахын тулд илүү их тромбоцит нийлэгжүүлэх зүй тогтолтой байдаг.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаагаар Монгол оронд тэжээврээр үржүүлж буй минжний 18 гематологийн үзүүлэлтийг нас, хүйсээр ялган тодорхойлоход гематологийн утгуудад статистик бодит ялгаа байхгүйг тогтоов. Наснаас хамааран гранулоцит эс, лимфоцитын хувь хэмжээ, улаан эсийн нэг нэгжид ноогдох гемоглобины дундаж жин, тромбоцит эсийн тоо харилцан адилгүй байв. Эдгээр үзүүлэлтүүдийн өсөлт нь амьтны хөдөлгөөн, бодисын солилцоо, дархлаа, дасан зохицох чадвартай холбоотой

Гарал үүслээр ялгаатай бодгалуудын хооронд

цагаан эсийн бүрдэл хэсгүүд ялгаатай байсан ба стресс, төрөлх амьдрах орчны хоногийн хэмнэлээс хамаарч адаптацид орсон байх магадлалтай хэмээн таамаглаж байна.

Бидний судалгаагаар эритроцитын тоо харьцангуй өндөр байсан нь орчны нөхцөл, идэш тэжээлийн горимтой холбоотой байж болох юм.

Цаашид энэ судалгааг өргөжүүлж, цусны химийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж, байгалийн популяцитай харьцуулан судлах шаардлагатай. Энэ нь дараагийн удаад сэргээн нутагшуулах ажил хийхдээ анхаарах асуудлуудыг тодруулах, идэш тэжээлийн горимыг тохируулах, сэргээн нутагшуулах ажилд үнэлгээ өгөх, хүрээлэн буй орчны бохирдол, бусад нөлөөллийг хянахад шууд болон дам нөлөөтэй.

Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг зохион байгуулах, хэрэгжүүлэхэд дэмжлэг үзүүлсэн Минж нутагшуулах, үржүүлэх ОНӨТҮГ болон өгөгдөл цуглуулалт, шинжилгээ, үр дүн боловсруулалтын үе шатуудад хамтран ажилласан Биологийн хүрээлэнгийн захиргаа, Хөхтний экологийн лабораторийн хамт олонд талархал илэрхийлье.

Ашигласан бүтээл

- [1] P. H. Eisele, T. L. Faith, P. M. Menth, J. C. Parker, and D. H. V. Vuren, "Ketamine-isoflurane combination anesthesia for surgical implantation of intraperitoneal radio transmitters in the beaver," *Contemp Top Lab Anim Sci*, vol. 36, pp. 97–99, 1997.
- [2] S. A. Greene, R. D. Keegan, L. R. V. Gallagher, J. E. Alexander, and J. Harari, "Cardiovascular effects of halothane anesthesia after diazepam and ketamine administration in beavers (*Castor canadensis*) during spontaneous or controlled ventilation," *Am J Vet Res*, vol. 52, pp. 665–668, 1991. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1991.52.05.665>
- [3] W. D. Kitts, M. C. Robertson, B. Stephenson, and I. M. M. Cowan, "The normal blood chemistry of the beaver (*Castor canadensis*): Packed-cell volume, sedimentation rate, hemoglobin, erythrocyte diameter, and blood cell counts," *Can J Zool*, vol. 36, pp. 279–283, 1958. <https://doi.org/10.1139/z58-026>
- [4] Lab Tests Online, "Comprehensive Blood Count (CBC)." 2012. [Online]. Available: <https://labtestsonline.org/understanding/analytes/cbc/tab/test/>
- [5] S. J. Girling *et al.*, "Hematology and serum biochemistry parameters and variations in the Eurasian beaver (*Castor fiber*)," *PLoS ONE*, 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0128775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128775>

- [6] L. S. Yaqub, M. U. Kawu, and J. O. Ayo, "Influence of reproductive cycle, sex, age, and season on hematologic parameters in domestic animals," *J Cell Anim Biol*, vol. 7, pp. 37–43, 2013. <https://doi.org/10.5897/JCAB12.063>
- [7] Я. Адъяа, С. Эрдэнэдалай, М. Энхбат, "Тэжээвэр нөхцөлд өсгөн үржүүлж буй минжний идэш тэжээл, үржлийн зарим асуудал," *ШУА Биологийн Хүрээлэнгийн Эрдэм Шинжилгээний Бүтээл*, №. 30, 2014.
- [8] Д. Банзрагч, "Булган голын минж," *БНМАУ-Ын ШУА-Ийн Мэдээ*, №. 1, хуу. 31–41, 1961.
- [9] А. Г. Банников, *Млекопитающие Монгольской народной республики*. Москва: Наука, 1954.
- [10] Н. Даваа, М. Штуббе, Д. Сумъяа, Р. Самъяа, "Ховд, Тэс голын минж," *Баруун монгол хил залгаа нутгийн байгалийн нөхцөл, биологийн нөөц баялаг: Илтгэлийн хураангуй*, 1993, хуу. 70–71.
- [11] Г. Данзан, Л. С. Лавров, В. А. Ромашов, "Ерөө голд Воронежийн хар минжийг нутагшуулав," *БНМАУ-ын ШУА-ийн Мэдээ Сэтгүүл*, №. 1, хуу. 81–84, 1964.
- [12] А. Дашдорж, "Булган голын минж," *Шинжлэх Ухаан Техник*, №. 4, хуу. 20–22, 1959.
- [13] А. Дашдорж, "О находке бобра в Монголии," *Докл АН СССР*, сер. 9, №. 6, 1948
- [14] Н. А. Завьялов, А. В. Крылов, А. А. Боборов, В. К. Иванов, Ю. Ю. Дгебуадзе, *Влияние речного бобра на экосистемы малых рек*. Москва: Наука, 2005.
- [15] Л. С. Лавров, *Бобры Палеарктики*. Воронеж: ВГУ, 1981.
- [16] И. П. Лаптев, "О 'строительной' деятельности бобра (*Castor fiber L.*)," *Труды Томского Государственного Университета Куйбышева*, №.131, хуу. 231–256, 1955.
- [17] О. Намнандорж, *Бүгд найрамдах Монгол Ард Улсын дархан газар, ан амьтан*. Улаанбаатар, 1964.
- [18] Р. Самъяа, С. Шар, О. Доржраа, *Минж*. Улаанбаатар: Мөнхийн үсэг, 2012.
- [19] М. Штуббе, Н. Даваа, Д. Хайдеке, "Автохтонная популяция Центрально-Азиатского бобра (*Marmota, Rodentia, Castoridae*)," на *Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (Тезисы докладов к конференции)*, Улаанбаатар, 1990, хуу. 95–97.
- [20] М. Энхбат, Я. Адъяа, С. Эрдэнэдалай, "Монголд минж нутагшуулсан туршлага, минж нутагшуулах үржүүлэх төслийн нэгжийн үйл ажиллагаа, цаашдын зорилт," *ШУА Ерөнхий Болон Сорилын Биологийн Хүрээлэнгийн Эрдэм Шинжилгээний Бүтээл*, №. 30, 2014.
- [21] Э. Энхмаа, Я. Адъяа, Ж. Сүхдолгор, "Цайвар үлийч (*Lasiopodomys brandtii*)-ийн морфологи, гематологийн зарим үзүүлэлтийг нас, хүйсээс хамааруулан судалсан дүнгээс," *ШУА Ерөнхий Болон Сорилын Биологийн Хүрээлэнгийн Эрдэм Шинжилгээний Бүтээл*, №. 32, хуу. 21–30, 2016.