



Research Paper

<https://doi.org/10.5564/pib.v40i1.4009>

PROCEEDINGS OF
PIB
THE INSTITUTE OF BIOLOGY

The importance of plants and fruits for the diet and conservation of forest birds in Mongolia

Galbadrakh MAINJARGAL¹ , Dulamtseren ENKHBILEG² , Battseren MUNKHJARGAL³,
Niidaa BUTENSAIN⁴

¹Laboratory of Ornithology and Entomology, Institute of Biology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

²Laboratory of Mammalian Ecology, Institute of Biology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

³Botanist, Plant Resources Researcher, Ulaanbaatar, Mongolia

⁴Bogdkhan Mountain Strictly Protected Area, Administration Ministry of Environment and Climate Change, Ulaanbaatar, Mongolia

*Corresponding author: mainjargalg@mas.ac.mn <https://orcid.org/0000-0002-8774-0268>

Abstract. The Khangai and Khentii mountainous regions, along with the Selenge River basin in Mongolia, mark the southern border of the Siberian Great Taiga. These areas are known for their biological diversity and the variety of native animals they support. The diversity of forest birds is closely linked to the unique environment and food chain found within forest and taiga ecosystems. Understanding the relationship between forest birds and their ecosystem is crucial for environmental protection and the sustainable development of forests and woodlands. Forest birds feed on resources such as small vertebrates, invertebrates, berries, and seeds, which contributes to an increase in bird species that rely on these food sources. They play a vital role in maintaining the balance of the forest ecosystem and helping to create a diverse biological community. Birds that inhabit the forest are crucial to this ecosystem, as they provide habitat for other animals. Forest-dwelling animals constitute an essential habitat unit and spend most of their life cycles there, fostering many positive relationships, such as using tree trunks for storage and food reserves. The forest and its biodiversity not only create a cohesive system but also highlight the importance of understanding and further researching the habitats of two species of resident forest birds that primarily feed on berries found in the environment. Additionally, the study identified a common range of 11 species of berries and non-timber products, as determined in detail through core and habitat area analysis using MaxEnt modeling. With this study, the habitats of both birds and non-timber products were classified according to the 12 Forest Vegetation Zones of Mongolia, clarifying the relationship between the species. Preliminary results from the habitat overlap analysis and similarity analysis of forest birds, berry hotspots, and the habitats of the 11 common berry and bird species indicate a need for more detailed research. This is essential to clarify ecosystem services, assess the effects of climate change, and plan sustainable development concepts within this sector, as well as basic conservation recommendations for forest protection. Studying the diversity, life types, feeding behaviors, and relationships of birds that play a crucial role in the forest ecosystem is essential for supporting sustainable development in our country. This is particularly important given our nation's unique forest resources and its vulnerability to conservation issues. In particular, it is necessary to investigate the relationship between birds and the balance of the forest-taiga ecosystem, which serves as a significant source of surface water and forest reserves. There is a lack of interdisciplinary participation in this research, which is vital for understanding the distribution of berries and plants that support various bird species in their habitats.

Keywords: forest birds, conservation, distribution, habitat modeling, hotspot, food, diet, seed, berries, forest zone

Received 04 October 2024; received in revised form 19 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

Research on the diets of birds in Mongolia found that 145 out of 414 studied species consume plant seeds, buds, shoots, leaves, and berries[1]. Bird diversity and

foraging resources can vary based on geographic location (such as mountains or plains) and climate (tropical versus temperate regions), which is important for conservation management. These variations also depend on seasonal changes [2]; [3]. Forest birds digest their food quickly,

but they often swallow berries whole, particularly juicy, thick-skinned varieties like Mazzard cherries, black currants, and raspberries. In this process, only the fleshy part of the berry is consumed, while the hard seeds are expelled in the bird's excrement. This mechanism allows hard seeds to be transported to new locations, facilitating their growth in different areas. Hard-shelled berry takes longer to ripen in the stomach than soft-shelled berries. This article highlights the importance of studying the role of forest birds in the protection of forest ecosystems. It presents findings from research conducted on the feeding habits of forest birds in the Turgen and Tur Khurakh areas of Bogdhan Mountain in the Khentii Mountain region, as well as Bukhun Shar Mountain in the Khangai Mountain region.

Seeds from hard-shelled fruits remain in birds' stomachs longer, allowing them to be carried farther than seeds with soft shells. Berry-eating birds include the Black Grouse (*Lyrurus tetrix*), Eurasian Magpie (*Pica pica*), Fieldfare (*Turdus pilaris*), Mistle Thrush (*Turdus viscivorus*), Bohemian Waxwing (*Bombycilla garrulus*), and various Tits (*Parus* spp.). In contrast, dry seeds are primarily dispersed by species such as Woodpeckers (*Picidae*), Spotted Nutcracker (*Nucifraga caryocatactes*), and Eurasian Jay (*Garrulus glandarius*) (Fig. 5). These birds are essential for the growth of Siberian Stone Pine, Poplar, Spruce, Birch, and Willow [4].

Materials and methods

The research was conducted as part of a project commissioned by the Ministry of Education, Culture, and Science, in collaboration with the Mongolian Foundation for Science and Technology. This study followed the methodology "Diversity of Forest Birds and Habitat Changes," approved by the Scientific Council of the Institute of Biology of the Mongolian Academy of Sciences (MAS). We used MaxEnt modeling version 3.4.4 to model species habitats with the default configuration mode set to ClogLog. The output from the modeling was converted into raster files using ArcGIS Desktop 10.6.1, allowing for analyses of habitat areas and overlaps. Distribution data for forest birds were obtained from the fund and specimens database at the Ornithological Laboratory, as well as relevant reports and publications. Additionally, non-timber and berry data points were extracted from the "Atlas of Beneficial Plant Distribution and Resources of Mongolia" (2014) and the "Atlas of Non-Timber Resources" (2011) [5]; [6].

According to ornithologists, there are 11 species of berry-feeding resident and migratory birds within the forested areas. For our modeling, we utilized a total of 670 points of distribution data based on several environmental factors, including BIO-19, solar radiation (for 12 months), evaporation (for 12 months), wind (for 12 months), snow cover (for 12 months), 11 species of non-timber plants,

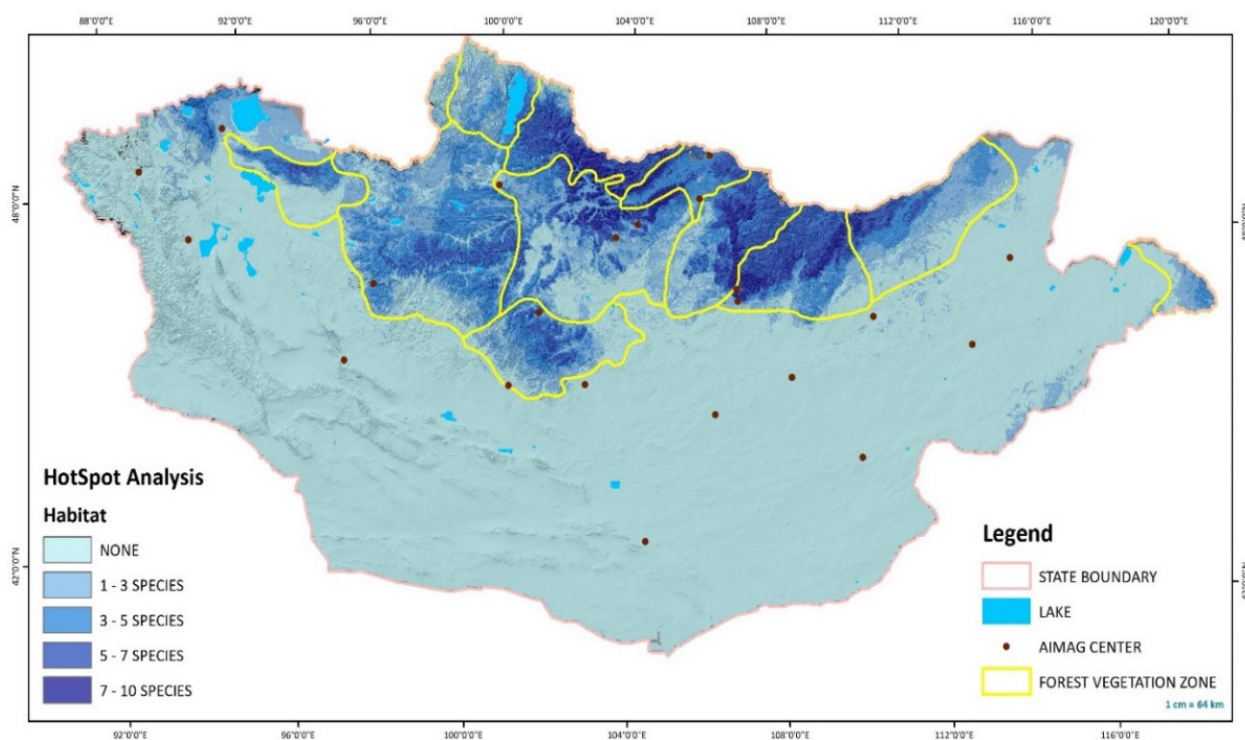


Fig. 1.. Hotspot analysis of 11 common berries (non-timbers) in Mongolia

and 29 other environmental factors, culminating in 110 total layers. An analysis of core habitats for berry-eating birds and 11 berry species of non-timber plants was conducted using SSSP 15.0 and data analysis tools. We selected two species of berry-feeding birds, the Azure Tit (*Cyanistes cyanus*) and the Great Tit (*Parus major*), to analyze their habitats and the distribution of non-timber resources across 12 vegetation zones in the forest. These species were chosen as representatives from the group of 11 berry-eating birds, and we examined the similarities

among the 11 species and identified hotspots. In the modeling of 11 berry species, 20% of the total data points were tested for each species. The model's accuracy, measured by the Area Under the Curve (AUC) of the Receiver Operating Characteristic (ROC), is as follows: Cowberry: AUC=0.957 (Test AUC=0.923; SD=0.007), Sea Buckthorn: AUC=0.985 (Test AUC=0.961; SD=0.016), Divaricate Saposhnikovia: AUC=0.936 (Test AUC=0.855; SD=0.014), Siberian Hawthorn: AUC=0.966 (Test AUC=0.949; SD=0.007), Highest Currant: AUC=0.955

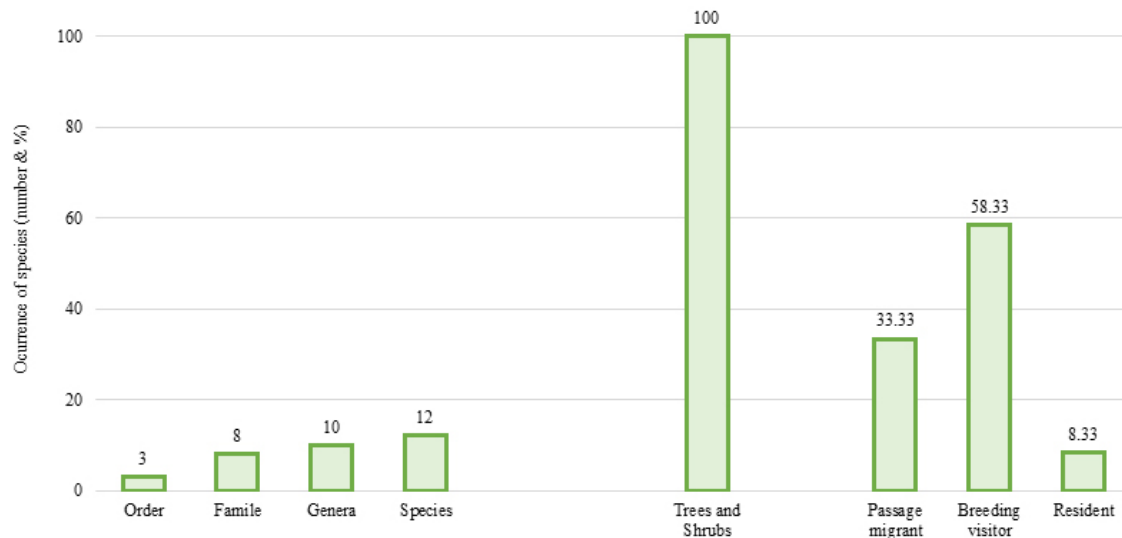


Fig. 2. Habitat types and species composition of Forest birds.

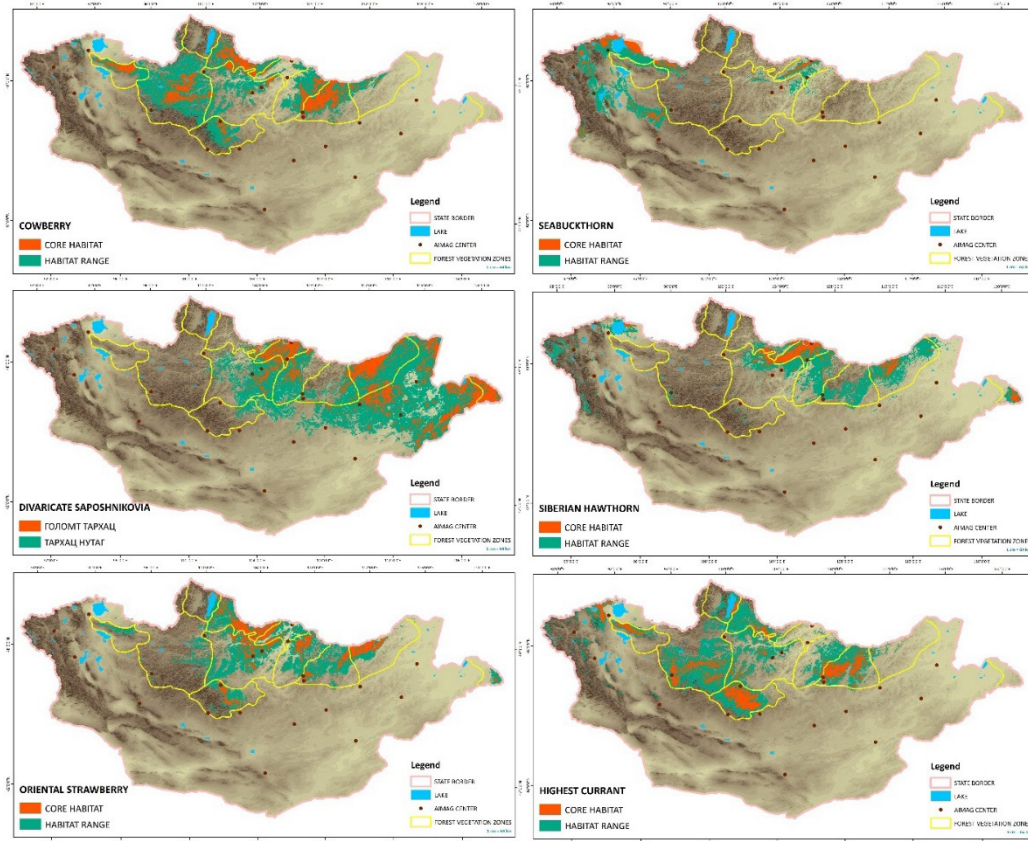


Fig. 3. Habitat modeling of common berries (non-timber) in Mongolia.

(Test AUC=0.921; SD=0.008), Siberian Stone Pine: AUC=0.975 (Test AUC=0.964; SD=0.0004), Mazzard Cherry: AUC=0.962 (Test AUC=0.925; SD=0.015), Bog Bilberry: AUC=0.951 (Test AUC=0.921; SD=0.007), Prickly Rose: AUC=0.925 (Test AUC=0.858; SD=0.020), Black Currant: AUC=0.939 (Test AUC=0.919; SD=0.008). For representative bird species, the Azure Tit showed a mean AUC of 0.889 (SD=0.008), with 0.984 for three replicates (Training AUC=0.984; Test AUC=0.880; SD=0.031). The Great Tit had a mean AUC of 0.923 (SD=0.019, with) for three replicates (Training AUC=0.988; Test AUC=0.880; SD=0.031).

The habitat distribution of berries and harmful moths was utilized as a layer to clarify how it was influenced by modeling and mapping the food and habitat of forest birds. Based on the research needs and the requirements for further analysis, both animal habitats—such as those of various bird species—and non-timber resources developed from the modeling were classified into two types of ranges the core habitats and habitat ranges. Birds migrate to areas with abundant food resources, which are affected by seasonal changes. The timing of berry ripening, seeding, and berrying varies among plant species, and as a result, the activity and movement of birds feeding on these berries likely change. The abundance of berries in our country's forests can help determine bird habitats, as these factors overlap [7];[5];[6]; [8].

To explore the possibility that birds feed on multiple species of berries, we conducted a hotspot analysis of the habitats of 11 berry species (Fig. 1,3,4). This analysis provides essential information for future studies to determine whether bird habitats that rely on seeds and

berries are directly dependent on these berries, as well as to understand which mammal species are associated with areas rich in berries.

Modeling berry habitats is also crucial for making future climate change projections, not only for the distribution of berries but also for birds and their primary food sources. To clarify the relationship between forest bird habitats and the distribution of non-timber resources, we conducted an overlap analysis of the 11 berry species and the birds that feed on them based on the modeling results (Fig. 3,4).

Results

Research indicates that there are 12 species of birds belonging to 10 genera across 8 families and 3 orders that primarily feed on berries. All 12 species inhabit trees and shrubs. Among them, 4 species (33.33%) are categorized as breeding visitors, 7 species (58.33%) are residents, and 1 species (8.33%) is considered a passage migrant (Fig. 2).

According to a habitat modeling study of the Azure Tit (*Cyanistes cyanus*) across the forested areas of Mongolia, the estimated core habitat for the species is 28,008.9 square kilometers, while its overall habitat range is 171,983.62 square kilometers. (see Fig. 6,7). The habitat modeling results indicate that the main contributors to the Azure Tit's habitat are Mazzard Cherry (23%), Divaricate Saposhnikovia (16.5%), Black Currant (7.6%), and Oriental Strawberry (6.3%). Modeling indicates that the area where the Azure Tit and the Mazzard Cherry overlap covers 3,328.14 square kilometers, which is 11.9% of their habitat. The overall habitat range is 97,368.34 square

Table 1. Correlation of Azure Tit Habitat with Eleven Species of Berries (Non-Timber)

	AT	BC	PR	BB	MCH	SSP	HC	OS	RH	DS	SE	CO
AT	1	0.499179	0.815643	0.540942	0.800331	0.267859	0.527942	0.715525	0.576071	0.487584	0.280497	0.615051
BC	0.213901	1	0.771991	0.945631	0.133737	0.629358	0.906799	0.222398	-0.18222	-0.22975	0.35984	0.964975
PR	0.611927	0.359096	1	0.814392	0.649097	0.40172	0.843324	0.635575	0.320254	0.339351	0.299953	0.865871
BB	0.377728	0.815052	0.515066	1	0.167625	0.555689	0.899079	0.262696	-0.1577	-0.15606	0.391213	0.941599
MCH	0.474579	0.076479	0.320781	-0.05364	1	0.077912	0.197714	0.901006	0.836212	0.80513	0.078525	0.271487
SSP	0.268043	0.248749	0.583855	0.23236	-0.0708	1	0.591804	0.28443	-0.18716	-0.31598	-0.20283	0.528161
HC	0.157346	0.466422	0.532336	0.561292	-0.32399	0.402105	1	0.301949	-0.16719	-0.16897	0.246247	0.937984
OS	0.27784	0.253281	0.36443	0.082681	0.859816	0.167633	-0.07566	1	0.568832	0.549095	-0.01517	0.297922
RH	0.128631	-0.28263	0.081382	-0.25276	0.615235	-0.29699	-0.4096	0.353169	1	0.93041	0.107292	-0.03725
DS	0.107688	-0.4695	0.116276	-0.34781	0.521257	-0.27052	-0.44438	0.370045	0.667747	1	-0.04367	-0.068
SE	0.070387	0.306014	0.146744	0.414154	-0.00012	-0.28795	0.13211	-0.1894	0.520207	0.077427	1	0.379238
CO	0.382362	0.786909	0.693979	0.816194	0.017508	0.630139	0.650601	0.199135	-0.30377	-0.34797	0.180092	1

Note: AT – Azure Tit, BC – Black Currant, PR – Prickly Rose, BB – Bog bilberry, MCH – Mazzard cherry Gean, SSP – Siberian Stone Pine, HC – Highest Currant, OS – Oriental Strawberry, RH – Redhaw Hawthorn, DS – Divaricate Saposhnikovia, SE – Seabuckthorn, CO – Cowberry. From the upper left corner of the table, the focus below indicates the Core habitat. From the upper left corner to the right side of the table indicate the Habitat range correlation.

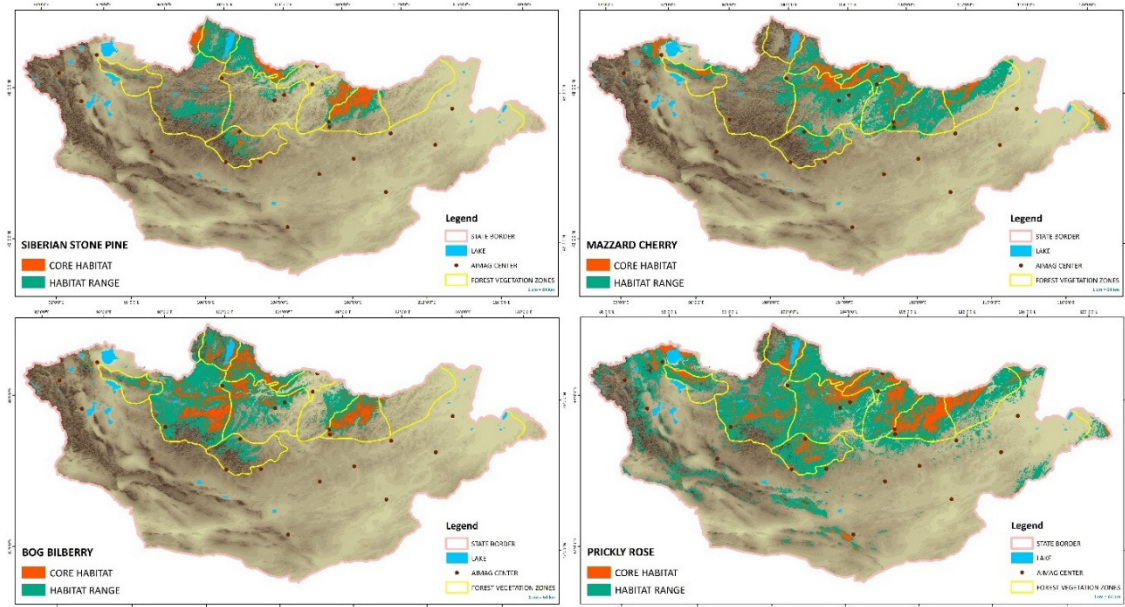


Fig. 4. Habitat modeling of common berries (non-timber) in Mongolia.

kilometers, accounting for 56.6%. Additionally, the core habitat that overlaps with *Divaricate saposhnikovia* spans 4,791.26 square kilometers, representing 17.1% of their habitat, while the total habitat range is 83,193.93 square kilometers, or 48.4%.

The Azure Tit has a core habitat that constitutes 58.8% (15,608.3 sq. km) and a habitat range that makes up 53.6% (90,860.7 sq. km) within the eight Trans-Baikal Forest Vegetation Regions. Additionally, 35.8% (9,493.2 sq. km) of its habitat area is found in the four Khangai Forest Vegetation Regions, which accounts for 37% (62,638.9 sq. km) of the habitat range. This indicates that 94.6% of the Azure Tit's total core habitat and 90.6% of its habitat range are located within forest regions. The species relies heavily on these forested areas for its primary feeding.

A modeling study on widely distributed berries shows following results, including the core habitat of Cowberry is 45,298.3 sq. km, with a habitat range of 187,233.1 sq. km, the core habitat of Seabuckthorn is 13,343.4 sq. km, with a habitat range of 68,390.7 sq. km, the core habitat of *Divaricate Saposhnikovia* is 65,708.9 sq. km, with a habitat range of 317,869.3 sq. km, the core habitat of Redhaw hawthorn is 19,424.7 sq. km, with a habitat range of 107,040.6 sq. km, the core habitat of Oriental strawberry is 32,911.6 sq. km, with a habitat range of 141,291.7 sq. km, the core habitat of Highest currant is 40,154.4 sq. km, with a habitat range of 186,193.5 sq. km, the core habitat of Siberian stone pine is 23,899.7 sq. km, with a habitat range of 95,275.2 sq. km, the core habitat of

Mazzard cherry is 30,690.0 sq. km, with a habitat range of 179,222.4 sq. km, the core habitat of Bog billberry is 46,703.7 sq. km, with a habitat range of 199,583.0 sq. km, the core habitat of Prickly rose is 71,529.8 sq. km, with a habitat range of 403,703.2 sq. km and the core habitat of Black currant is 57,983.1 sq. km, with a habitat range of 151,288.0 sq. km [9]. (Fig. 3,4).

In comparison, the core habitat of the Great Tit (*Parus major*) is estimated at 20,913.9 square kilometers, with its habitat range totaling 133,544.18 square kilometers (see Fig. 9). Mazzard cherry (15.6%), cowberry (14.6%), Siberian hawthorn (13%), *Divaricate saposhnikovia* (11%), and Bog bilberry (3.9%) were significant contributors to modeling the habitat of the Great tit. Among these, Prickly rose, Mazzard cherry, Oriental strawberry, Siberian hawthorn, and *Divaricate saposhnikovia* showed statistical significance. The estimated overlap of the core habitat for the Mazzard cherry and the Great tit is 1,881.59 sq. km, which constitutes 9.0% of their habitat, while the overall habitat range is 72,035.05 sq. km, or 53.9%, indicating a relatively high availability. In comparison, the estimated overlap of the core habitat with Cowberry is 3,931.18 sq. km (15.3%), and the habitat range is 46,967.83 sq. km (35.2%).

According to the forest-vegetation regions, zoning, the Great Tit has a core habitat that constitutes 72.1% (10,775.3 sq. km) and a habitat range that makes up 51.8% (57,675.8 sq. km) within the eight Trans-Baikal Forest Vegetation Regions, while 14.5% (2,163.6 sq. km) of its core habitat and 33.9% (37,729.5 sq. km) of the

habitat range is found in the four Khangai Forest Vegetation Regions. Additionally, the smaller size of the habitat is covered in the Central Asian region. This indicates that 86.6% of the Great Tit's total core habitat and 85.8% of its habitat range are located within forest regions. The study reveals that berries play a significant role in the diet and habitat of birds in forested regions across the country. This suggests a crucial connection between environmental balance, biodiversity, and the conservation of forest ecosystems.

A habitat overlap analysis of the Azure Tit (*Cyanistes cyanus*) and eleven berry species in the Khangai and Khentii forest regions revealed (see Table 1; Fig. 6,7) significant correlations to the core habitat of the Prickly Rose (0.61%, $p=0.034$) and its overall habitat range (0.81%, $p=0.001$) showed notable connections. Additionally, the habitat range of the Mazzard Cherry (0.80%, $p=0.002$), the Oriental Strawberry (0.71%, $p=0.009$), and the Cowberry (0.61%, $p=0.033$) also exhibited significant relationships. Understanding these correlations is crucial not only for the ecology and biology of forest birds but, also for identifying habitat similarities and relationships among berry species. This knowledge can help determine key “indicators” in the environment at the ecosystem level.

A correlation analysis clarifies the relationship between forest birds and the berry species that serve as their food. Remarkably, interesting results emerged regarding the relationships among the eleven berry species (see Table 1). The Blackcurrant showed a strong core habitat connection with the Bog Bilberry (0.81, $\text{sig}=0.001$) and the Cowberry (0.79, $\text{sig}=0.002$). Additionally, its habitat

range had significant correlations with the Prickly Rose (0.77, $\text{sig}=0.003$), Bog Bilberry (0.94, $\text{sig}=0.000$), Siberian Stone Pine (0.62, $\text{sig}=0.028$), Highest Currant (0.90, $\text{sig}=0.000$), and Cowberry (0.96, $\text{sig}=0.000$).

The Prickly Rose core habitat was significantly related to the Bog Bilberry (0.81, $\text{sig}=0.000$), Mazzard Cherry (0.64, $\text{sig}=0.022$), Highest Currant (0.84, $\text{sig}=0.001$), Oriental Strawberry (0.63, $\text{sig}=0.026$), and Cowberry (0.86, $\text{sig}=0.000$). The Bog Bilberry core habitat demonstrated a strong relationship with the Cowberry (0.82, $\text{sig}=0.001$), while its habitat range showed significant connections with Blackcurrant (0.94, $\text{sig}=0.000$), Prickly Rose (0.81, $\text{sig}=0.001$), Highest Currant (0.89, $\text{sig}=0.000$), and Cowberry (0.94, $\text{sig}=0.000$). The Mazzard Cherry core habitat was significantly correlated with the Oriental Strawberry (0.86, $\text{sig}=0.000$) and the Siberian Hawthorn (0.62, $\text{sig}=0.033$). Its habitat range also exhibited strong connections with the Oriental Strawberry (0.90, $\text{sig}=0.000$), Redhaw Hawthorn (0.83, $\text{sig}=0.001$), and Divaricate Saposhnikovia (0.80, $\text{sig}=0.002$).

The Siberian Stone Pine core habitat had a significant relationship with the Cowberry (0.63, $\text{sig}=0.028$). The Oriental Strawberry core habitat was strongly correlated with the Mazzard Cherry (0.90, $\text{sig}=0.000$). Meanwhile, the Siberian Hawthorn core habitat was significantly related to the Divaricate Saposhnikovia (0.67, $\text{sig}=0.018$), and its habitat range to the Mazzard Cherry (0.84, $\text{sig}=0.001$).

The Divaricate Saposhnikovia habitat range was significantly associated with the Mazzard Cherry (0.81, $\text{sig}=0.002$) and the Siberian Hawthorn (0.93, $\text{sig}=0.000$). The Cowberry core habitat displayed relationships with Blackcurrant (0.79, $\text{sig}=0.002$), Prickly Rose (0.69,

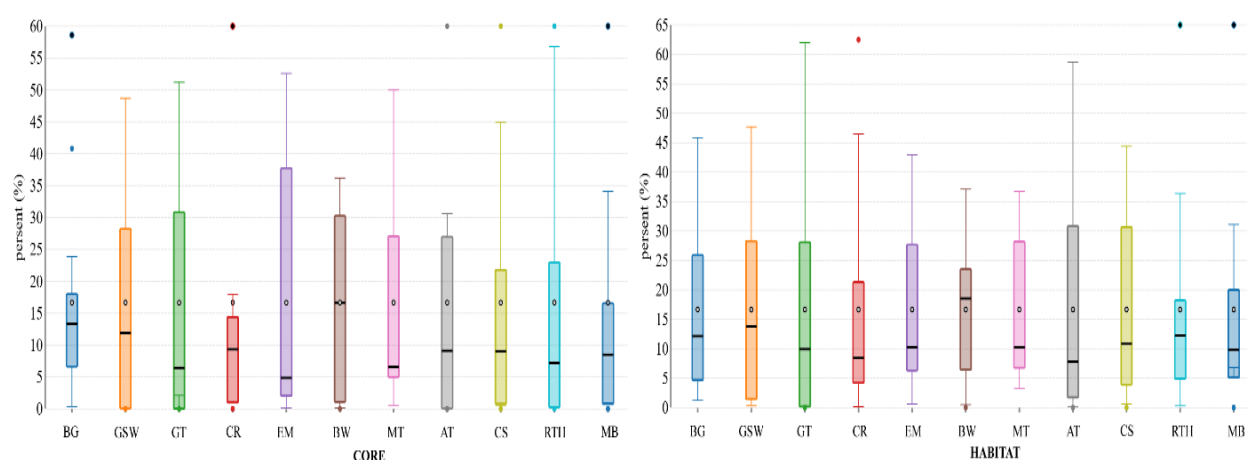


Fig. 5. Core habitat and habitat range size across 12 Forest Vegetation zones. Note: BG–Black Grouse, GSW–Great Spotted Woodpecker, GT–Great Tit, CR–Crossbill genera, EM–Eurasian Magpie, BW–Bohemian Waxwing, MT–Marsh Tit, AT–Azure Tit, CS–Common Starling, RTH–Red throated Thrush, MB–Meadow Bunting

sig=0.012), Bog Bilberry (0.82, sig=0.001), and Siberian Stone Pine (0.63, sig=0.028), while also showing significant habitat range correlations with Blackcurrant (0.95, sig=0.000), Prickly Rose (0.87, sig=0.000), and Siberian Stone Pine (0.94, sig=0.000) (Table 1).

An analysis reveals that the core habitat of the Prickly Rose is associated with the Bog Bilberry, Siberian Stone Pine, and Cowberry (Table 1). Additionally, the habitat range of the Prickly Rose is significantly related to the Bog Bilberry, Mazzard Cherry, Siberian Stone Pine, Highest Currant, Oriental Strawberry, and Cowberry. This suggests that the Azure Tit could be indicated by the associations with these four berry species. Further research is needed to confirm this connection. The Paired-Sample t-test analysis of the overlap and similarity of the habitat areas identified through habitat modeling indicates a need for further detailed studies and more in-depth research to validate the findings. This is particularly true for the core habitats of the Azure Tit and Prickly Rose, where the results showed significant differences (CI95% $t = -3.464$; sig = 0.005), as well as in the habitat ranges of the Azure Tit and Prickly Rose (CI95% $t = -3.820$; sig = 0.003). However, the results for the Bog Bilberry (CI95% $t = -0.721$; sig = 0.486) and Mazzard Cherry (CI95% $t = -0.554$; sig = 0.591) did not show significant differences. In terms of berries, the analysis indicated significant differences between the habitat ranges of Black Currant and Prickly Rose (CI95% $t = -3.700$; sig = 0.003) and between Black Currant and Bog Bilberry (CI95% $t = -1.530$; sig = 0.154). The correlation significance and combination analysis of the core habitats revealed that Black Currant and Bog Bilberry (CI95% $t = 0.829$; sig = 0.424) and Black Currant and Cowberry (CI95% $t =$

1.016; sig = 0.331) showed significant differences.

In the context of habitat ranges, significant results were observed between Prickly Rose and Bog Bilberry (CI95% $t = 2.663$; sig = 0.022), Prickly Rose and Highest Currant (CI95% $t = 3.674$; sig = 0.004), as well as Prickly Rose and Cowberry (CI95% $t = 3.630$; sig = 0.004). These results support the findings from the modeling analysis.

The two species of Tits chosen for this case study represent a group of 11 bird species that primarily feed on berries found throughout the forests of Mongolia. The distribution of these bird species across 12 forest vegetation zones showed no significant differences (Fig. 6,9).

In habitat modeling for the 11 berry-feeding birds, the core habitat range sizes across the 12 forest vegetation zones were as follows: Black Grouse: 16.66 ± 17.37 (SE 5.01, $P = 1$), Great Spotted Woodpecker: 16.67 ± 18.08 (SE 5.22, $P = 0.99$), Great Tit: 16.58 ± 20.34 (SE 5.87, $P = 0.99$), Crossbill species: 16.66 ± 24.26 (SE 7.00, $P = 0.99$), Eurasian Magpie: 16.65 ± 20.38 (SE 5.88, $P = 0.99$), Bohemian Waxwing: 16.67 ± 15.46 (SE 4.46, $P = 0.99$), Marsh Tit: 16.66 ± 18.27 (SE 5.27, $P = 1$), Azure Tit: 16.66 ± 21.03 (SE 6.07, $P = 1$), Common Starling: 16.65 ± 21.29 (SE 6.14, $P = 0.99$), Red-throated Thrush: 16.67 ± 22.46 (SE 6.48, $P = 0.99$), Meadow Bunting: 16.67 ± 25.64 (SE 7.40, $P = 0.99$).

These data illustrate that the core habitat preferences of the selected bird species are relatively consistent across the different vegetation zones. The habitat range sizes for the 12 zones were as follows Black Grouse: 16.66 ± 14.68 (SE 4.23, $P = 1$), Great Spotted Woodpecker: 16.65 ± 16.16 (SE 4.66, $P = 0.99$), Great Tit: 16.66 ± 19.31 (SE 5.57, $P = 0.99$), Crossbill genera: 16.65 ± 19.51

Table 2. Correlation of Great Tit Habitat with Eleven Species of Berries (Non-Timber)

	GT	BC	PR	BB	MCH	SSP	HC	OS	RH	DS	SE	CO
GT	1	0.185478	0.635666	0.186772	0.850766	0.231585	0.348127	0.803768	0.628052	0.52032	0.07528	0.30905
BC	0.143341	1	0.771991	0.945631	0.133737	0.629358	0.906799	0.222398	-0.18222	-0.22975	0.35984	0.964975
PR	0.814031	0.359096	1	0.814392	0.649097	0.40172	0.843324	0.635575	0.320254	0.339351	0.299953	0.865871
BB	0.171463	0.815052	0.515066	1	0.167625	0.555689	0.899079	0.262696	-0.1577	-0.15606	0.391213	0.941599
MCH	0.137488	0.076479	0.320781	-0.05364	1	0.077912	0.197714	0.901006	0.836212	0.80513	0.078525	0.271487
SSP	0.842422	0.248749	0.583855	0.23236	-0.0708	1	0.591804	0.28443	-0.18716	-0.31598	-0.20283	0.528161
HC	0.449852	0.466422	0.532336	0.561292	-0.32399	0.402105	1	0.301949	-0.16719	-0.16897	0.246247	0.937984
OS	0.18059	0.253281	0.36443	0.082681	0.859816	0.167633	-0.07566	1	0.568832	0.549095	-0.01517	0.297922
RH	0.028079	-0.28263	0.081382	-0.25276	0.615235	-0.29699	-0.4096	0.353169	1	0.93041	0.107292	-0.03725
DS	-0.03292	-0.4695	0.116276	-0.34781	0.521257	-0.27052	-0.44438	0.370045	0.667747	1	-0.04367	-0.068
SE	-0.04195	0.306014	0.146744	0.414154	-0.00012	-0.28795	0.13211	-0.1894	0.520207	0.077427	1	0.379238
CO	0.558641	0.786909	0.693979	0.816194	0.017508	0.630139	0.650601	0.199135	-0.30377	-0.34797	0.180092	1

Note: AT – Azure Tit, BC – Black Currant, PR – Prickly Rose, BB – Bog bilberry, MCH – Mazzard cherry Gean, SSP – Siberian Stone Pine, HC – Highest Currant, OS – Oriental Strawberry, RH – Redhaw Hawthorn, DS – Divaricate Saposhnikovia, SE – Seabuckthorn, CO – Cowberry. From the upper left corner of the table, the focus below indicates the Core habitat. From the upper left corner to the right side of the table indicate the Habitat range correlation.

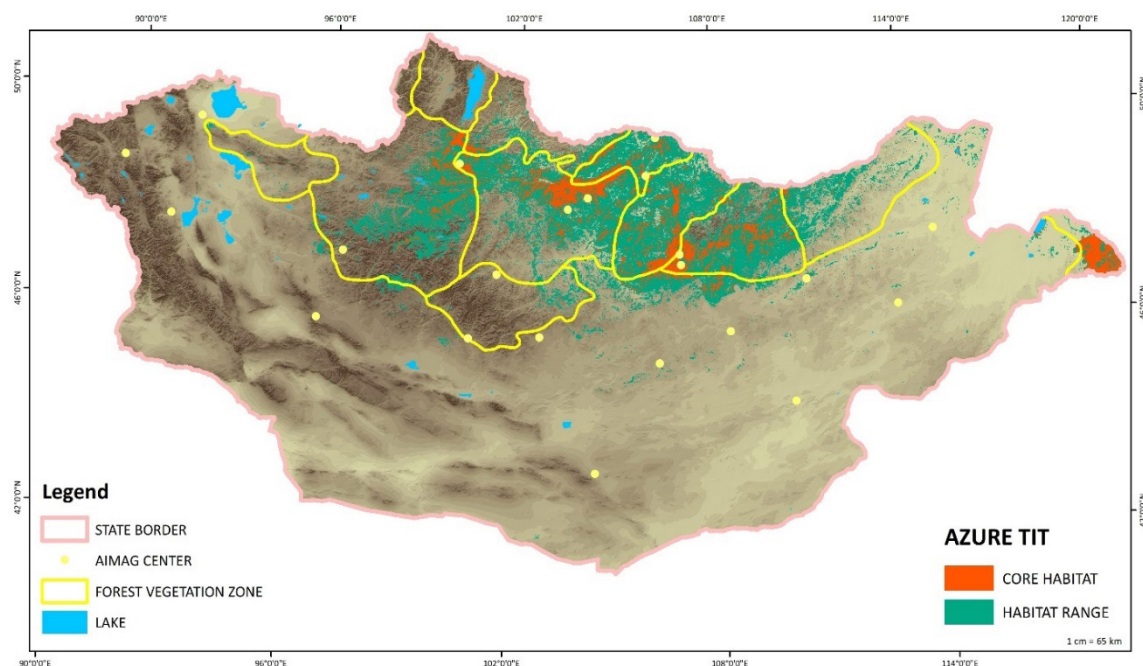


Fig. 6. Habitat modeling of Azure Tit Mongolia.

(SE 5.63, $P = 0.99$), Eurasian Magpie: 16.66 ± 13.61 (SE 3.93, $P = 0.99$), Bohemian Waxwing: 16.66 ± 13.01 (SE 3.75, $P = 0.99$), Marsh Tit: 16.66 ± 12.56 (SE 3.62, $P = 1$), Azure Tit: 16.66 ± 19.06 (SE 5.50, $P = 1$), Common Starling: 16.66 ± 15.70 (SE 4.53, $P = 0.99$), Red-throated Thrush: 16.65 ± 18.14 (SE 5.23, $P = 0.99$) and Meadow Bunting: 16.65 ± 20.87 (SE 6.02, $P = 0.99$).

A habitat overlap analysis of the Great Tit (*Parus major*) and eleven berry species in the Khangai and Khentii forest regions revealed significant correlations to the core habitat of the Prickly Rose (0.81%, $p=0.001$) and Siberian Stone Pine (0.84%, $p=0.001$) notable connections.

Additionally, the habitat range of the Prickly Rose (0.64%, $p=0.026$), the Mazzard Cherry (0.85%, $p=0.000$), the Oriental Strawberry (0.80%, $p=0.002$), and the Siberian hawthorn (0.63%, $p=0.029$) also shows significant relationships (Table 2; Fig. 9).

A correlation analysis clarifies the relationship between berry species as the Blackcurrant showed a core habitat connection with the Bog Bilberry (0.82, $\text{sig}=0.001$) and the Cowberry (0.78, $\text{sig}=0.001$). Additionally, its habitat range had significant correlations with the Prickly Rose (0.77, $\text{sig}=0.003$), Bog Bilberry (0.95, $\text{sig}=0.000$), Siberian Stone Pine (0.63, $\text{sig}=0.001$), Highest Currant

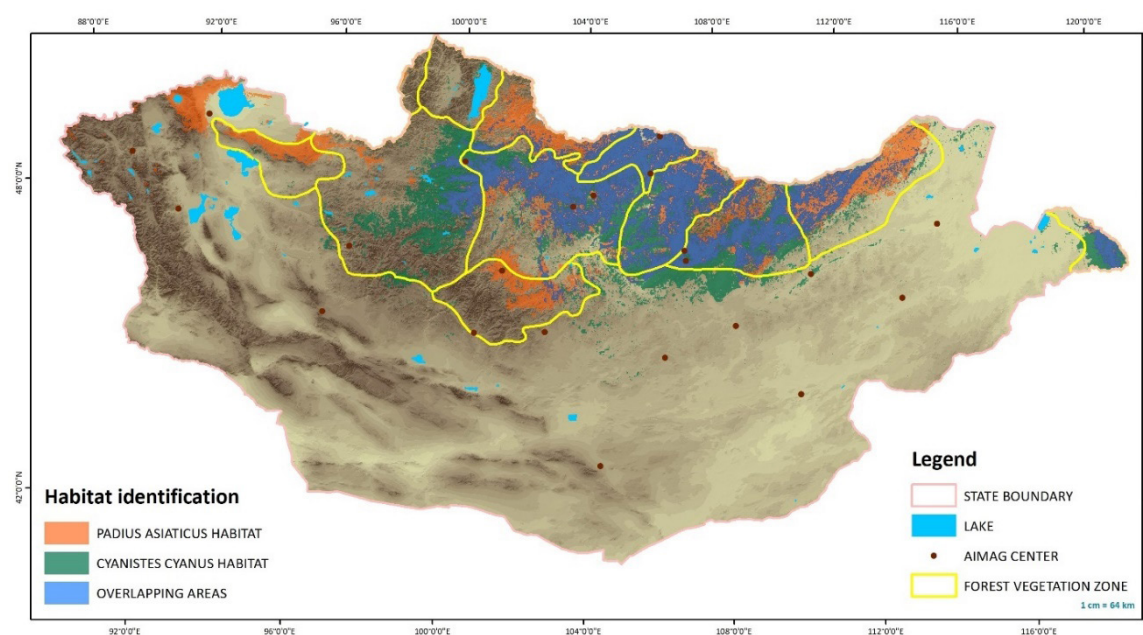


Fig. 7. Habitat range overlaps of Azure Tit and Mazzard Cherry.

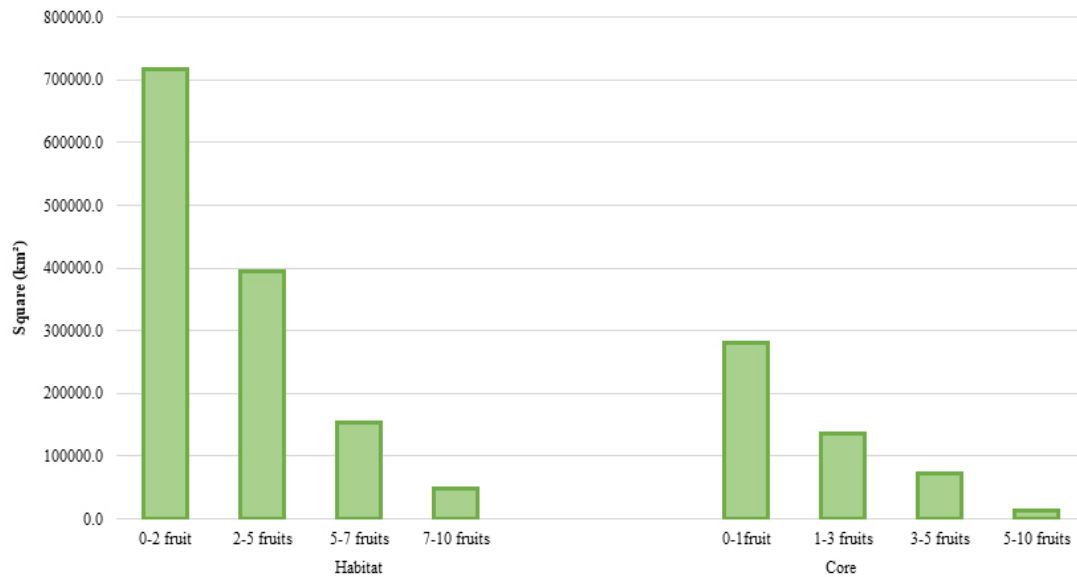


Fig. 8. Analysis of Habitat Hotspots for 11 species of non-timber berries

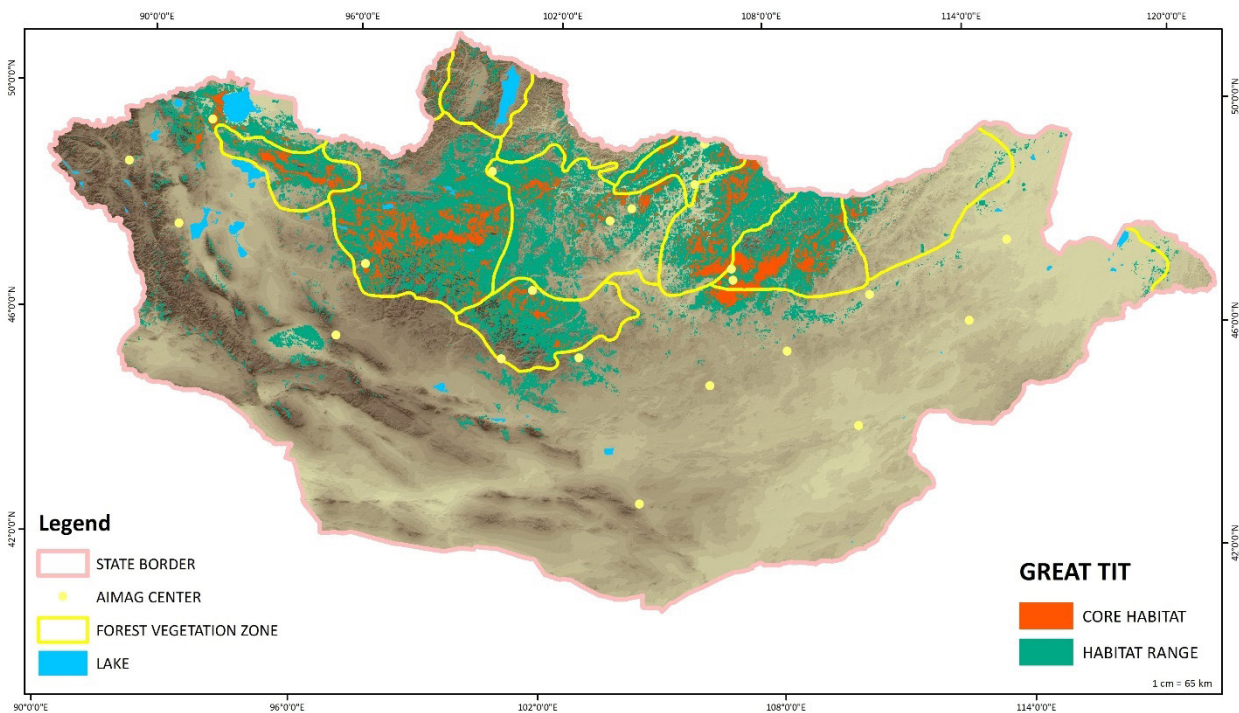


Fig. 9. Habitat modeling of Great Tit Mongolia.

(0.91, sig=0.001), and Cowberry (0.97, sig=0.000).

The Prickly Rose core habitat was significantly related to the Cowberry (0.69, sig=0.010), and its habitat range correlates with Bog Bilberry (0.81, sig=0.001), Highest Currant (0.84, sig=0.001), and Cowberry (0.86, sig=0.000). The Bog Bilberry core habitat has a relationship with the Cowberry (0.81, sig=0.001), while its habitat range showed significant connections with Blackcurrant (0.90, sig=0.000), Cowberry (0.81, sig=0.001).

The Mazzard Cherry core habitat was significantly correlated with the Oriental Strawberry (0.85, sig=0.000)

and the Siberian Hawthorn (0.61, sig=0.033). Its habitat range also exhibited strong connections with the Oriental Strawberry (0.90, sig=0.000), Siberian Hawthorn (0.84, sig=0.001), and Divaricate Saposhnikovia (0.81, sig=0.002).

The Siberian Stone Pine core habitat is significant with the Cowberry (0.63, sig=0.028). The Highest Currant core habitat was correlated with the Cowberry (0.65, sig=0.022), and its habitat range correlates with the Cowberry (0.94, sig=0.000). Siberian Hawthorn core habitat was related to the Divaricate Saposhnikovia (0.67, sig=0.018), and its habitat range to the Divaricate

Saposhnikovia (0.93, sig=0.000) (Table 2).

The analysis indicates that the core habitat for the Great Tit is associated with Prickly Rose and Siberian Stone Pine. Additionally, the Prickly Rose core habitat is linked to both Siberian Stone Pine and Cowberry. The habitat range for the Great Tit correlates with Prickly Rose, Mazzard Cherry, Oriental Strawberry, and Siberian Hawthorn. Furthermore, Prickly Rose is associated with Bog Bilberry, Highest Currant, Cowberry, Mazzard Cherry, Oriental Strawberry, Siberian Hawthorn, and Divaricate Saposhnikovia (Table 2). This suggests that the presence of these related non-timber species may serve as indicators for the Great Tit.

The Paired-Sample t-test analysis of the overlap and similarity of the habitat areas identified through habitat modeling indicates that combinations need to be checked further as well, including the Great Tit and Prickly Rose core habitat is significant differences (CI95% $t = -5.177$; sig = 0.000), and Siberian Stone Pine (CI95% $t = 1.737$; sig = 0.110).

In the habitat ranges of the Azure Tit and Prickly Rose (CI95% $t = -3.900$; sig = 0.002), Siberian Stone Pine (CI95% $t = -0.004$; sig = 0.997), and Oriental Strawberry (CI95% $t = -2.043$; sig = 0.066) was significant differences. Also Black Currant and Bog Bilberry (CI95% $t = -1.530$; sig = 0.154), Oriental Strawberry (CI95% $t = -1.205$; sig = 0.254) and Bog Cowberry (CI95% $t = -2.101$; sig = 0.90). While Combination analysis of the Black Currant and Mazzard Cherry (CI95% $t = -0.537$; sig = 0.602) and Siberian Hawthorn and Divaricate Saposhnikovia (CI95% $t = -2.072$; sig = 0.068) showed significant differences. Further detailed studies need to be conducted on the overlapping cores and habitats of the birds.

There is a core habitat correlation between the Great Tit and Black Currant, as well as between Black Currant and Bog Bilberry, Bog Bilberry and Oriental Strawberry, and Bog Bilberry and Cowberry. Additionally, within the habitat range of the Great Tit and Black Currant, we see correlations between Prickly Rose and Bog Bilberry, Prickly Rose, and Highest Currant, and between Bog Bilberry and both Highest Currant and Oriental Strawberry. Furthermore, there are correlations between Mazzard Cherry and Oriental Strawberry, and between Siberian Hawthorn and Divaricate Saposhnikovia, all of which have been statistically proven.

According to the Hotspot analysis of the berries, the habitat range area of overlapped 0-2 species is 715,958.4

sq. km, 2-5 species is 395,444.4 sq. km, 5-7 species is 153,983.8 sq. km, and 7-10 species is 47,821.3 sq. km. However, in the core habitat, the area overlapped by 0-1 species is 280,925.0 sq. km, 1-3 species is 136,875.5 sq. km, 3-5 species is 72,268.4 sq. km, and 5-10 species is 12,735.4 sq. km, respectively (Fig. 1,8). The analysis indicates that the distribution of berry species in the forest areas of Mongolia and their overlapping locations may impact the birds' habitats (Fig. 7,8). Therefore, a scientific basis exists for further detailed research on the interrelationship between these factors.

Discussion

Data on the contribution of berries (non-timber) to birds' diets is limited, both nationally and internationally. Research on this topic is scarce, which makes it difficult to compare and verify existing information.

Preliminary results from recent studies highlight the urgent need to explore and clarify the relationship between non-timber forest products and the birds that rely on them. Additionally, it is important to understand their role in the environment and ecosystem and their positive and negative effects on ecosystem services (Fig. 8). This initial survey suggests that these birds indicate the stability of forest richness, biodiversity, ecosystems, and ecosystem services.

Bird migration refers to the regular movement of birds between distinct breeding and wintering areas that are geographically isolated [10]. This migration typically occurs annually and is closely linked to seasonal changes, especially among long-distance migratory birds [11]. While some resident birds may migrate in certain years based on food availability and weather conditions, they may choose to stay in one place during other years [10]. Migratory birds are known for accumulating fat reserves, which provide energy for long flights. For instance, during migratory flights, small birds utilize approximately 85-95% of their stored fat and 5-15% of their protein as energy sources [11].

During migrations and transitions, birds play a vital role in providing essential ecological services that support natural ecosystem activities. They contribute to seed dispersal and help transport plants and berries [12]. Frugivorous birds, in particular, are crucial as they disperse tree seeds [13] and significantly aid in reforestation while connecting habitat patches in heavily deforested areas [14]; [15]. The ability to disperse seeds over long distances is particularly beneficial for plants, as seeds that can travel far from the parent plant have a better chance

of competing with other species and finding new suitable environments [16]. Consequently, frugivorous birds provide vital ecosystem services that help maintain forest structure and diversity, especially in tropical regions where up to 90% of tree species are dispersed by animals [17].

Berries are a crucial resource for birds, and their diversity significantly influences bird diversity [18]. The low nitrogen and protein content in berries may account for the limited number of bird species that feed exclusively on berries [19]. For temperate berry-feeding bird species, berries provide a vital source of fat storage and absorption necessary for successful migration [20]. Birds may enhance their diet by incorporating additional protein sources, such as insects and various parts of plants [21]; [22]. Herbivorous bird species commonly consume grains and berries. Most of the calories that birds acquire come from the starch found in seeds. Over 1,000 bird species supplement their diet with seed granules [23]. After feeding on seeds and berries, birds help disperse these seeds by pelleting, vomiting, and excreting them from their bodies [24].

Nutcracker magpies (*Nucifraga caryocatactes*) primarily feed on seeds (nuts) of pine trees. These birds can collect up to 80 nuts at a time, storing them in a pouch located under their tongues. They dig into the trunks of trees and hide the nuts under moss. Research by N. F. Reimes revealed that between 75,000 and 250,000 nuts could be stored and buried in just 1 hectare of the East Siberian Taiga [25].

While these stored nuts are crucial for feeding their hatchlings, they also serve as a food source for small forest rodents such as squirrels and chipmunks. Additionally, 5 to 15 high-quality pine nuts can germinate and grow into new trees from the reserves that remain undiscovered and uneaten [4]. In this way, Nutcracker magpies play a vital role in creating new pine forests in areas where they were previously absent.

The preliminary results of the Hotspot analysis concerning the main factors influencing the habitat selection of seed and berry-feeding birds prove this [1]. A detailed study of forest birds across Mongolia's forests and forested regions demonstrates this connection. By focusing on the southern edge of the world's taiga, we can scientifically enhance forest protection efforts in the country. Furthermore, interdisciplinary policies will be strengthened, contributing to the conservation of bird habitats, promoting biodiversity, and supporting sustainable de-

velopment. This approach will help utilize the scientifically based benefits of community participation in conservation efforts.

Conclusion

1. In the forests of Mongolia, 11 species of birds that feed on seeds are relatively evenly distributed across 12 forest zones.
2. Ninety-four-point six percent (94.6%) of the total core habitat and ninety-point six percent (90.6%) of the habitat area for the Azure Tit are located within the Trans-Baikal and Khangai Mountains Zone. Twelve percent (12%) of the core habitat overlaps with Mazzard cherry, while seventeen percent (17%) overlaps with Divaricate saposhnikovia. Additionally, fifty-seven percent (57%) of the overall habitat range includes Mazzard cherry, and forty-eight percent (48%) includes Divaricate saposhnikovia.
3. A total of 87% of the core habitat and 86% of the habitat for the Great Tit can be found in the Trans-Baikal Zone and the Khangai Mountains Zone. Within this area, 9% of the Great Tit's core habitat overlaps with Mazzard cherry trees, while 15% overlaps with Cowberry plants. Additionally, 54% of the Great Tit's habitat range overlaps with Mazzard cherry and 35% with Cowberry, respectively.
4. The predicted distributions of the two selected species overlap significantly with the distribution of non-timber resources, indicating a need for further detailed study of their relationship with food sources.
5. In the forest-taiga region of our country, the presence of these birds, along with their feeding habits and habitats, emphasizes the importance of berries and seeds. This relationship indicates that the balance of the environment, biodiversity, and the conservation of forest ecosystems are crucial determinants for maintaining ecological stability.

Acknowledgment

The research was conducted under the basic research project of the Ministry of Education, Culture, and Science, and supported and financed by the Mongolian Foundation for Science and Technology.

References

- [1] A. Bold. Ecological and geographical bases for the Conservation and Rational use of the Avifauna of the Mongolian People's Republic. Dissertation of Doctor of Biological Science, Moscow, 1989.
- [2] Girma, Z., Mamo, Y., Mengesha, G., Verma, A.,

- and Asfaw, T. Seasonal Abundance and Habitat Use of Bird Species in and around WondoGenet Forest, South-Central Ethiopia. *Ecol. Evol.* 2017. 7. 3397–3405. vol. *Evol.* 7, pp. 3397-3405. 2017.<https://doi.org/10.1002/ece3.2926>
- [3] Katuwal, H.B., Basnet, K., Khanal, B., Devkota, S., Rai, S.K., Gajurel, J.P., Scheidegger, C. and Nobis, M.P. Seasonal Changes in Bird Species and Feeding Guilds along Elevational Gradients of the Central Himalayas, Nepal. *PLoS ONE*, vol. e0158362., no. 11, 2016.<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158362>
- [4] Bold A. About of forest birds. Proceedings of the works of Academician A. Bold. 2 (1996-2007) vols. Ulaanbaatar, Mongolia.
- [5] Atlas of Forest Non-Timber Products (range, resource, assessment). Dugarjav Ch, Ed.in Chief. 2011.
- [6] *Atlas of Beneficial Plant Distribution and Resources.*, Dugarjav Ch, Ed.in Chief. Ulaanbaatar. Bembi Fund. 2014.
- [7] Tserenbaljid G, Colorful Album of Extremely Rare, Rare, and Exceptional Beneficial Plant Seeds. Ulaanbaatar. Bembi Fund. 2013.
- [8] Dorjsuren Ch., Ch. Dugarjav, G.Tsedendash, J. Tushigmaa, and & M.Tungalag. *Forest Zones and Typology in Mongolia*. Ulaanbaatar, Mongolia, 2020.
- [9] Mainjargal G., D.Enkhbileg and B.Munkhjargal. Significance of seeds and berries in the diet of forest birds in Mongolia and their contribution to conservation. in *Proceedings of the International Conference on Plant Science.*, Ulaanbaatar, Mongolia, 2024, pp. 89-91.
- [10] Newton, Ian., Can Conditions Experienced During Migration Limit the Population Levels of Birds? *J Ornithol*, vol. 147, pp. 46-166. 2006.<https://doi.org/10.1007/s10336-006-0058-4>
- [11] Shackelford, and Clifford Eugene. Migration and the Migratory Birds of Texas: Who they are and Where they are going. *TPWD*, 1999.
- [12] C. Sekercioglu. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends Ecol. Evol.* vol. 21, no. 8, pp. 464–471, Aug. 2006, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>
- [13] Levey, D. J., Silva, W. R., and & Galetti, M. Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation. *CABI.*, 2002.
- [14] Caves, E. M., Jennings, S. B., HilleRisLambers, J., Tewksbury, J. J., and & Rogers, H. S. The natural experiment demonstrates that bird loss leads to cessation of dispersal of native seeds from intact to degraded forests. vol. *PLoS One*, 8(5), e65618., 2013, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065618>
- [15] Mueller, T., Lenz, J., Caprano, T., Fiedler, W., and & Böhning-Gaese, K. Large frugivorous birds facilitate functional connectivity of fragmented landscapes. *J. Appl. Ecol.*, vol. 51, no. (3), pp. 684-692., 2014, <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12247>
- [16] J. Terborgh, “Enemies Maintain Hyperdiverse Tropical Forests. *Am. Nat.*, vol. 179, no. 3, pp. 303–314, Mar. 2012, <https://doi.org/10.1086/664183>
- [17] Howe, H. F., and & Smallwood, J. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics.* vol. 13(1), pp. 201–228, 1982. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>
- [18] Kissling, W. D., C. Rahbek, and and K. Böhning-Gaese. Food plant diversity as broad-scale determinant of avian frugivore richness, Proceedings of the Royal Society B. *Biol. Sci.*, vol. 274, no 1611, pp. 799-808. 2007.<https://doi.org/10.1098/rspb.2006.0311>
- [19] Snow, D. W., “Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey, *Biotropica.* vol. 13, pp. 1–14, 1981.<https://doi.org/10.2307/2387865>
- [20] Bairlein, F. The study of bird migrations – some future perspectives: Capsule routes and destinations have been unveiled but modern techniques offer the chance to explore much more, *Bird Study.* vol. 50. no. 3, pp. 243-253. 2003.<https://doi.org/10.1080/00063650309461317>
- [21] Karasov, W. H. Digestion in birds: chemical and physiological determinants and ecological implications, *Studies in Avian Biology.* vol. 13, no 39, p. L–4, 1990.
- [22] López-Calleja, M. V. and F. Bozinovic. Feeding behavior and assimilation efficiency of the Rufoustailed Plantcutter: a small avian herbivore, *Condor.* vol. 101, pp. 705-710., 1999.<https://doi.org/10.2307/1370206>
- [23] Şekerciöğlu, Ç. H., G. C. Daily, and P. R. Ehrlich. Ecosystem consequences of bird declines, *Proc Natl Acad Sci USA.* vol. 101, no. no 52, pp. 18042–7, 2004.<https://doi.org/10.1073/pnas.0408049101>
- [24] Jose M Costa, Jaime A. Ramos, Luís P. da Silba, Sérgio Timoteo, Pedro M. Araújo, Marcial S. Felgueiras, António Rosa, Cláudia Matos, Paulo Encarnação, Paulo Q. Tenreiro and Ruben H. Heleno. Endozoochory largely outweighs epizoochory in migrating passerines, *Journal of Avian Biology. J. Avian Biol.*, vol. 44, no. 001-006. 2013. <https://nso-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1600-048X.2013.00271.x>
- [25] Reimes N.F., Birds and mammals of the southern taiga of Central Siberia. M-L. Science, 1966.



Эрдэм шинжилгээний бүтээл

<https://doi.org/10.5564/pib.v40i1.4009>

PROCEEDINGS OF
PIB
THE INSTITUTE OF BIOLOGY

Монгол орны ойн шувуудын хамгаалалд ургамал, жимсний холбогдол

Галбадрах МАЙНЖАРГАЛ^{1*}, Дуламцэрэн Энхбилэг²,
Батцэрэн Мөнхжаргал³, Нийдаа Бүтэнсайн⁴

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, Шинжлэх ухааны академи, Биологийн хүрээлэн, Шувуу, шавьж судлалын лаборатори

²Монгол Улс, Улаанбаатар, Шинжлэх ухааны академи, Биологийн хүрээлэн, Хөхтний экологийн лаборатори

³Монгол Улс, Улаанбаатар, Ботаник, Ургамлын нөөцийн судлаач

⁴Монгол Улс, Улаанбаатар, Байгаль орчин уур амьсгалын өөрчлөлтийн яам,
Богдхан уулын Дархан цаазат газрын хамгаалалтын захиргаа

*Холбоо барих зохиогч: mainjargalg@mas.ac.mn <https://orcid.org/0000-0002-8774-0268>

Хураангуй. Монгол орны Хангай, Хэнтийн уулархаг нутаг, Сэлэнгэ мөрний сав дагуух модлог ургамалтай амьдрах орчин бол Сибирийн их тайга төдийгүй тэндхийн биологийн олон янз байдал, унаган амьтдын тархцын урд хязгаар болно. Ялангуяа, ойн шувуудын олон янз байдал ой, тайгын экосистемийн өвөрмөц орчин бүрэлдэхүүн тэжээлийн хэлхээнээс ихээхэн хамаардаг. Ойн шувуудын орчин тогтолцоо хоорондын холбоо хамаарал нь ой, ойт хээрийн хүрээлэн буй орчны хамгаалал, тогтвортой хөгжлийн чухал арга хэрэгслийн нэг бүрэлдэхүүн болохыг тодруулсан. Ойн шувуудын тэжээлд өртдөг сээр нуруутан ба сээр нуруугүйтэн, жимс, жимсгэнэ, ургамлын үрийн олон янзын нөөцийг дагаад тэдгээрээр хооллодог олон зүйл шувуудын тоо элбэгшиж, тухайн ойн экосистемийн тэнцвэрт байдлын үндсэн зохицуулгад тодорхой үүрэг гүйцэтгэж, хам бүрдлийг бий болгоход чухал оролцоотой. Ойд амьдардаг шувууд тухайн экосистемд бусад амьтдын амьдрах орчныг бэлтгэж өгдгөөрөө ихээхэн холбогдолтой. Ойд суурин амьдардаг амьтад модны хонгилуудыг тэжээлээ нөөцлөн хадгалах агуулах, нөөцлүүр болгодог зэрэг дам шууд олон эерэг холбогдлоороо ойн бүрэлдэхүүний чухал нэгж болж, өөрийн амьдралын дийлэнх хугацааг энд орогнон өнгөрүүлдэг онцлогтой. Биологийн олон янз байдлын бүрэлдэхүүн хэсэг болсон ойн экосистемийн нэгдмэл тогтолцоонд шувууд онцгой үүрэг гүйцэтгэдэг учраас энэ талаарх судалгаа шинжилгээг идэвхжүүлэх зорилгоор ойд тархсан жимсээр голлон хооллодог 2 зүйл шувууны төлөөллийн амьдрах орчин ба 11 зүйл жимсний тархалтыг МахЕнт загварчлалаар нарийвчлан тогтоож, ойн ургамалжлын 12 мужлалаар ялган ангилж, хоорондын холбоо, хамаарлыг тодруулав. Амьдрах орчны давхцалын шинжилгээ ба төсөөт байдлыг шувуу, жимсний голомт, тархац нутгийг түгээмэл тархалттай 11 зүйл жимс ба 2 зүйлийн шувуугаар төлөөлж шинжилсэн урьдчилсан үр дүн манайд өмнө нь хийгдээгүй судалгааны нэг болсон. Цаашид ийм чиглэлийн судалгааг нарийвчлан сайжруулснаар экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийг тодруулах, уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөг тодорхойлох, биологийн олон янз байдлын төлөвийг тодорхойлогч зүйлээр тогтоох, тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлалд шаардлагатай зөвлөмжийн үндэслэлийг боловсруулах боломжтойг харуулж байна. Ялангуяа, салбар дундын оролцоо зохицуулга хомс, цэвдэг, гадаргын усны нөөцийн гол эх үүсвэр болсон ойн санд, ой тайгын экосистемийн тэнцвэрт байдалд шувуудын оролцоо хамаарлыг тухайн зүйлийн амьдрах орчныг идэш тэжээлд нь оролцдог тархсан байршлын жимс, ургамлын тархалттай холбогдуулан судлах зайлшгүй шаардлагатай.

Түлхүүр үгс: ойн шувууд, хамгаалал, тархац, давхцал, амьдрах орчин, төсөөт байдал, идэш тэжээл, жимс, ойн мужлал

Хүлээн авсан 2024.10.04; хянан тохиолдуулсан 2024.12.19; зөвшөөрсөн 2024.12.30

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

Оршил

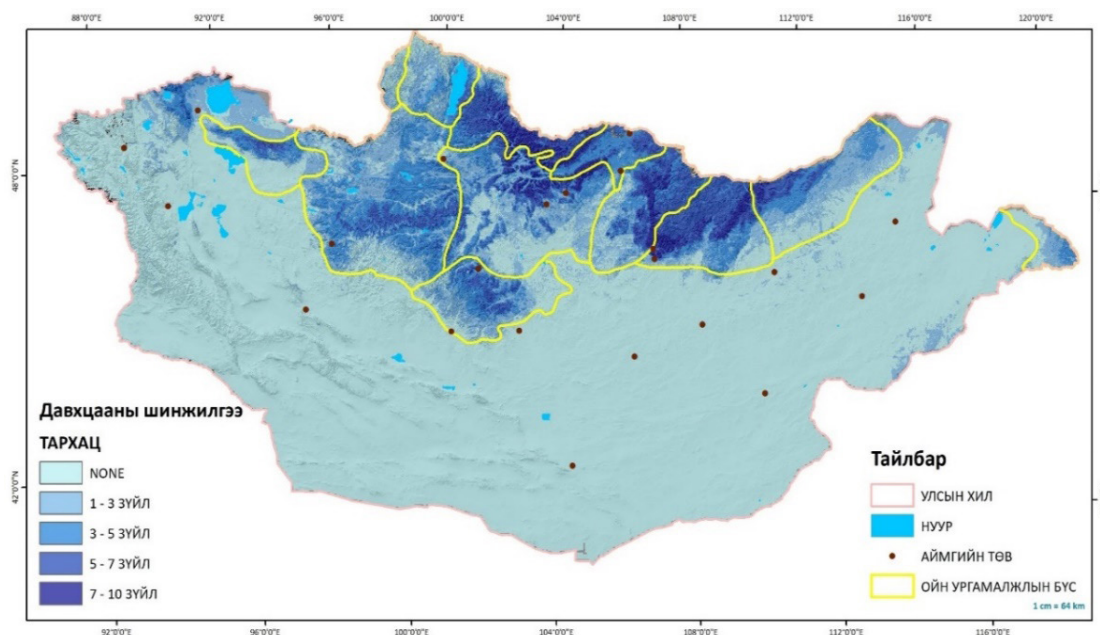
Монгол орны шувуудын идэш тэжээлийн судалгаанаас үзвэл нийт 414 зүйлээс 145 нь ургамлын үр, нахиа, найлзуур, навч, жимсгэнээр идшилдгийг [1] тогтоожээ. Шувуудын олон янз байдлын идэш тэжээлийн эх үүсвэрүүд (жишээ нь, ижил төстэй байдлаар нөөцийг ашигладаг зүйлүүд) ялгаатай байх нь хамгааллын менежментийн хувьд газарзүйн байршил (жишээ нь, уулс, тэгш тал г.м), уур амьсгал (жишээ нь, халуун орны болон сэрүүн бүс нутаг), улирлын өөрчлөлтөөс хамаардаг [2], [3]. Ойн шувуудын идэш тэжээл хурдан боловсрох ч нохойн хошуу, ялангуяа монос, үхрийн нүд, алирс, бөөрөлзгөнө зэрэг шүүслэг зузаан, зөөлөн бүрхүүлтэй жимс бүтнээр залгигдаж зөвхөн махлаг хэсэг нь боловсорч, хатуу үр нь сангасны хамт гадагшилдаг тул нэг газраас нөгөөд зөөвөрлөгдөж шинэ газар, нутагт тархан ургах нөхцөлийг бүрдүүлнэ. Хатуу бүрхүүлтэй жимсний үр шувууны ходоодонд удаан боловсордог зөөлөн бүрхүүлтэйгээсээ хол газар тээгдэнэ. Энэ судалгааны өгүүлэлд Хангайн бүс нутгийг төлөөлж Бөхөн шарын нуруу болон Хэнтийн бүс нутаг Богдхан уулын Түргэн болон Төр хурахын амны ойн шувуудын идэш тэжээлийн судалгааны зарим үр дүн болон бусад мэдээллийн эх сурвалжийг ашиглан ойн шувуудын хамгаалалд тэдний идэш тэжээлийн холбогдол, хамаарлыг судлах ач холбогдлыг дэвшүүлэв. Хатуу бүрхүүлтэй жимсний үр шувууны ходоодонд удаан боловсордог учир зөөлөн бүрхүүлтэйгээс хол газар тээгдэнэ. Жимс жимсгэнийн үр тээдэг шувуудаас Хар хур (*Lyrurus*

tetrix), Алаг шаазгай (*Pica pica*), Дуулгат хөөндэй (*Turdus pilaris*), Бужмаг хөөндэй (*Turdus viscivorus*), Шивэр энхэтбялзуухай (*Bombycilla garrulus*), Хөхбух (*Parus spp.*) төрлийн шувууд орно. Харин ургамлын хуурай үр иддэг Тоншуулын овгийн (Picidae) зүйлүүд болон Самарч шаазгай (*Nucifraga caryocatactes*), Ятга шаазгай (*Garrulus glandarius*) зэрэг шувууд (5-р зураг) хуш, улиангар, гацуур, хус, улиас, бургасны үрийг тарааж, ургахад ач тустай шувууд юм [4].

Судалгааны материал, арга зүй

ШУА-н Биологийн хүрээлэнгийн Эрдмийн зөвлөлөөр баталсан “Ойн шувуудын олон янз байдал, амьдрах орчны өөрчлөлт” арга зүйн дагуу БШУЯ, ШУТСангийн захиалгат ажлын хүрээнд судалгааг гүйцэтгэв. Судалгаанд зүйлийн амьдрах орчныг загварчилдаг MaxEnt 3.4.4 хувилбарыг үндсэн тохиргооны горимоор ашигласан. Загварчлалаас гарсан бүтээгдэхүүнийг ArcGIS Desktop 10.6.1 ашиглаж растер файлуудыг хувиргаж талбайн хэмжээ болон давхцааны шинжилгээний гүйцэтгэсэн.

Шувууны тархалтын мэдээллүүдийг ШУА-ийн Биологийн хүрээлэнгийн шувуу судлалын цуглуулгын сан болон бидний 2022-2024 оны судалгаагаар цуглуулсан мэдээллийн сан, холбогдох тайлан, хэвлэлийн бүтээлүүдээс, жимс жимсгэнийн мэдээг “Монгол орны ашигт ургамлын тархац-нөөцийн атлас” (2014) ба Ойн зарим дагалт баялгийн атлас (2011) эх сурвалж болгон ашигласан [5],[6]. Шувуу судлаачдын мэдээнээс манай орны ойд суурин болон нүүдлээр тархсан 11 зүйлийн жимс, жимсгэнээр голлон



1-р зураг. Монгол орны түгээмэл тархалттай 11 зүйл жимсний тархалтын давхцалын шинжилгээ

хооллодог шувуудын нийт 670 орчим тархалтын цэгэн мэдээг ашиглан уур амьсгалын BIO-19, нарны цацраг, ууршилт, салхи, цас болон бусад хүрээлэн буй орчны 29, түгээмэл тархалттай 11 зүйл жимс зэрэг нийт 110 шүүлтүүр дээр үндэслэн амьдрах орчныг MaxEnt 3.4.4 загварчлалаар нарийвчлан зураглав. Жимс иддэг шувууд болон жимсний 11 зүйлүүдийн голомт ба тархац нутгийн шинжилгээнд SSSP 15.0 болон Data Analysis программ ашиглав. Жимсээр хооллодог 11 зүйлийн шувуудаас төлөөлөл болгож Номин хөхбүх (*Cyanistes cyanus*) болон Их хөхбүх (*Parus major*)-ыг сонгож 11 зүйл жимсний тархалтын загвартай давхцуулан төсөөтэй, хамааралтай байдлыг шалгасан. Жимсний 11 зүйлийн загварчлалд тус бүрд нийт цэгийн 20% шалгалтад авсан бөгөөд нийцэл болон шинж чанарын гүйцэтгэлийн (AUC) хувьд аньс 0.957 (test AUC=0.923; SD 0.007), чацаргана 0.985 (test AUC= 0.961; SD 0.016), дэрвэгэр жиргэрүү 0.936 (test AUC= 0.855; SD 0.014), долоогоно 0.966 (test AUC= 0.949; SD 0.007), хад 0.955 (test AUC= 0.921; SD 0.008), хуш 0.975 (test AUC= 0.964; SD 0.0004), мойл 0.962 (test AUC= 0.925; SD 0.015), нэрс 0.951 (test AUC= 0.921; SD 0.007), нохойн хошуу 0.925 (test AUC= 0.858; SD 0.020), үхэр нүд 0.939 (test AUC= 0.919; SD 0.008) байна. Шувууны хувьд төлөөлөл болгож сонгосон Номин хөхбүхынх дундаж AUC=0.889 SD 0.008 байхад 3 давталтынх 0.984 (AUC= 0.880; SD 0.031) болон Их хөхбүхын дундаж AUC=0.923, 3 давталтынх 0.988 (test AUC= 0.921; SD 0.027) байна.

Ой, ойт хээрийн шувуудын идэш тэжээл, амьдрах орчныг загварчилж зураглахад тэнд тархсан жимс жимсгэнэ болон хөнөөлт эрвээхэйнүүдийн тархалт хэрхэн нөлөөлөх боломжтойг тодруулахаар суурь шүүлтүүр болгон ашиглав. Загварчлалаас боловсруулсан амьтад, тухайлбал шувуудын амьдрах орчныг голомт нутаг ба тархац нутаг гэж ангилан үзэж цаашдын шинжилгээний асуудлыг дүгнэдэг хэрэгцээ, шаардлагын үүднээс идэш тэжээлд оролцдог жимс жимсгэнийн амьдрах орчныг мөн голомт нутаг ба тархац нутаг гэж ангилан харьцуулсан.

Шувууд идэш тэжээлийн нөөц элбэг газар руу нүүдэллэдэг нь хоол тэжээлийн нөөц улирлаар өөрчлөгддөгтэй холбоотой. Шувууны идэш тэжээлд оролцдог ургамлын жимс боловсрох хугацаа, үрлэх, жимслэх хугацаа зүйл бүрээр ялгаатай үе шатуудтай, харилцан адилгүй бөгөөд түүгээр хооллодог шувуудын амьдралын идэвх, хөдөлгөөн түүнтэй холбоотой үндэслэлээр манай орны ойд түгээмэл

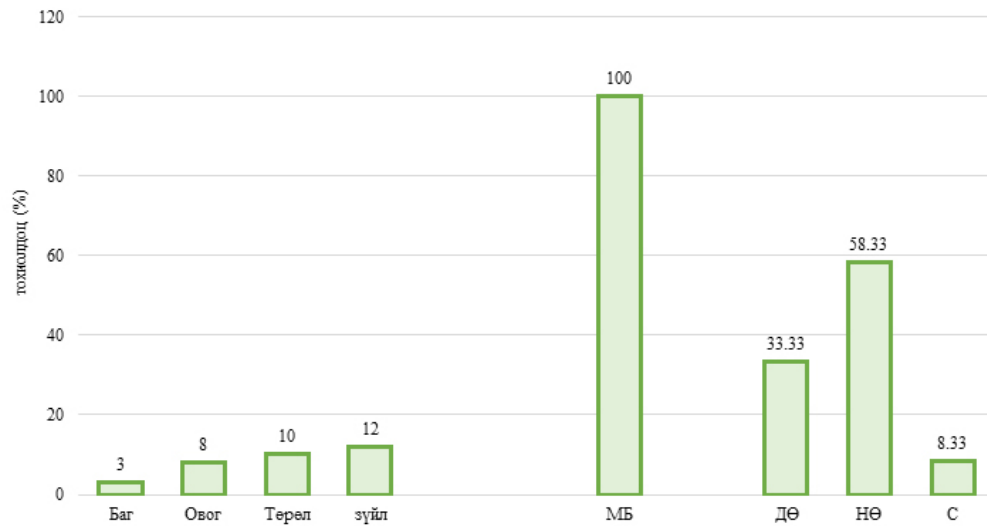
тархалттай жимсний тархац нутгийг тооцоолсноор давхацсан шувуудын тархац болон голомт нутгийг тодорхойлоход ашиглалаа[5],[6],[7],[8].

Шувууд хэд хэдэн зүйлийн жимсээр хооллодог байх хувилбарыг харгалзан дээрх 11 зүйлийн жимсний тархац нутгуудын давхцааны шинжилгээг хийсэн (1,3,4-р зураг) бөгөөд энэ шинжилгээ нь цаашид үр, жимсээр хооллодог болон түүнээс шууд дам хамааралтай бусад шувуудын төдийгүй, хөхтний зүйлүүдийн амьдрах орчныг жимсний давхцал ихтэй байршил нутгаас хамааралтай, үгүй эсэхийг шалгахад суурь чухал мэдээлэл болох холбогдолтой болсон. Мөн шувууны төдийгүй түүний идэш тэжээл бологч голлох зүйлүүдийн жимсний тархалтын уур амьсгалын өөрчлөлтийн төсөөллийг ирээдүйд загварчлах боломжтой болов. Шувууны тархалт, амьдрах орчны хамаарлыг шалгахын тулд идэш тэжээлд оролцдог дээрх 11 зүйл жимс жимсгэнийн тархац нутгийн давхцааны шинжилгээг загварчлалын үр дүнг ашиглан хийв (3,4-р зураг).

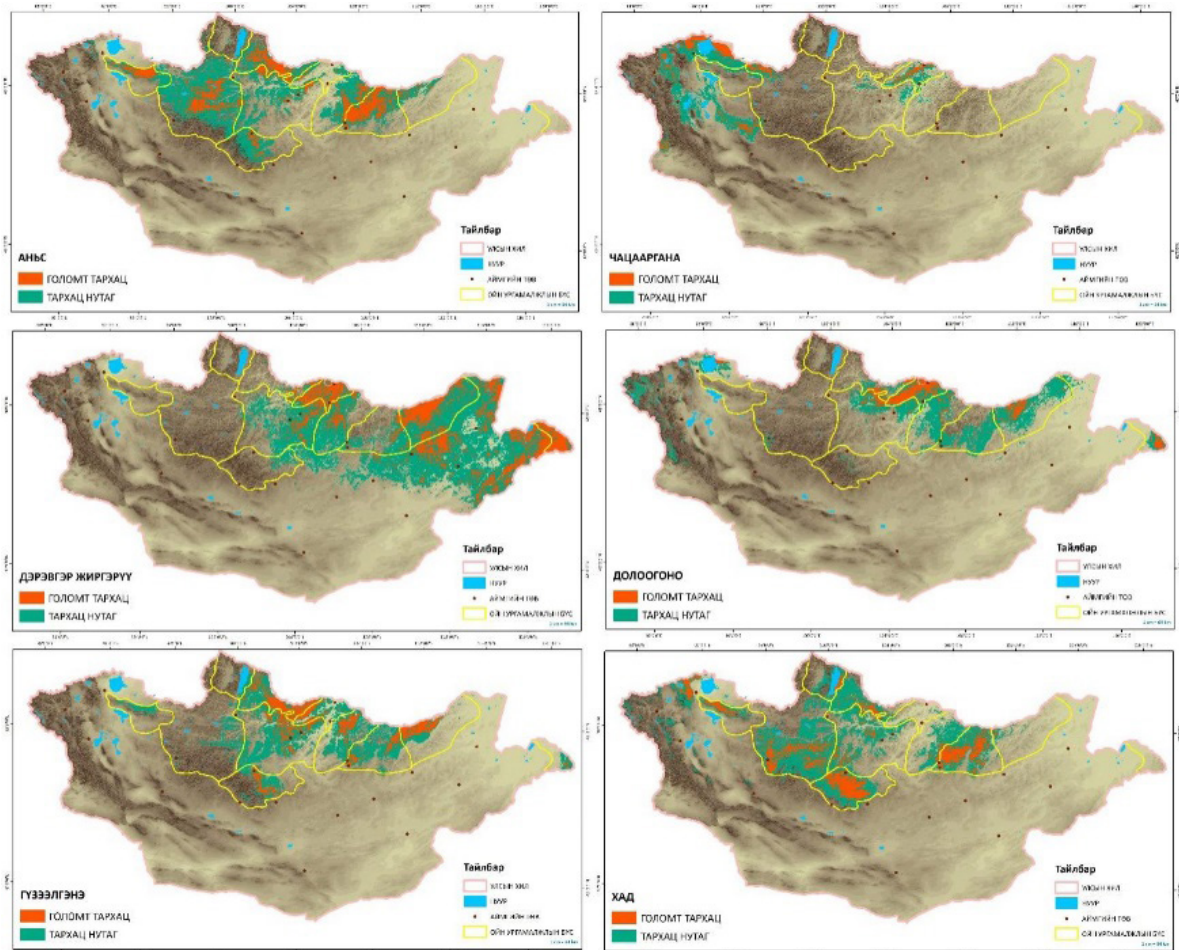
Судалгааны үр дүн

Судалгаанаас үзэхэд жимсээр голлон хооллодог шувуудаас 3 багийн 8 овгийн 10 төрлийн 12 зүйлтэйгээс амьдрах орчин нь мод бутны 12 зүйл, харин орших хэлбэрээр нүүдлийн өндөглөдөг 4 зүйл (33.33%), суурин 7 зүйл (58.33%), тохиолдлын 1 зүйл (8.33%) тус тус бүртгэгдсэнээс (2-р зураг) онцлон Номин хөхбүхболон их хөх бүхыг сонгож төлөөлүүлэн үр дүнг тодорхойлсон.

Манай орны ой бүхий нутагт тархсан Номин хөхбүх (*Cyanopica cyanus*) зүйлийн амьдрах орчныг загварчилснаас харвал голомт нутгийн хэмжээ дунджаар 28,008.9 км², харин тархац нутаг дунджаар 171,983.62 км² талбайд тархсан болохыг тогтоов (6,7-р зураг). Суурь 100 гаруй шүүлтүүр, хүчин зүйлүүдээс амьдрах орчны загварчлалд оруулж буй хувь нэмрээрээ мойл (23%), дэвэргэр жиргэрүү (16.5%), үхэр нүд (7.6%) болон гүзээлзгэнэ (6.3%) өндөр байна. Харин Номин хөхбүхын голомт нутаг мойлтой давхацсан талбайн хэмжээ 3,328.14 км² (11,9%), тархац нутгийн хувьд 97,368.34 км² (56,6%), харин дэрэвгэр жиргэрүүтэй давхцаж буй голомт нутаг 4,791.26 км² (17.1%), тархац нутаг 83,193.93 км² (48.4%) байна. Номин хөхбүх голомт нутгийн 15,608.3 км² (58.8%) болон тархац нутгийн 90,860.7 км² (53.6%), Өвөр байгалийн ойн ургамалжлын 8 мужид, харин голомт нутгийн 9,493.2 км² (35.8%), тархац нутгийн 62,638.9 км² (37%), Хангайн



2-р зураг. Ойн шувуудын зүйлийн бүрэлдэхүүн ба амьдрах орчин, орших хэлбэр.Тайлбар: МБ-мод бут, ДӨ-дайрч өнгөрдөг, НӨ-нүүдлийн өндөглөдөг, С-суурин



3-р зураг. Монгол оронд түгээмэл тархсан жимсний загварчлалын судалгааны дүн.

ургамалжлын 4 тойрогт тус тус хамаарагдаж байна. Энэ нь Номин хөхбухын нийт голомт нутгийн 94.6%, тархац нутгийн 90.6% ойн мужид хамрагдаж, идэш тэжээл байршил нутаг нь ийм хэмжээнд ой бүхий нутгаас хамаарсныг харуулна.

Түгээмэл тархалттай жимс жимсгэнийн тархцын загвараас үзвэл монгол орны хэмжээнд аньсны голомт нутгийн хэмжээ 45,298.3 км², тархац нутаг 187,233.1 км², чацарганын голомт нутаг 13,343.4 км², тархац нутаг 68,390.7 км², дэрвэгэр жиргэрүүний

1-р хүснэгт. Номин хөхбүх,жимсгэнийн голомт ба тархац нутгуудын хамаарах

	НХБ	ҮН	НХ	НЭ	МО	ХУ	ХА	ГҮ	ДО	ДЖ	ЧА	АН
НХБ	1	0.499179	0.815643	0.540942	0.800331	0.267859	0.527942	0.715525	0.576071	0.487584	0.280497	0.615051
ҮН	0.213901	1	0.771991	0.945631	0.133737	0.629358	0.906799	0.222398	-0.18222	-0.22975	0.35984	0.964975
НХ	0.611927	0.359096	1	0.814392	0.649097	0.40172	0.843324	0.635575	0.320254	0.339351	0.299953	0.865871
НЭ	0.377728	0.815052	0.515066	1	0.167625	0.555689	0.899079	0.262696	-0.1577	-0.15606	0.391213	0.941599
МО	0.474579	0.076479	0.320781	-0.05364	1	0.077912	0.197714	0.901006	0.836212	0.80513	0.078525	0.271487
ХУ	0.268043	0.248749	0.583855	0.23236	-0.0708	1	0.591804	0.28443	-0.18716	-0.31598	-0.20283	0.528161
ХА	0.157346	0.466422	0.532336	0.561292	-0.32399	0.402105	1	0.301949	-0.16719	-0.16897	0.246247	0.937984
ГҮ	0.27784	0.253281	0.36443	0.082681	0.859816	0.167633	-0.07566	1	0.568832	0.549095	-0.01517	0.297922
ДО	0.128631	-0.28263	0.081382	-0.25276	0.615235	-0.29699	-0.4096	0.353169	1	0.93041	0.107292	-0.03725
ДЖ	0.107688	-0.4695	0.116276	-0.34781	0.521257	-0.27052	-0.44438	0.370045	0.667747	1	-0.04367	-0.068
ЧА	0.070387	0.306014	0.146744	0.414154	-0.00012	-0.28795	0.13211	-0.1894	0.520207	0.077427	1	0.379238
АН	0.382362	0.786909	0.693979	0.816194	0.017508	0.630139	0.650601	0.199135	-0.30377	-0.34797	0.180092	1

Тайлбар: НХБ-Номин хөхбүх, ҮН-үхэр нүд, НХ-нохойн хошуу, НЭ-нэрс, МО-мойл, ХУ-хуш, ХА-хад, ГҮ-гүзээлзгэнэ, ДО-долоогоно, ДЖ-дэрвэгэр жиргэрүү, ЧА-чацаргана, АН-аньс. Хүснэгтийн зүүн дээд булангаас доош голомт, харин зүүн дээд булангаас баруун гар тийш тархац нутгийн давхцалын төсөөтэй байдлыг илэрхийлнэ.

голомт нутаг 65,708.9 км², тархац нутаг 317,869.3 км², долоогонын голомт нутаг 19,424.7 км², тархац нутаг 107,040.6 км², гүзээлзгэнийн голомт нутаг 32,911.6 км², тархац нутаг 141,291.7 км², хадны голомт нутаг 40,154.4 км², тархац нутаг 186,193.5 км², хушны голомт нутаг 23,899.7 км², тархац нутаг 95,275.2 км², мойлны голомт нутаг 30,690.0 км², тархац нутаг 179,222.4 км², нэрсний голомт нутаг 46,703.7 км², тархац нутаг 199,583.0 км², нохой хошууны голомт нутаг 71,529.8 км², тархац нутаг 403,703.2 км², үхэр нүдний голомт нутаг 57,983.1 км², тархац нутаг 151,288.0 км² тус тус байгааг [9] тодруулав (3,4-р зураг).

Ойтой нутгаар тархсан түгээмэл зүйлийн нэг Их хөхбүхын (*Parus major*) голомт нутаг дунджаар 20,913.9 км², тархац нутаг дунджаар 133,544.18 км² талбайд тархсаныг загварчлалаар тогтоосон (9-р зураг).

Үр дүнгээс үзвэл Их хөхбүхын амьдрах орчныг загварчлахад мойл (15.6%), аньс (14.6%), долоогоно (13%), дэрвэгэр жиргэрүү (11%) болон нэрсний (3.9%) тархалтын оролцоо дараалан өндөр байсан. Үүнийг үндэслэн энэ зүйлийн голомт нутагт мойлны тархалтын давхцааг тооцоолбол голомт нутагт нь 1,881.59 км² (9,0%), тархац нутагт нь 72,035.05 км² (53,9%) буюу харьцангуй өндөр байна. Аньсны тархалтын голомтод 3, 931.18 км² (15.3%), харин тархац нутагт аньс 46,967.83 км² (35.2%) талбайгаар

давхцаж байгааг тогтоосон. Монгол орны ой-ургамалжлын мужлалын ангиллаар Их хөхбүхын голомт нутгийн 72.1% (10,775.3 км²) болон тархац нутгийн 51.8% (57,675.8 км²) Өвөр байгалийн ойн ургамалжлын 8 мужид, харин голомт нутгийн 14.5% (2,163.6 км²), тархац нутгийн 33.9% (37,729.5 км²) Хангайн ургамалжлын 4 тойрогт тус тус хамаарагдаж байна. Төв Азийн мужид багахан тархац нутаг хамрагдаж байна (1-р хүснэгт). Их хөхбүхын нийт голомт нутгийн 86.6%, тархац нутгийн 85.8% ойн мужид хамрагдсан байна

Судалгаанаас үзвэл манай орны ой бүхий нутагт тархсан шувуудын амьдрал, идэш тэжээл, тархалтад үр жимсний оролцоо харьцангуй өндөр байгаа нь хүрээлэн буй орчин, биологийн олон янз байдлын тэнцвэрт байдал, ойн экосистемийн хамгаалалд чухал хамаарлыг тодорхойлох боломжтойг харуулж байна.

Номин хөхбүх (*Cyanistes cyanus*) ба жимсний 11 зүйлүүдийн Хангай, Хэнтийн ойн мужлалд амьдрах орчны давхцааны (1-р хүснэгт, 6,7-р зураг) шинжилгээнээс “тодорхойлогч” зүйлийг тогтоох ач холбогдолтой. экосистемийн түвшинд тархалтаараа төсөөтэй, холбоотой тархдаг эсэхийг мөн нь шувууны экологи, биологийн судалгааны ач холбогдолтой байхаас гадна, тэрхүү хамаарч байгаа жимсний үзвэл энэ зүйлийн голомттой давхцааны хувьд ач холбогдолтой жимсний зүйлд нохойн хошуу (0.61% sig=0.034), тархац нутгийн хувьд нохойн

хошуу (0.81%; sig=0.001), мойл (0.80% sig=0.002), гүзээлзгэнэ (0.71% sig=0.009), аньс (0.61% sig=0.033) багтаж байна. Тухайн зүйл шувуу тодорхой зүйл жимсний тархалтын хамааралтай байх эсэхийг судлан тогтоох зүйл нь бусад жимсний зүйлүүдтэйгээ судлан тодруулах нь шинжлэх ухааны ухааны хувьд хүрээлэн буй орчиндоо “тодорхойлогч” зүйлийг тогтоох ач холбогдолтой болно.

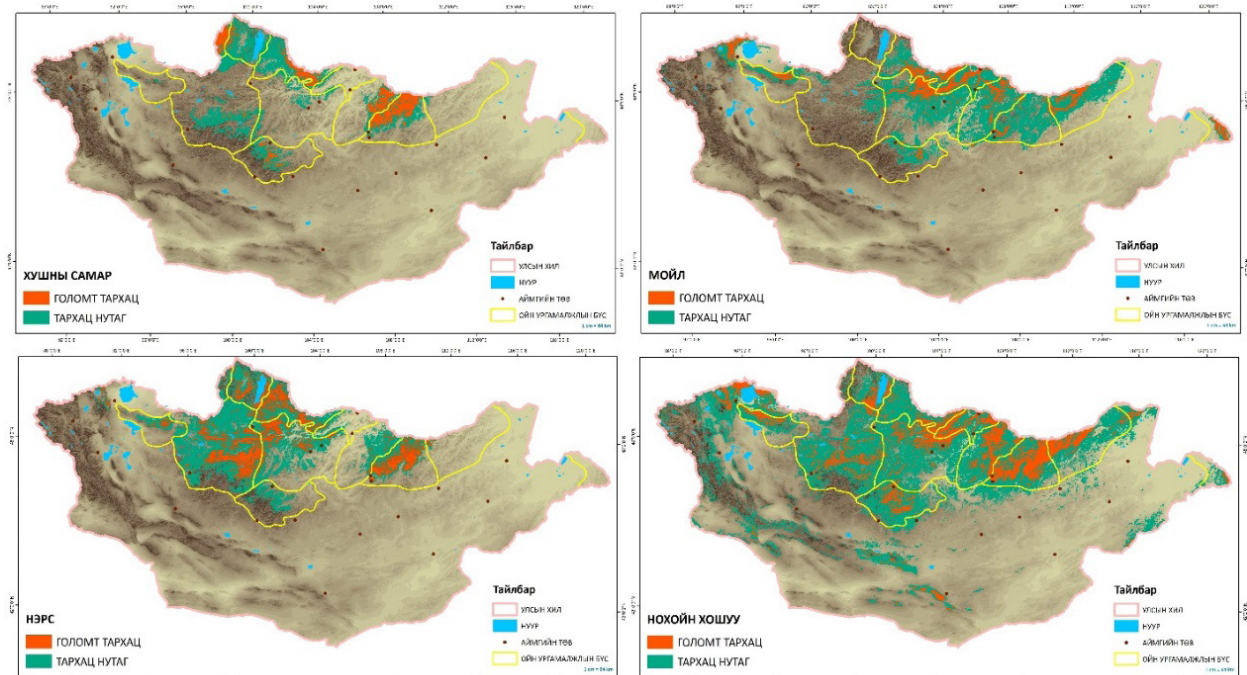
Ойн шувуу болон жимсний зүйлүүдийн хамаарлыг судлан тодруулах шинжилгээнээс үзвэл жимсний зүйлүүдийн хоорондын хамаарлын хувьд анхаарал татсан үр дүн гарсан.

Тухайлбал, үхрийн нүдний голомт нутаг нэрс (0.81% sig=0.001) болон аньстай (0.79% sig=0.002), харин үхрийн нүдний тархац нутаг нохойн хошуу (0.77% sig=0.003), нэрс (0.94% sig=0.000), хуш (0.62% sig=0.028), хад (0.90% sig=0.000) болон аньстай (0.96% sig=0.000), нохойн хошууны голомт аньстай (0.69% sig=0.012), харин нохойн хошууны тархац нутаг нэрс (0.81% sig=0.000), мойл (0.64% sig=0.022), хад (0.84% sig=0.001), гүзээлзгэнэ (0.63% sig=0.026) болон аньстай (0.86% sig=0.000), нэрсний голомт нутаг аньстай (0.82% sig=0.001), харин нэрсний тархац нутаг үхрийн нүд (0.94% sig=0.000), нохойн хошуу (0.81% sig=0.001), хад (0.89% sig=0.000) болон аньстай (0.94% sig=0.000), мойлны голомт нутаг гүзээлзгэнэ (0.86% sig=0.000) болон долоогонотой (0.62% sig=0.033), харин тархац нутаг гүзээлзгэнэ (0.90% sig=0.000), долоогоно (0.83% sig=0.001) болон

дэрвэгэр жиргэрүү (0.80% sig=0.002), хушны голомт нутаг аньстай (0.63% sig=0.028), гүзээлзгэнэний голомт нутагт мойлтой (0.86% sig=0.000), харин тархац нутаг нохойн хошуу (0.64% sig=0.026) болон мойлтой (0.90% sig=0.000), долоогонын голомт нутаг дэрвэгэр жиргэрүүтэй (0.67% sig=0.018) харин долоогонын тархац нутаг мойлтой (0.84% sig=0.001), дэрвэгэр жиргэрүүний тархац мойл (0.81% sig=0.002) болон долоогонотой (0.93% sig=0.000), аньсны голомт нутаг үхрийн нүд (0.79% sig=0.002), нохойн хошуу (0.69% sig=0.012), нэрс (0.82% sig=0.001), хуш (0.63% sig=0.028) болон хадтай (0.65% sig=0.022), харин тархац нутаг нь үхрийн нүд (0.95% sig=0.000), нохойн хошуу (0.87% sig=0.000) болон хадтай (0.94% sig=0.000) хамаарлын хувьд ач холбогдолтой байна (1-р хүснэгт).

Шинжилгээнээс үзвэл нохойн хошуу голомтын хувьд нэрс, хуш болон аньстай тодорхой хувиар (1-р хүснэгт), харин тархац нутгийнхаа хэмжээнд нохойн хошуу нэрс, мойл, хуш, хад, гүзээлзгэнэ болон аньстай ач холбогдол бүхий хамааралтай байгаа нь эдгээр 4 зүйл жимсний холбоо хамаарлыг нарийвчлан тогтоовол Номин хөхбухыг тодорхойлогч зүйл байх боломжтойг судалгаанаас харж болно.

Тархац нутгийн давхцаа ба төсөөтэй байдлыг тодруулснаар статистикийн хувьд нягтлан үзвэл цаашид нарийвчлан судлах, илүү гүнзгий судалж мэдээллийг нягтлан баяжуулах шаардлага бийг хосолсон-шинжилгээ харуулж (Paired-Sample t-test)

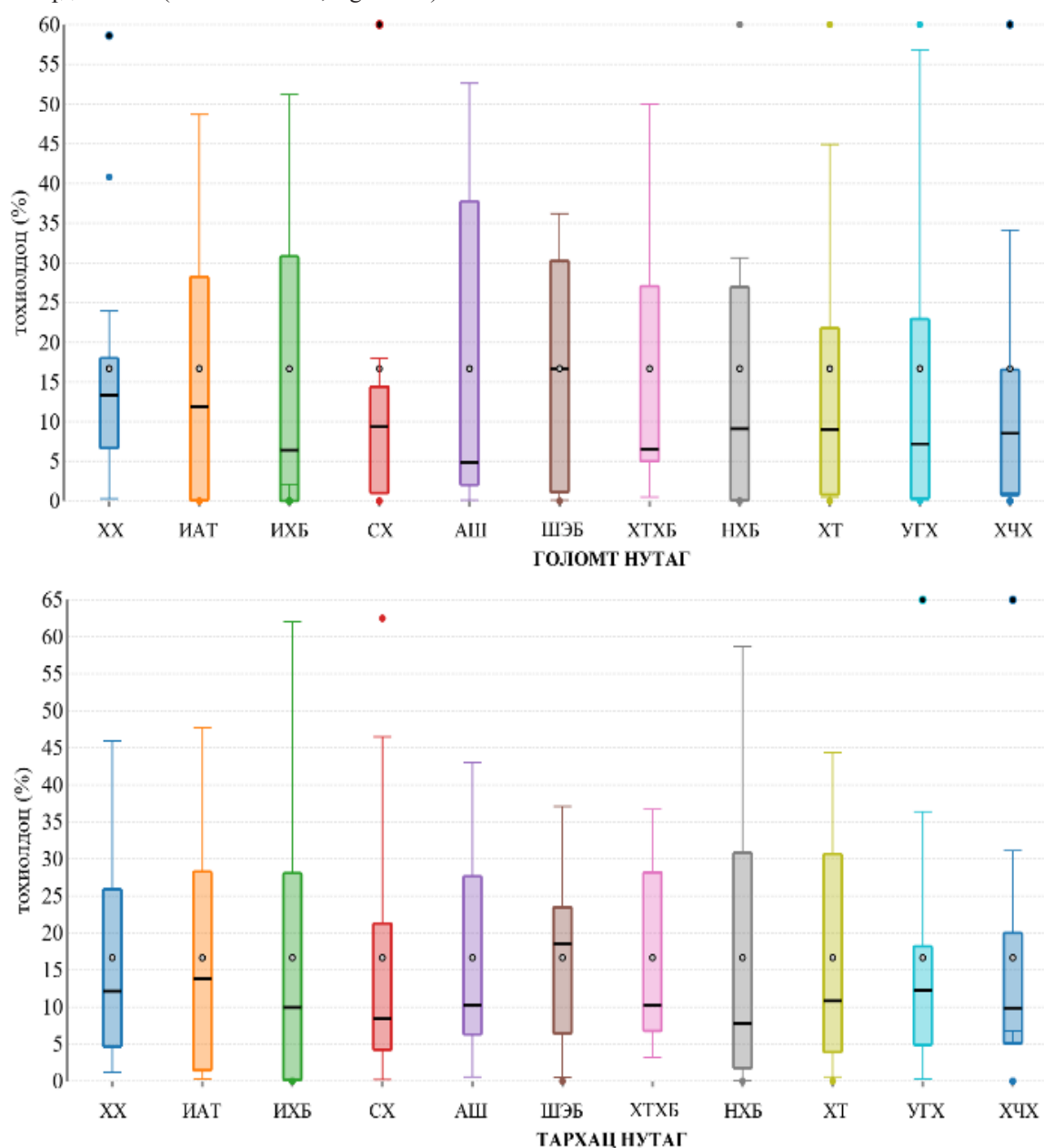


4-р зураг. Монгол оронд түгээмэл тархсан жимсний загварчлалын судалгааны дүн.

байна. Шинжилгээнээс үзвэл голомт нутгийн хувьд Номин хөхбүх ба нохойн хошуу (CI95% $t=-3.464$; $\text{sig}=0.005$), тархац нутгийн хувьд Номин хөхбүх ба нохойн хошуу (CI95% $t=-3.820$; $\text{sig}=0.003$), нэрс (CI95% $t=-0.721$; $\text{sig}=0.486$) болон мойл (CI95% $t=-0.554$; $\text{sig}=0.591$), харин жимснүүдийн тархац нутгийн хувьд үхрийн нүд ба нохойн хошуу (CI95% $t=-3.700$; $\text{sig}=0.003$), үхрийн нүд ба нэрс (CI95% $t=-1.530$; $\text{sig}=0.154$) харж болно. Хамаарлын ач холбогдол ба хосолсон шинжилгээгээр голомт нутгийн хувьд үхрийн нүд ба нэрс (CI95% $t=0.829$; $\text{sig}=0.424$), үхрийн нүд ба аньс (CI95% $t=1.016$; $\text{sig}=0.331$) болон

тархац нутгийн хувьд нохойн хошуу ба нэрс (CI95% $t=2.663$; $\text{sig}=0.022$), нохойн хошуу ба хад (CI95% $t=3.674$; $\text{sig}=0.004$), нохойн хошуу ба аньс (CI95% $t=3.630$; $\text{sig}=0.004$) загварчлалын шинжилгээнээс гарсан үр дүнг дэмжиж байна.

Судалгаанд сонгосон хоёр зүйлийн Хөхбүх бол монгол орны ойд тархсан жимсээр голлон хооллодог 11 зүйл шувуудын төлөөлөл бөгөөд эдгээр шувуудын ойн ургамалжлын 12 мужид тархсан тархац нутгийн хувь хэмжээгээрээ хоорондоо ялгаа багатай байсан (6,9-р зураг).



5-р зураг. Жимсээр хооллодог шувуудын ойн ургамалын 12 мужид голомт ба тархац нутгийн тархалт. Тайлбар: ХХ – Хар хур, ИАТ – Их алаг тоншуул, ИХБ – Их хөхбүх, СХ – Солбин хошуут төрлөөр, АШ – Алаг шаазгай, ШЭБ – Шивэр энхэт бялуухай, ХТХБ – Хар толгойт хөхбүх, НХБ – Номин хөхбүх, ХТ – Хар тодол, УГХ – Улаан гүсэт хөөндэй, ХЧХ – Хүрэн чихт хөмрөг

2-р хүснэгт. Их хөхбүх болон жимсний голомт болон тархац нутгуудын хамаарал.

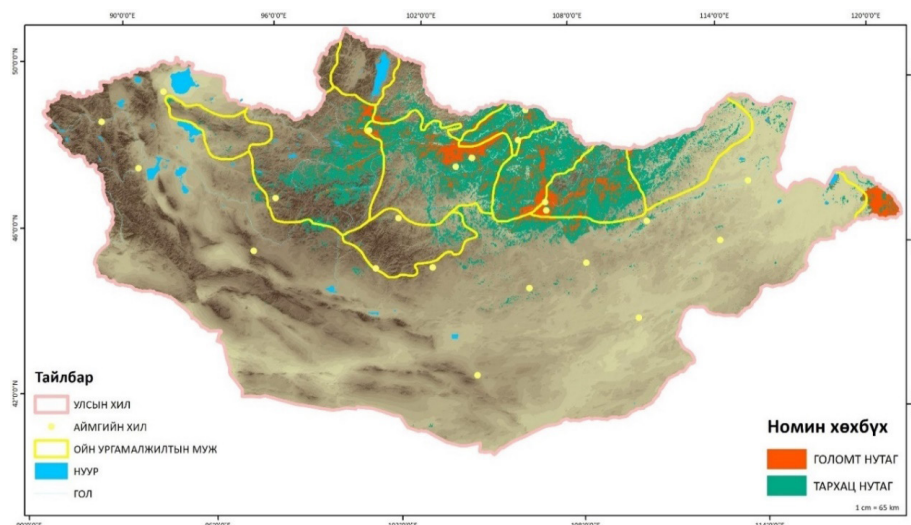
	ИХБ	ҮН	НХ	НЭ	МО	ХУ	ХА	ГҮ	ДО	ДЖ	ЧА	АН
ИХБ	1	0.185478	0.635666	0.186772	0.850766	0.231585	0.348127	0.803768	0.628052	0.52032	0.07528	0.30905
ҮН	0.143341	1	0.771991	0.945631	0.133737	0.629358	0.906799	0.222398	-0.18222	-0.22975	0.35984	0.964975
НХ	0.814031	0.359096	1	0.814392	0.649097	0.40172	0.843324	0.635575	0.320254	0.339351	0.299953	0.865871
НЭ	0.171463	0.815052	0.515066	1	0.167625	0.555689	0.899079	0.262696	-0.1577	-0.15606	0.391213	0.941599
МО	0.137488	0.076479	0.320781	-0.05364	1	0.077912	0.197714	0.901006	0.836212	0.80513	0.078525	0.271487
ХУ	0.842422	0.248749	0.583855	0.23236	-0.0708	1	0.591804	0.28443	-0.18716	-0.31598	-0.20283	0.528161
ХА	0.449852	0.466422	0.532336	0.561292	-0.32399	0.402105	1	0.301949	-0.16719	-0.16897	0.246247	0.937984
ГҮ	0.18059	0.253281	0.36443	0.082681	0.859816	0.167633	-0.07566	1	0.568832	0.549095	-0.01517	0.297922
ДО	0.028079	-0.28263	0.081382	-0.25276	0.615235	-0.29699	-0.4096	0.353169	1	0.93041	0.107292	-0.03725
ДЖ	-0.03292	-0.4695	0.116276	-0.34781	0.521257	-0.27052	-0.44438	0.370045	0.667747	1	-0.04367	-0.068
ЧА	-0.04195	0.306014	0.146744	0.414154	-0.00012	-0.28795	0.13211	-0.1894	0.520207	0.077427	1	0.379238
АН	0.558641	0.786909	0.693979	0.816194	0.017508	0.630139	0.650601	0.199135	-0.30377	-0.34797	0.180092	1

Тайлбар: Хүснэгтийн зүүн дээд булангаас доош голомт, харин зүүн дээд булангаас баруун гар тийш тархац нутгийн давхцалын төсөөтэй байдлыг илэрхийлнэ. ИХБ-Их хөхбүх, ҮН-үхэр нүд, НХ-нохойн хошуу, НЭ-нэрс, МО-мойл, ХУ-хуш, ХА-хад, ГҮ-гүээлзгэнэ, ДО-долоогоно, ДЖ-дэрвэгэр жиргэрүү, ЧА-чацаргана, АН-аньс.

Жимс, жимсгэнээр хооллодог 11 зүйл шувууны амьдрах орчны загварчлалаар ойн ургамалжлын 12 мужид тархсан голомт нутгийн хэмжээ Хар хур (16.66 ± 17.37 , SE 5.01, P=1), Их алаг тоншуул (16.67 ± 18.08 , SE 5.22, P=0.99), Их хөхбүх (16.58 ± 20.34 , SE 5.87, P=0.99), Солбин хошуутын төрөл Хар толгойт хөхбүх (16.66 ± 18.27 , SE 5.27, P=1), Номин хөхбүх (16.66 ± 21.03 , SE 6.07, P=1), Хар тодол (16.65 ± 21.29 , SE 6.14, P=0.99), Улаан гүеэт хөөндэй (16.67 ± 22.46 , SE 6.48, P=0.99) болон Хүрэн чихт хөмрөг (16.67 ± 25.64 , SE 7.40, P=0.99) тус тус байна.

Харин тархац нутгийн хэмжээгээр ойн ургамалжлын 12 мужид тархсан голомт нутгийн хэмжээ хар хур (16.66 ± 14.68 , SE 4.23, P=1), Их алаг тоншуул (16.65 ± 16.16 , SE 4.66, P=0.99), Их хөхбүх (16.66 ± 19.31 , SE 5.57, P=0.99), Солбин хошуутын төрөл (16.65 ± 19.51 , SE 5.63, P=0.99), Алаг шаазгай (16.66 ± 13.61 , SE 3.93, P=0.99), Шивэр энхэтбязуухай

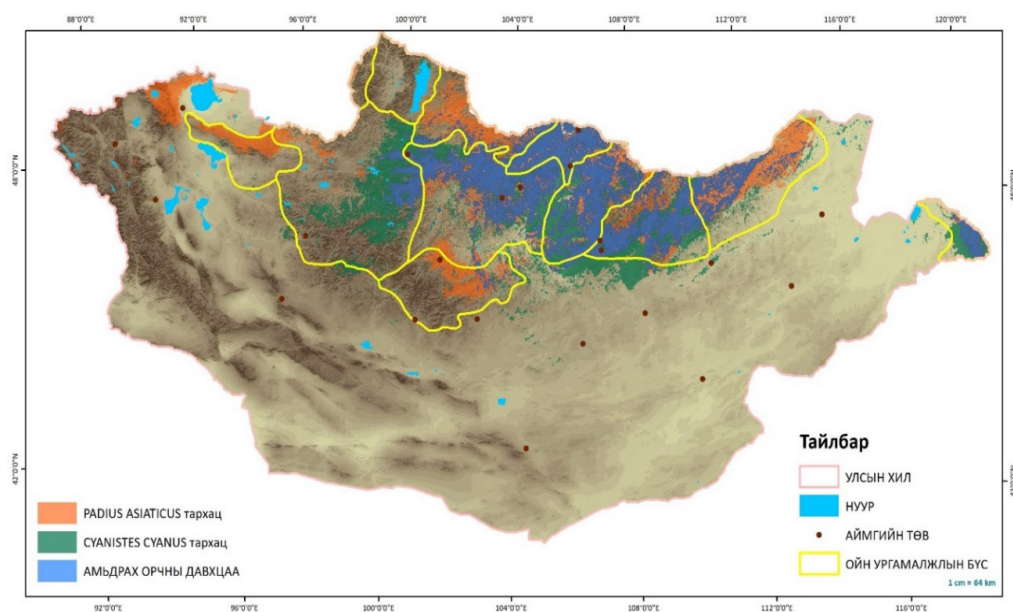
(16.66 ± 13.01 , SE 3.75, P=0.99), Хар толгойт хөхбүх (16.66 ± 12.56 , SE 3.62, P=1), Номин хөхбүх (16.66 ± 19.06 , SE 5.50, P=1), Хар тодол (16.66 ± 15.70 , SE 4.53, P=0.99), Улаан гүеэт хөөндэй (16.65 ± 18.14 , SE 5.23, P=0.99) болон Хүрэн чихт хөмрөг (16.65 ± 20.87 , SE 6.02, P=0.99) тус тус байна. (16.66 ± 24.26 , SE 7.0, P=0.99), Алаг шаазгай (16.65 ± 20.38 , SE 5.88, P=0.99), Шивэр энхэтбязуухай (16.67 ± 15.46 , SE 4.46, P=0.99), Их хөхбүх (Parus major) ба жимсний 11 зүйлүүдийн Хангай, Хэнтийн ойн мужлалд амьдрах орчны давхцааны (2-р хүснэгт, 9-р зураг) шинжилгээнээс үзвэл Их хөхбүхын голомт нутагтай давхцааны хувьд ач холбогдолтой жимсний зүйлд нохойн хошуу (0.81% sig=0.001) болон хуш (0.84% sig=0.001), харин тархац нутгийн хувьд нохойн хошуу (0.64% sig=0.026), мойл (0.85% sig=0.000), гүээлзгэнэ (0.80% sig=0.002) болон долоогоно (0.63% sig=0.029) багтаж байна.



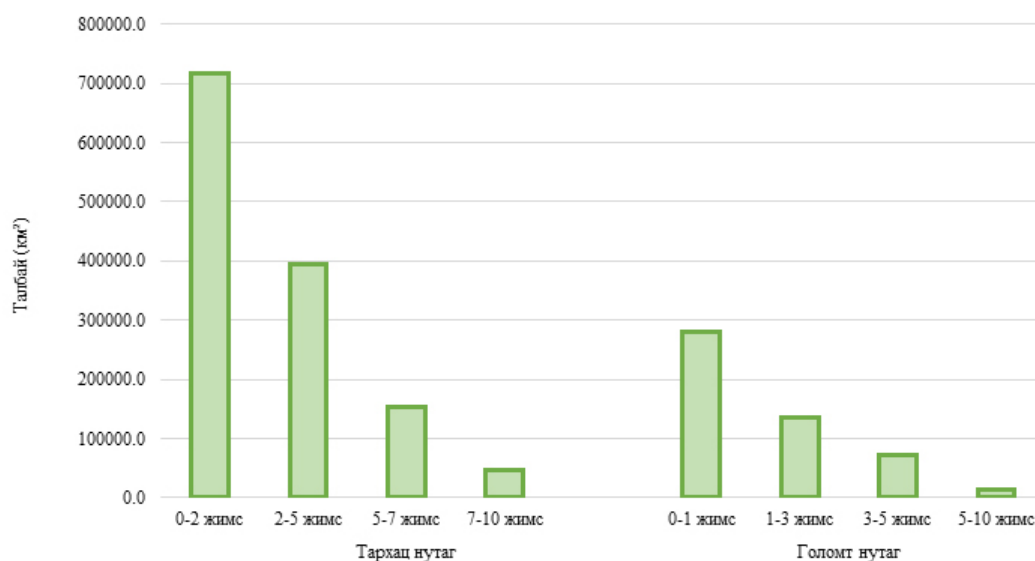
6-р зураг. Монгол орны Номин хөхбүх амьдрах орчны загварчлалын үр дүн.

Харин жимсний зүйлүүдийн хоорондын хамаарлын хувьд үхрийн нүдний голомт нутаг нэрс (0.82% sig=0.001) болон аньстай (0.78% sig=0.001, үхрийн нүдний тархац нутаг нохойн хошуутай (0.77% sig=0.003), аньстай (0.97% sig=0.000), нохойн хошууны голомт нутаг аньстай (0.69% sig=0.010), нохойн хошууны тархац нэрстэй (0.81% sig=0.001), хадтай (0.84% sig=0.001) болон аньстай (0.86% sig=0.000), нэрсний голомт нутаг аньстай (0.81% sig=0.001), нэрсний тархац нутаг хадтай (0.90% sig=0.000), аньстай (0.94% sig=0.000), мойлны голомт нутаг гүзээлзгэнэтэй (0.85% sig=0.000), нэрстэй (0.95% sig=0.000), хуштай (0.63% sig=0.001), хадтай (0.91% sig=0.001) болон долоогонотой (0.61% sig=0.033), мойлны тархац нутаг гүзээлзгэнэтэй

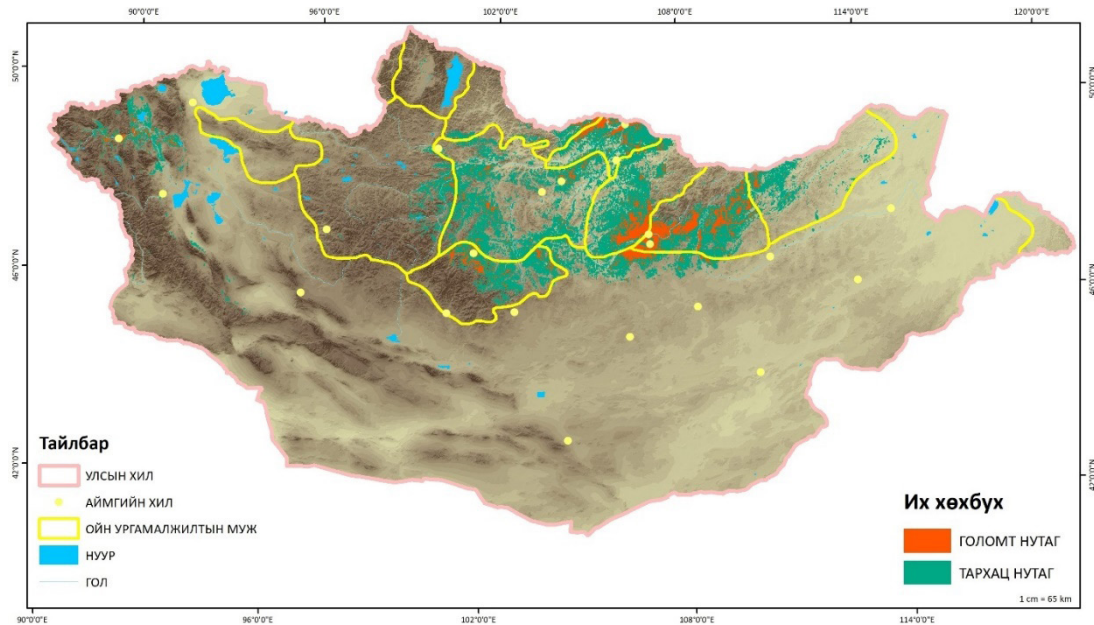
(0.90% sig=0.000), долоогонотой (0.84% sig=0.001), дэрэвгэр жиргэрүүтэй (0.81% sig=0.002), хушны голомт нутаг аньстай (0.63% sig=0.028), хадны голомт нутаг аньстай (0.65% sig=0.022), хадны тархац нутаг аньстай (0.94% sig=0.000), долоогонын голомт нутаг дэрэвгэр жиргэрүүтэй (0.67% sig=0.018) болон долоогонын тархац нутаг дэрэвгэр жиргэрүүтэй (0.93% sig=0.000) хамаарлын хувьд ач холбогдолтой байна (2-р хүснэгт). Шинжилгээнээс үзэхэд Их хөхбүх болон жимсний голомт нутгийн хувьд нохойн хошуу болон хуштай, харин нохойн хошуу ба хуш аньстай хамааралтай, тархац нутгийн хувьд Их хөхбүх нохойн хошуу, мойл, гүзээлзгэнэ болон долоогонотой хамааралтай байхад нохойн хошуу нэрс, хад ба аньс, мойл, гүзээлзгэнэ, долоогоно ба



7-р зураг. Номин хөхбүх ба идэш тэжээлд нь оролцдог жимсний тархац нутгийн давхцааны шинжилгээ



8-р зураг. Түгээмэл тархалттай 11 зүйл жимсний давхцааны шинжилгээний дүн.



9-р зураг. Монгол орны Их хөхбүхын амьдрах орчны загварчлалын үр дүн.

дэрэвгэр жиргэрүүтэй хамааралтай (2-р хүснэгт) байгаа нь дээр дурдсан хамаарал бүхий жимснүүдийн зүйлүүдийн хоршлыг Их хөхбүх тодорхойлогч байх боломжтойг харуулж байна.

Загварчлалаар тодруулсан Их хөхбүхтай тархац нутгаар давхцаа ба төсөөтэй байдлыг нягталснаас үзвэл голомт нутгийн хувьд Их хөхбүх ба нохойн хошуу (CI95% $t=-5.177$; $\text{sig}=0.000$) болон хуш (CI95% $t=-1.737$; $\text{sig}=0.110$), тархцын хувьд Номин хөхбүх ба нохойн хошуу (CI95% $t=-3.900$; $\text{sig}=0.002$), хуш (CI95% $t=-0.004$; $\text{sig}=0.997$), гүзээлзгэнэ (CI95% $t=-2.043$; $\text{sig}=0.066$), үхрийн нүд ба нэрс (CI95% $t=-1.530$; $\text{sig}=0.154$), гүзээлзгэнэ (CI95% $t=-1.205$; $\text{sig}=0.254$) болон болон аньс (CI95% $t=-2.101$; $\text{sig}=0.590$), хад ба мойл (CI95% $t=-0.537$; $\text{sig}=0.602$) болон долоогоно ба дэрэвгэр жиргэрүүний (CI95% $t=-2.072$; $\text{sig}=0.068$) цаашид давхацсан тархац, голомт нутгуудыг гүнзгийрүүлэн шалгах шаардлагатай байна.

Харин голомтын хувьд Их хөхбүх ба үхрийн нүд, үхрийн нүд ба нэрс, нэрс ба гүзээлзгэнэ, нэрс ба аньс болон тархцын хувьд Их хөхбүх ба үхрийн нүд, нохойн хошуу ба нэрс, нохойн хошуу ба хад, нэрс ба хад, нэрс ба гүзээлзгэнэ, мойл ба гүзээлзгэнэ, долоогоно болон дэрэвгэр жиргэрүүний загварчлалын шинжилгээнээс гарсан үр дүнг статистикийн хувьд нотолж байна.

Түгээмэл тархацтай жимснүүдийн тархалтын давхцааны шинжилгээнээс үзвэл 0-2 зүйлийн жимс давхацсан тархцын талбай 715,958.4 км², 2-5 зүйл жимснийх 395,444.4 км², 5-7 зүйл жимснийх 153,983.8 км², 7-10 зүйл жимснийх 47,821.3 км² тус

тус мэдэгдэж байна. Харин голомт нутгийн хэмжээнд 0-1 зүйл жимс давхацсан талбайн хэмжээ 280,925.0 км², 1-3 жимснийх 136,875.5 км², 3-5 зүйл жимснийх 72,268.4 км², харин 5-10 зүйл жимсний давхацсан нутгийн хэмжээ 12,735.4 км² тус тус ой бүхий нутагт бийг тогтоосон (1,8-р зураг).

Монгол орны ой бүхий нутагт экосистемийн хувьд ач холбогдолтой байх боломжтой хэмжээний нутагт тархсан жимсний зүйлүүд, тэдгээрийн давхцалтай чухал байршлууд нь шувуудын тархац нутаг, амьдрах орчинд нөлөөтэй эсэхийг тодруулсан шинжилгээнээс үзвэл (7, 8-р зураг) цаашид энэ чиглэлийн харилцан хамаарлын судалгааг нарийвчлан гүнзгийрүүлэх шинжлэх ухааны үндэслэл бийг харж болно.

Хэлэлцүүлэг

Манай орны төдийгүй олон улсын хэмжээнд шувууны идэш тэжээлд жимс жимсгэнийн оролцоо, амьдрах орчны давхцааны шинжилгээ, судалгааны ажил хомс байгаа нь харьцуулах, мэдээллийг нягтлах боломжоор хязгаарлаж байна. Ойн экосистемд чухал оролцоо үүрэгтэй ойн дагалт баялаг жимс жимсгэнэ болон түүгээр хооллогч шувуу хоёрын хоорондын харилцаа холбоо, хүрээлэн буй орчин, амьдас тогтолцоонд тэдгээрийн үүрэг, экосистемийн үйлчилгээний эерэг сөрөг нөлөөг зайлшгүй судлан тодруулах шаардлага байгааг судалгааны урьдчилсан үр дүн харуулж байна (8-р зураг). Эдгээр шувууд ойн биологийн олон янз байдал, ба экосистемийн үйлчилгээний харьцангуй тогтвортой байдлын үзүүлэлтийн нэг юм.

Шувууны нүүдэл гэж газарзүйн хувьд тусгаарлагдсан үржлийн болон өвөлждөг нутгийн хооронд хийх тогтмол шилжилт хөдөлгөөн юм [10]. Шилжилт хөдөлгөөн нь улирлын мөчлөгтэй нягт холбоотой бөгөөд хол зайд нүүдэл хийдэг шувуудын дунд энэ хамгийн тод илэрдэг [11]. Тэжээлийн хангамж, цаг агаарын нөхцөл байдлаас шалтгаалан суурин шувууд зарим жил нүүдэллэдэг боловч зарим үед суурьшиж үлдэнэ [10].

Нүүдлийн шувууд урт удаан нислэгийн эрчим хүчний эх үүсвэр болох өөхний нөөцийг бий болгож чаддаг нь онцлог [11] бөгөөд тухайлбал жижиг шувуудын хуримтлуулсан нөөцийн 85-95% өөх тос, 5-15% уургийг нүүдлийн нислэгт шаардлагатай эрчим хүчний эх үүсвэрт болгодог гэжээ. Иймд нүүдэл, шилжилтийн хугацаандаа шувууд элдэв ургамал, жимсний үр тараах, үржүүлэх нөхцөл бий болгож, шавж устгах зэрэг байгалийн экосистемийн үйл ажиллагаанд экологийн үндсэн үйлчилгээ үзүүлдэг [12]. Ялангуяа жимс идэшт шувууд ихэнх нь модны үрийг тарааж [13] ой модыг нөхөн сэргээх, “устгагдсан ландшафтуудын” амьдрах орчны хэсгүүдийг холбоход чухал үүрэг гүйцэтгэдэг [14], [15]. Тухайлбал, алсын зайд тархах боломж нь ургамалд ашигтай байх бөгөөд ялангуяа, үрийн бусад төрөл зүйлүүдтэй өрсөлдөх чадвар илүү байдгаас эх ургамлаас хол шинэ таатай газруудад хүрч чаддаг [16] тухай тэмдэглэжээ. Жимс идэшт шувууд нь ойн бүтэц, олон янз байдлыг хадгалахад чухал ач холбогдолтой экосистемийн үйлчилгээг үзүүлдэг. Жишээ нь: халуун орны бүс нутагт, модны үр амьтдаар 90 хүртэлх хувь нь тархан ургахад тусалдаг [17].

Жимс бол шувуудын хувьд чухал нөөц бөгөөд жимсний олон янз байдал нь шувууны олон янз байдлыг тодорхойлоход чухал үүрэг гүйцэтгэдэг [18] байна. Жимс жимсгэнэ нь азот, уургийн агууламж багатай байдгаар зөвхөн жимсээр хооллодог шувуудын зүйл цөөхөн байдгийг тайлбарлаж болох юм [19]. Сэрүүн бүсэд жимс жимсгэнээр хооллодог шувуудын зүйлүүдэд тэрхүү эх үүсвэр нь нүүдэл, шилжилт хөдөлгөөнөө амжилттай хийхэд шаардлагатай өөх тосыг шингээж, нөөцлөх гол эх үүсвэр болдог [20].

Ургамлын өөр бусад хэсгээр хооллодог шувууд, шавж зэрэг уургийн бусад эх үүсвэрээр идэш тэжээлээ нөхөж болно [21], [22]. Өвсөн тэжээлт шувуудын зүйлүүдийн хувьд үр тариа ба жимс иддэг нь илүү түгээмэл байдаг. Шувууд илчлэгийнхээ ихэнх хувийг үрд агуулагдах цардуулаас авдаг ба 1000 гаруй

шувууны төрөл, зүйлүүд нь үрийн мөхлөгөөр голлон авдаг [23] байна. Шувууд үр, жимсээр идшилээд, дараа нь гулгих, бөөлжих, ялгадас сангасаараа гаргах эсвэл үрийг биедээ наалдуулах зэргээр тараадаг [24].

Самарч шаазгай (*Nucifraga caryocatactes*) хушны боргоцойны үрийг (самар) иддэг. Хэлэн доорх уутандаа 80 ширхэг хүртэл самар уутлан модны хонгил хөвд малтан түүний доор нууж хадгалдаг зан төрхтэй. Дорнод Сибирийн тайгын 1 га-д 75-250 мянган самар нөөцлөн булсныг Н.Ф.Реймес олж тогтоосон байдаг [25]. Нөөцөд хадгалсан самар нь ангаахайгаа тэжээхэд чухал ач холбогдолтой ч самарч шаазгайн нуусан самрыг хэрэм, жирх мэт ойн жижиг мэргчид бас хооллох эх үүсвэр болгодог. Харин хэн нь ч олж идээгүй хоцорсон нөөцөөс хушны сайн чанарын үр 5-15-аар соёолон шинэ мод болон ургана [4]. Ийнхүү урьд хуш байгаагүй газар шинээр бий болох үйлсэд самарч шаазгай гол үүрэг гүйцэтгэнэ.

Үр, жимсийг идэш тэжээлдээ гол болгодог [1] шувуудын амьдрах орчны сонголтод нөлөөлөх гол хүчин зүйлүүдийн тархац нутгийн давхцуулсан шинжилгээний (Hot-Spot analysis) урьдчилсан суурь үр дүн нотолж байна. Монгол орны ой, ойгоор бүрхсэн нутгийн хэмжээнд тархсан шувуудыг нарийвчлан судлах замаар дэлхийн тайгын өмнөд хязгаар, манай орны ой сангийн хамгааллыг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй судлан сайжруулах, салбар дундын бодлогыг нэмэгдүүлэх, шувууны хүрээлэн буй орчин, биологийн олон янз байдлын хамгаалал, тогтвортой хөгжлийн оролцоог шинжлэх ухааны үндэслэлтэй ашиг тусыг мэдүүлж, ашиглах хэрэгтэй байна.

Дүгнэлт

1. Монгол орны ойд суурин болон нүүдлийн жимс, үрээр хооллодог 11 зүйлийн шувуу ойн ургамлын 12 мужид харьцангуй жигд тархсан байна.
2. Номин хөхбухын нийт голомт нутгийн 94.6%, тархац нутгийн 90.6% Өвөр байгаль, Хангайн нурууны мужид хамаарч байна. Номин хөхбухын голомт нутгийн 12% мойлтой, 17% дэрэвгэр жиргэрүүтэй, харин тархац нутгийн 57% мойлтой, 48% дэрэвгэр жиргэрүүтэй давхцаж байна.
3. Их хөхбухын нийт голомт нутгийн 87%, тархац нутгийн 86% Өвөр байгаль, Хангайн нурууны мужид хамаарна. Их хөхбухын голомт нутгийн 9% нь мойлтой, 15% аньстай, харин тархац нутгийн 54% мойлтой, 35% аньстай тус тус давхцаж байна.
4. Төлөөлөл болгон сонгосон хоёр зүйл ойн

шувууны байршил нутаг жимс жимсгэнийн тархацтай харьцангуй өндөр давхцаж байгаа нь цаашид идэш тэжээлийн холбогдол, хамаарлыг нарийвчлан судлах шаардлагатайг харуулж байна.

5. Манай орны ой тайгын бүсийн шувуудын амьдрах орчин ба жимсний тархалтын давхцаа болон идэш тэжээлд үр жимсний оролцоо харьцангуй өндөр байгаа нь хүрээлэн буй орчин, биологийн олон янз байдлын тэнцвэрийг хадгалах, ойн экосистемд чухал оролцоо үүрэгтэй тодорхойлох боломжтойг харуулж байна.

Талархал

Судалгааг Боловсрол Шинжлэх Ухааны Яамны захиалгаар Шинжлэх Ухаан Технологийн Сангийн санхүүжилтээр суурь судалгааны төслийн (ШУТБИХХЗГ-2022/172) хүрээнд хийж гүйцэтгэв.

Ашигласан бүтээл

- [1] Болд А. Эколого-географические основы охраны и рационального использования орнитофауны МНР. р. 502 с. 1989.
- [2] Girma, Z., Mamo, Y., Mengesha, G., Verma, A and Asfaw, T. Seasonal Abundance and Habitat Use of Bird Species in and around Wondo Genet Forest, South-Central Ethiopia. *Ecol. Evol.* 2017, 7, 3397–3405. vol. *Evol.* 7, pp. 3397-3405. 2017.<https://doi.org/10.1002/ece3.2926>
- [3] Katuwal, H.B., Basnet, K., Khanal, B. Devkota, S., Rai, S.K., Gajurel, J.P., Scheidegger, C and Nobis, M.P. Seasonal Changes in Bird Species and Feeding Guilds along Elevational Gradients of the Central Himalayas, Nepal. *PLoS ONE*, vol. e0158362. no. 11, 2016.<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158362>
- [4] Болд А. Ойн шувуудын тухай. Академи А.Болдын бүтээлийн эмхэтгэл. Эмхэтгэсэн Г.Майнжаргал, Б.Батзол. *Улаанбаатар Соёмбо Принтинг*, vol. Дэд боть (1996-2007). pp. 295–304, 2016.
- [5] Ойн зарим дагалт баялгийн Атлас (тархац, нөөц, үнэлгээ). Дугаржав Ч. (Ер. ред). Улаанбаатар. 2011.
- [6] *Монгол орны ашигт ургамлын тархац – нөөцийн Атлас*. Дугаржав Ч. (Ер. ред). Улаанбаатар. Бэмби сан. 2014.
- [7] Цэрэнбалжид Г. Монголын нэн ховор, ховор, гоц ашигт ургамлын үрийн өнгөт цомог. Улаанбаатар. Бэмби сан. 2013.
- [8] Доржсүрэн Ч., Ч.Дугаржав., Г.Цэдэндаш, Ж.Түшигмаа, and М.Тунгалаг, *Монгол орны ойн мужлал, хэв шинж*. Улаанбаатар, Монгол Улс, 2020.
- [9] Mainjargal G, D.Enkhbileg, and B.Munkhjargal. Significance of seeds and berries in the diet of forest birds in Mongolia and their contribution to conservation. in *Proceedings of the International Conference on Plant Science*. Ulaanbaatar, Mongolia, 2024. pp. 89-91.
- [10] Newton, Ian. Can Conditions Experienced During Migration Limit the Population Levels of Birds? *Ornithology*. vol. 147, pp. 46-166. 2006. <https://doi.org/10.1007/s10336-006-0058-4>
- [11] Shackelford, and Clifford Eugene. Migration and the Migratory Birds of Texas: Who they are and Where they are going. *TPWD*, 1999.
- [12] Sekercioglu, Ç. H. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(8), 464– 471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>. *Trends Ecol. Evol.* 218, vol. 21, no. (8), pp. 464-471., 2006, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>
- [13] Levey, D. J., Silva, W. R and & Galetti, M. Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution, and conservation. *CABI*. 2002.
- [14] Caves, E. M., Jennings, S. B., HilleRisLambers, J., Tewksbury, J. J. and & Rogers, H. S. The natural experiment demonstrates that bird loss leads to cessation of dispersal of native seeds from intact to degraded forests. vol. *PLoS One*, 8(5), e65618. 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065618>
- [15] Mueller, T., Lenz, J., Caprano, T., Fiedler, W., and & Böhning- Gaese, K. Large frugivorous birds facilitate functional connectivity of fragmented landscapes. *J. Appl. Ecol.*, vol. 51, no. (3), pp. 684-692., 2014, <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12247>
- [16] Terborgh, J., Enemies maintain hyperdiverse tropical forests. *Am. Nat.*, vol. 179, no. (3), pp. 303–314. 2012, <https://doi.org/10.1086/664183>
- [17] Howe, H. F., and & Smallwood, J. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*. vol. 13(1), pp. 201–228, 1982, doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>
- [18] Kissling, W. D., C. Rahbek, and and K. Böhning-Gaese. Food plant diversity as broad-scale determinant of avian frugivore richness, *Proceedings of the Royal Society B. Biol. Sci.*, vol. 274. no. no 1611, pp. 799-808. 2007.<https://doi.org/10.1098/rspb.2006.0311>
- [19] Snow, D. W. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey, *Biotropica*. vol. 13, pp. 1–14, 1981..<https://doi.org/10.2307/2387865>
- [20] Bairlein, F. The study of bird migrations – some future perspectives: Capsule routes and destinations have been unveiled but modern techniques offer the chance to explore much more, *Bird Study*. vol. 50. no. 3, pp. 243-253. 2003.<https://doi.org/10.1080/00063650309461317>
- [21] Karasov, W. H. Digestion in birds: chemical and

physiological determinants and ecological implications, *Studies in Avian Biology*. vol. 13, no. no 39, p. L-4. 1990.

- [22] López-Calleja, M.V. and F. Bozinovic. Feeding behavior and assimilation efficiency of the Rufoustailed Plantcutter: a small avian herbivore, *Condor*. vol. 101, pp. 705-710., 1999..<https://doi.org/10.2307/1370206>
- [23] Şekercioğlu, Ç. H., G. C. Daily, and P. R. Ehrlich. Ecosystem consequences of bird declines, *Proc Natl Acad Sci USA*. vol. 101, no. no 52, pp. 18042-7, 2004..<https://doi.org/10.1073/pnas.0408049101>
- [24] Jose M Costa, Jaime A. Ramos, Luís P. da Silba, Sérgio Timoteo, Pedro M. Araújo, Marcial S. Felgueiras, António Rosa, Cláudia Matos, Paulo Encarnação, Paulo Q. Tenreiro and Ruben H. Heleno. "Endozoochory largely outweighs epizoochory in migrating passerines, *Journal of Avian Biology*," *J. Avian Biol.*, vol. 44, no. 001-006., 2013, <https://nso-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1600-048X.2013.00271.x>
- [25] Реймес Н.Ф. Птицы и млекопитающие южной тайги Средней Сибири. М-Л. Наука. 1966.