

## Diet analysis of the Khuvsgul grayling (*Thymallidae: Thymallus nigrescens*)

Mendsaikhan Bud<sup>1,\*</sup>, Bolortsetseg Erdenee<sup>1</sup>, Galindev Batbuyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Division of Water Resource and Water Utilization, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

<sup>2</sup>*Administration of Lake Khuvsgul and Eg River Basin, Murun, Mongolia*

\*Corresponding author email: [budmendsaihan@gmail.com](mailto:budmendsaihan@gmail.com)

Received: 31 October 2022 / Accepted: 30 November 2022 / Published online: 29 December 2022

### ABSTRACT

Lake Khuvsgul has low fish diversity due to its ultra-oligotrophic conditions and contains only 10 fish species. In this study, we examined stomachs of the endemic species, Khuvsgul grayling (*Thymallus nigrescens*), and compared a diet variation among populations inhabiting littoral and pelagic zones. We collected fish samples from littoral and pelagic zones of the southwest, northwest, and east shores using gill nets, and preserved specimens and their stomachs in 4% formalin. In the laboratory, we weighed fish stomachs and identified organisms in the stomachs at mostly order levels. We then assessed the abundances of each taxonomic group and calculated percentages of their occurrences based on the number of fish specimens caught at each zone. In order to examine whether the diet of the Khuvsgul grayling differs by littoral and pelagic zones, we conducted non-metric multidimensional scaling (NMDS), Analysis of Dissimilarity (ANOSIM), and Similarity Percentage (SIMPER) analyses. All statistical analyses were performed using the *vegan* package in the R program. According to the results, we found 13 taxonomic groups in the fish stomachs. Among them, zooplankton was the most frequently occurring group in the diet of the pelagic populations, whereas larval dipteran was the most frequently occurring group in the diet of littoral populations. The diet difference between littoral and pelagic populations was statistically significant (ANOSIM:  $p < 0.05$ ) and the most difference was observed between zooplankton, dipterans, and gammarids (SIMPER: 45%, 63%, and 72%, respectively). Our findings revealed that the Khuvsgul grayling populations are dependent on food availability in their environment.

**Keywords:** *Khuvsgul grayling, Diet, Littoral, Pelagic.*

## Хөвсгөл хадран загасны идэш тэжээлийн анализ (*thymallidae: thymallus nigrescens*)

Мэндсайхан Буд<sup>1\*</sup>, Болорцэцэг Эрдэнээ<sup>1</sup>, Галиндэв Батбуян<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Усны Нөөц, Ус Ашиглалтын Салбар, Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

<sup>2</sup>Хөвсгөл Нуур-Эгийн Голын Сав Газрын Захиргаа, Мөрөн, Монгол  
Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг: budmendsaihan@gmail.com

Хүлээн авсан: 2022 оны 10 сарын 31 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2022 оны 11 сарын 30 өдөр / Нийтлэгдсэн: 2022 оны 12 сарын 29 өдөр

### ХУРААНГУЙ

Хөвсгөл нуур ямдаг шимт (олиготрофик) учраас загасны зүйлийн бүрэлдэхүүний хувьд цөөн, 10 зүйлийн загас тархан амьдардаг. Энэхүү судалгааны ажилд бид эндемик загасны зүйл болох Хөвсгөл хадрангийн ходоодонд анализ хийж, гүн болон эргийн бүсийн популяцийн хооронд идэш тэжээлийн ялгаа бий эсэхийг харьцуулсан. Бид загасны дээжийг нуурын баруун урд, баруун хойд, зүүн эргийн гүн болон эрэг хэсгээс заламгайн тор ашиглан барьж, загас болон ходоодны дээжийг 4%-ийн формалинд фиксацлав. Лабораторийн нөхцөлд бид загасны ходоодыг жинлэж, идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнийг багийн түвшинд тодорхойлсон. Цаашлаад бид илэрсэн ангилал зүйн бүлгүүдийн арвийг тооцож, тэдгээрийн тохиолдлын хувийг эрэг, гүний бүсэд тархсан загасны бодгалийн тооноос хамааруулан бодож гаргав. Эргийн болон гүний бүсэд тархан амьдардаг Хөвсгөл хадран загас идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнээрээ хоорондоо ялгаатай эсэхийг бид non-metric multidimensional scaling (NMDS), Analysis of Dissimilarity (ANOSIM), болон Similarity Percentage (SIMPER) анализуудыг ашиглан шалгав. Эдгээр статистик анализыг R программ дээр *vegan* пакежийн тусламжтай гүйцэтгэв. Судалгааны дүнд бид загасны ходоодноос нийт 13 ангилал зүйн бүлгийг илрүүлсэн. Эдгээрийн дунд хөвмөл амьтад гүний бүсэд тархан амьдардаг популяцийн идэш тэжээлд, харин хос далавчтаны авгалдай эргийн бүсэд тархан амьдардаг популяцийн идэш тэжээлд тус тус өндөр давталттай илрэв. Эргийн болон гүний бүсийн популяцийн идэш тэжээлийн энэхүү ялгаа статистикийн хувьд ач холбогдолтой (ANOSIM:  $p < 0.05$ ) бөгөөд хамгийн их ялгааг хөвмөл амьтад, хос далавчтан, шаамий хавч (SIMPER: харгалзах хувь 45, 63, болон 72) үүсгэж байгаа болохыг тодорхойлов. Бидний судалгааны дүн Хөвсгөл хадрангийн популяци амьдрах орчинд тохиолдох идэш тэжээлээс хамааралтай болохыг харуулж байна.

**Түлхүүр үгс:** Хөвсгөл хадран, Идэш тэжээл, Эргийн бүс, Гүн

## 1. ОРШИЛ

Хөвсгөл нуур нь Монгол орны цэнгэг усны их сан хөмрөг, нөөцийн 93.6%-ийг агуулдаг, гарал үүслийн хувьд Байгаль нууртай хүйн холбоотой, биологийн олон янз байдлыг агуулсан, байгалийн унаган төрхөө харьцангуй хадгалан үлдсэн, байгалийн бүс бүслүүрийн бүхий л хэв шинжийг төлөөлдөг, аялал жуулчлалыг зохион байгуулалттайгаар хөгжүүлэх рекреацийн нөөц бүхий нутаг болохынх нь хувьд 1992 онд Улсын тусгай хамгаалалтад оруулсан байдаг. Хөвсгөл нуур нь мандлын талбайгаараа (2760 км<sup>2</sup>) Азид аравдугаарт, гүнээрээ (262 м) Азид дөрөвдүгээрт, усны эзлэхүүнээрээ (480 км<sup>3</sup>) дэлхийд 19-т, цэнгэг усны нөөцөөр Монголдоо нэгдүгээрт, тунгалгаараа (27м) дэлхийд гуравдугаарт [1] ордог, ультра-олиготрофик буюу ядмаг шимт нуур юм [2]. Тийм учраас бусад томоохон нуурын экосистемтэй харьцуулахад Хөвсгөл нуур нь загасны зүйлийн бүрэлдэхүүнээр ядмаг, нуурын гүн хэсэгт махан идэшт загасны зүйлийн бүрэлдэхүүн цөөн, эргийн бүсэд загасны нягтшил их байдгаараа онцлог юм.

Хөвсгөл нуурт 7 овгийн 10 зүйл загас [3], [4] тэмдэглэгдсэнээс ангилал зүй, амьдралын хэлбэр, идэш тэжээлийн онцлогоороо хамгийн сонирхол татдаг зүйлийн нэг нь Хөвсгөл нуурын унаган зүйл загас болох Хадрангийнханы овогт (*Thymallidae*) хамаарах Хөвсгөл хадран *Thymallus nigrescens* Dorogostaisky, 1923 юм [4]-[7]. Хөвсгөл хадран загас нь шивэр хадран (*Thymallus arcticus*) загастай нягт холбоотой бөгөөд зарим эрдэмтэд түүнийг шивэр хадран загасны дэд зүйл [8], зарим нь бие даасан зүйл [9]-[12], зарим нь морфологи, генетик, биохимийн шинжилгээ нэмж хийх [13]-[15], зарим нь генетикийн хувьд алслагдмал хоёр салбар зүйл [6] байх магадлалтай, зарим нь амьдрах орчноосоо хамааран морфологи шинж чанараараа ялгаатай [16] хэмээн үзэж байгаагаас харахад Хөвсгөл хадран загасны ангилал зүй өнөөг болтол маргаантай хэвээр байна. Хөвсгөл хадран загас нь нуурын идэш тэжээлийн гинжин хэлхээнд дээд түвшний махчин болох гутаарь загасны идэш тэжээлд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг.

Хөвсгөл хадран загас нь Монгол Улсын Загасны улаан дансанд бүс нутгийн зэрэглэлээр “устаж болзошгүй” B2ab (i,ii,iii,iv,v) ангилалд бүртгэгдсэн [17]. Үндэслэл нь нуурын хэмжээнд тоо толгойн хувьд харьцангуй элбэг ч дэлхийн уур амьсгалын дулаарлаас үүдэн Монгол оронд сүүлийн 80 жилд уур амьсгалын дулаарлын дүнд агаарын дундаж температур 2.3<sup>0</sup>C-аар нэмэгдэж [18] байгаагаас амьдрах орчин нь доройтож, түрс шахах талбай нь хатаж ширгэн хомсодсон, мөн хууль бус агнуурын нөлөөгөөр [19] бодгалийн тоо тасралтгүй буурч байгаагаар холбоотой. Үүнээс гадна, улс орон зах зээлийн эдийн засагт шилжин орсноос нуур тойрсон жуулчны баазууд олшрон хүн амын нягтрал ихсэж байгаа [2] нь тухайн зүйл загасны тоо толгойд сөргөөр нөлөөлөх болсон. Хэдийгээр тус зүйл загасыг бүс нутгийн хэмжээнд “устаж болзошгүй” зүйлд багтаан, хамгааллын асуудлыг тусгасан боловч популяцийн экологийн талаарх ойлголт хязгаарлагдмал, мониторинг судалгаа хомс хэвээр байна [20].

Энэхүү судалгаанд Хөвсгөл нуурын баруун урд, зүүн, баруун хойд хэсгээс туршилтын заламгайн тор ашиглан цуглуулсан Хөвсгөл хадран загасны идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнийг судалж, эргийн болон гүний бүсээр хооронд нь харьцуулж, ялгаатай эсэхийг тодорхойлсон болно.

Үүний тулд Хөвсгөл хадран загасны идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүн нь давтагдах давтамжаараа ялгаатай болон амьдрах орчноосоо хамааран идэш тэжээлийн бүлэг өөрчлөгдөж байгаа эсэхийг тогтоохыг зорьсон.

## 2. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ

### 2.1. Хээрийн болон лабораторийн аргазүй

2018 оны 7 дугаар сард Хөвсгөл нуурын баруун урд, зүүн, баруун хойд хэсгийн эрэг болон гүний хэсгээс янз бүрийн нүд (12x12, 20x20, 35x35, 40x40, 60x60) бүхий туршилтын заламгайн тороор загасыг барьж биеийн уртыг Правдины арга зүйн дагуу хэмжин, цахилгаан жингээр биеийн жинг жигнэсэн. Идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнийг судлахын тулд ходоод болон загасыг бүхлээр нь 4%-ийн формалины уусмалд бэхжүүлэн лабораторийн нөхцөлд илэрсэн организмыг багийн түвшинд түлхүүр бичгийн [21] тусламжтай тодорхойлсон.

## 2.2. Өгөгдөл боловсруулалт

Идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнд илэрсэн амьтдыг нийт тэжээлийн амьтдын давтагдах давтамжийн хувиар тооцоолон гаргасан. Хөвсгөл хадранг эрэг, гүн хэсэгт амьдарч байгаагаас хамааруулж идэш тэжээлийн хэлбэрээрээ ялгаатай эсэхийг тодорхойлох анализад ходоодноос илэрсэн организмуудын арвийг ашигласан. Тус анализад эргийн бүсээс 64, гүний бүсээс 64 нийт 128 хөвсгөл хадрангийн ходоодны өгөгдлийг ашиглав. Ходоодыг бүхэлд нь дүүргэсэн, тоолох боломжгүй хэт олноор тохиолдсон амьтдын тоо толгойг нийт ходоодны жин болон бусад амьтдын (Жишээлбэл, сэлүүр хөлт болон салаа сахалт хавч гэх мэт) жингийн дунджаас тооцож гаргасан.

Эргийн болон гүний бүсэд амьдарч буй хөвсгөл хадрангийн идэш тэжээлийн бүлгийн ялгааг тодорхойлохын тулд нэгдүгээрт, 13-н идэш тэжээлийн бүлгийн эргийн болон гүний бүсийн ерөнхий хамаарлыг Non-metric multidimensional scaling (NMDS); хоёрдугаарт, эргийн болон гүний хэсэг нь хоорондоо статистикийн хувьд ялгаатай эсэхийг Analysis of Dissimilarity (ANOSIM); гуравдугаарт, идэш тэжээлийн аль бүлэг эргийн болон гүнд тохиолдож буй хөвсгөл хадрангийн хооронд ялгаа үүсгэж байгааг Similarity Percentage (SIMPER) зэрэг анализыг тус тус ашиглан шалгав [22]. Эдгээр анализуудыг биологийн өгөгдлийг боловсруулахад зориулагдсан Брэй Куртис зайн матриц (Bray Curtis distance matrix) ашиглан, *vegan* package-ийн [23] тусламжтай R version 4.0.0 [24] статистикийн программ дээр хийж гүйцэтгэлээ.

## 3. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Хөвсгөл нуурын баруун урд, зүүн, баруун хойд хэсгийн эргийн бүсээс 111 бодгаль, гүний хэсгээс 74 бодгаль, нийт 185 бодгалийг барьсан. Үүнээс эргийн бүсэд тавьсан заламгайн торонд 108-339 мм урттай, 9.5-279 гр жинтэй, нуурын гүний бүсэд тавьсан заламгайн торонд 210-385 мм урттай, 60-419 гр жинтэй Хөвсгөл хадран загас хамрагдсан.

Эрэг болон гүнээс баригдсан Хөвсгөл хадран загасны ходоодонд илэрсэн организмуудын жагсаалтыг хүснэгт 1-д харуулав. Идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнд макросээрнууруугүйтэн, хөвмөл амьтад, загасны түрс зэрэг 13 бүлэг илэрсэн. Эргийн бүсээс баригдсан Хөвсгөл хадран загасны идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнд давтагдах давтамжаар зонхилох хувийг хос далавчтаны багийн төлөөлөгч (85.9%), хуурай газрын шавьж (57.7%), шаамий хавч (47.8%) эзэлж байсан бол нуурын гүний хэсгээс баригдсан Хөвсгөл хадран загасны идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнд давтагдах давтамжаар зонхилох хувийг хөвмөл амьтад (53.1%), хос далавчтаны багийн (45.3%), хайрсан далавчтаны багийн шавьж (31.2%) тус тус эзэлж байсан.

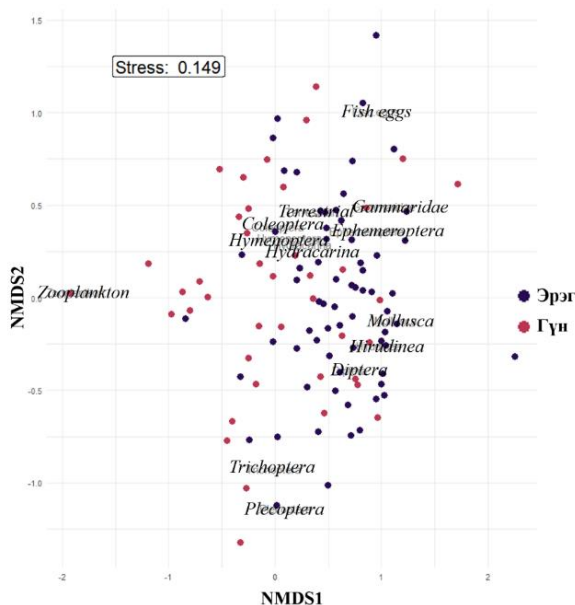
Хүснэгт 1. Хөвсгөл хадран загасны идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүн.

Идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүн	Давтагдах давтамжаар (%)	
	Эрэг	Гүн
Өдөрчийн баг (Ephemeroptera)	11.2	3.1
Хаварчийн баг (Plecoptera)	12.6	6.3
Хоовгоны баг (Trichoptera)	18.3	15.6
Хуурай газрын шавьж	57.7	29.6
Хос далавчтаны баг (Diptera)	85.9	45.3
Зөөлөн биетэн (Mollusca)	22.5	6.2
Цохын баг (Coleoptera)	21.1	29.6
Шаамий хавч ( <i>Gammarus lacustris</i> )	47.8	12.5
Хөвмөл амьтад (Zooplankton)	4.2	53.1
Хайрсан далавчтан (Hymenoptera)	35.2	21.2
Хануур хорхой (Hirudinea)	4.2	0
Усны хачиг (Hydracarina)	12.7	4.6
Загасны түрс	18.3	1.5
Нийт дээж авсан ходоодны тоо, шир	111	74
Дээжийн тоо, шир	64	64

Хоосон ходоодтой загас, шир	47	10
-----------------------------	----	----

### Эргийн болон гүний бодгалиудын идэш тэжээлийн ялгаа

NMDS анализ буюу амьдрах орчин болон идэш тэжээлийн бүлгийн ерөнхий хамаарлын үр дүнг зураг 1-д харуулав. NMDS-ийн стресс үзүүлэлт 0.149 буюу 0.2-с бага байх нь хамаарлын үнэмшил өндөр болохыг илтгэнэ. Эндээс харахад эрэг (хөх), гүний (ягаан) хооронд идэш тэжээлийн давхцал ихтэй байгаа ч цөөхөн бүлгээр ялгаатай нь ажиглагдав. Тухайлбал, хөвмөл амьтдын арви болон гүний хамаарал их байгаа нь гүнд амьдардаг Хөвсгөл хадран эрэг орчимд амьдардаг хадрангаас илүү хөвмөл амьтдаар хооллодог байх магадлалтайг харуулж байна. Энэхүү хамаарлыг ANOSIM-ээр шалгаж үзэхэд статистикийн хувьд ач холбогдолтой ( $p < 0.05$ ) буюу гүн болон эрэгт амьдардаг Хөвсгөл хадран идэш тэжээлийн сонголтын хувьд ялгаатай болохыг илтгэж байна. SIMPER анализаар гол ялгаа үүсгэж буй идэш тэжээлийн бүлгийг хөвмөл амьтад (Zooplankton), хос далавчтан (Diptera), шаамий хавч (*Gammarus lacustris*) болохыг тодорхойлсон бөгөөд гүн, эргийн хоорондын ялгааны хувь тус амьтдын хувьд 45-71% байв.



Зураг 1. Идэш тэжээлийн бүлэг болон амьдрах орчны хамаарлыг илэрхийлсэн NMDS график.

## 4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Судлаачдын тэмдэглэснээр Хөвсгөл хадран загасыг холимог идэштэн хэмээн дүгнэсэн байдаг. Тухайлбал, Монгол-Оросын хамтарсан Биологийн иж бүрэн экспедиц [25] болон Оросын эрдэмтэн Сиделева нарын судалгааны дүнгээс үзэхэд Хөвсгөл хадран загас холимог идэшт бөгөөд идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнд гол төлөв хөвмөл амьтад зонхилдог [2]. Мөн Баасанжав нарын судалгаагаар Хөвсгөл хадран холимог хооллолтой, 20 хоногтой жарамгайн үндсэн тэжээл нь хавч хэлбэртэн, жижиг багшраа ялааны авгалдай байгаад насны өсөлтийн хирээр хоол тэжээлийн бүрэлдэхүүн өөрчлөгдөнө хэмээжээ [26]. Гэхдээ эдгээр судалгааны дүн нь Хөвсгөл хадран загасны идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнийг амьдрах орчноор хуваалгүй нийтэд нь тодорхойлон гаргасан үр дүн юм. Бидний судалгаагаар эргийн бүсээс баригдсан Хөвсгөл хадран загасны идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнийг давтагдах давтамжаар нь авч үзэхэд хөвмөл амьтдын эзлэх хувь эргийн бүсэд харьцангуй бага буюу 4.2%, гүний бүсэд 53.1% тус тус байв. Энэ ялгаа нь NMDS, ANOSIM болон SIMPER анализуудын дүнд илүү тодорхой болов.

Судалгааны дүнгээс харахад Хөвсгөл хадран загас нь холимог идэштэн боловч амьдрах орчноосоо хамааран идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүн нь өөр өөр байгаа бөгөөд нуурын гүний хэсэгт амьдардаг загасны

бүрэлдэхүүнд хөвмөл амьтад зонхилж байгаа бол эргийн бүсийн загасны идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнд хос далавчтаны багийн авгалдай, шаамий хавч голлох үүрэг гүйцэтгэж байна.

## 5. ДҮГНЭЛТ

Нуурын гүний хэсэгт босоо тор тавихад хүчин чадал сайтай том оврын завь шаардлагатай байдаг тул судалгааг явуулахад хүндрэл учирдаг. Гэсэн хэдий ч бид Хөвсгөл нуурын гүний хэсгийн 100 м-ээс доош хэсэгт босоо тор тавин түүнд баригдсан Хөвсгөл хадран загасны идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнийг эргийн бүсийн 1-5 м-ийн гүнд тархан идээшилж байгаа популяцитай харьцуулан үзсэн нь судалгааны шинэлэг тал болсон.

Нуурын эрэг болон гүний бүс нь усны физик-химийн үзүүлэлтээр хоорондоо харилцан адилгүй учир организмд өөр өөр амьдрах орчныг бий болгодог. Тухайлбал, эргийн бүс илүү гүехэн учир ургамал элбэгтэй, элс хайрга гэх мэт ёроолын хурдас нь олон зүйл усны шавьжийн хувьд идээшлэх, хооллох, нуугдах таатай орчин. Харин гүн буюу задгай усан санд гэрэл нэвтрэлтийн гүнээс хамаарч ихэвчлэн замаг тохиолдох бөгөөд бэхлэгдэх хурдас, дээд ургамал харьцангуй бага тул усанд чөлөөтэй сэлэгч сэлүүр хөлт (Copepoda), салаа сахалт (Cladocera) хавч зэрэг хөвмөл амьдралтай, замгаар хооллогч амьтад элбэгтэй. Тиймээс эрэг болон гүнд амьдарч буй Хөвсгөл хадран загас нь энэхүү зүй тогтлын дагуу тухайн орчинд элбэг тохиолдох организмыг сонгон хооллодог болохыг бидний судалгаа харуулж байна.

Эндээс дүгнэхэд Хөвсгөл нуур нь олиготроф буюу маш ядмаг шимт нуур тул тэжээлийн баазыг бүрэн ашиглахын тулд Хөвсгөл хадран загас нь гүний болон эргийн гэсэн хоёр бүлийг үүсгэдэг байх магадлалтай байна. Иймд цаашид гүний болон эргийн бүсэд тархан идээшлэх Хөвсгөл хадран загасны заламгайн өргөсний тоо нь идэш тэжээлийн бүрэлдэхүүнээс хамааран өөрчлөгдөж байгаа эсэх, өдрийн тэжээлийн рацион, тэжээлийн амьтдаа сонгох чадвар, эрчим зэргийг давталттай дээжид тулгуурлан нарийвчилсан судлах шаардлагатай байна.

## ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажил нь “Хөвсгөл нуурын байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсийн иргэдийн амьжиргааг дээшлүүлэх, тогтвортой аялал жуулчлалыг хөгжүүлэх нэгдсэн төсөл”-ийн Усны чанарын хяналтын хөтөлбөрийн хүрээнд “Наячрал Састайнэблэ” ХХК-иас санхүүжүүлсэн NS217/04 тоот гэрээний хүрээнд хийгдсэн. Судалгааны ажилд хамтран оролцож, гүн туслалцаа үзүүлсэн “Наячрал Састайнэблэ” ХХК-ны захирал О. Батгэрэл, мэргэжилтэн Азаяа, Г. Батдорж, МУИС-ийн 4-р дамжааны оюутан Мөрөн нарт талархал илэрхийлж байна.

## АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛ

- [1] О. М. Кожова и Е. А. Ербаева. Обзор гидробиология озера Хубсугул (Монголия). *Гидробиология*. 291: 11-19. 1994.
- [2] С. Е. Goulden, Т. Sitnikova, J. Gelhaus, and В. Boldgiv. *The geology, biodiversity, and ecology of Lake Khuvsgul (Mongolia)*. Netherlands: Backhuys Publishers. 2006.
- [3] П. Я. Тугарина и А. Дашдорж. Монгольский хариус *Thymallus brevirostris* в бассейне р. Дзабхан. *Вопросы ихтиологии*, Т.12. вып. 5(76), pp. 844-856. 1972.
- [4] Ю. Ю. Дгебуадзе. К изучению состава населения водоемов Монгольской Народной Республики. Зоогеографическое районирование МНР. Под. Ред. В. Е. Соколова. Советский комитет по программе Юнеско “Человек и биосфера”. Москва. С. 72-85. 1986.
- [5] А. Дашдорж и А. И. Демин. Зоографический анализ ихтиофауны Монголии. Природные условия и ресурсы Прихубсугуля. Иркутск- Улан-батор: Иркутск. Гос. ун-т. Вып 5 С. pp.141-154. 1977.
- [6] Г. Баасанжав, Ю. Ю. Дгебуадзе, А. Н. Демин, А. Дулмаа, В. Я. Ермохин, и др. *Рыбы МНР*. Москва: Наука. 1983.
- [7] Б. Мэндсайхан, Ю. Ю. Дгебуадзе, ба П. Сүрэнхорлоо. *Монгол орны загасны лавлах*. Улаанбаатар: ДБХС-ийн МХГ-Адмон. 2017.
- [8] Ю. С. Решетников. *Систематика Сиговых рыб*. Москва. 2002.

- [9] Л. С. Берг. *ЗСБНХУ болон түүний орчмын цэнгэг усны загас*. Москва. 1949.
- [10] И. Б. Книжин, С. Дж. Вайс и С. Сушник. Хариусы бассейна оз. Байкал (*Thymallus*, Thymallidae): разнообразие форм и их таксономический статус. *Вопросы ихтиологии*. Т.46. Вып. 4. pp. 442-459. 2006.
- [11] И. Б. Книжин, С. Дж. Вайс, Б. Э. Богданов, Т. Копун, и О. В. Музалевская. Хариусы (Thymallidae spp. Salmonidae) водоемов Западной Монголии: Морфологическое и генетическое разнообразие. *Вопросы Ихтиологии*. Том. 48. №6. pp. 745-766 2008.
- [12] M. Kottelat. *Fishes of Mongolia: a checklist of the fishes known to occur 2006. in Mongolia with comments on systematics and nomenclature*. Washington D.C: World Bank.
- [13] E. Froufe, I. Knizhin, and S. Weiss. Phylogenetic analysis of the genus *Thymallus* (grayling) based on mtDNA control region and ATPase 6 genes, with inferences on control region constrains and broad-scale Eurasian phytogeography. *Mol. Phylog. Evol.*, vol. 34, pp. 106-115. 2005. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2004.09.009>
- [14] S. Weiss, I. Knizhin, A. Kirillov, and E. Froufe. Phenotypic and genetic differentiation of two major phylogeographic lineages of arctic grayling *Thymallus arcticus* in the Lena River, and surrounding Arctic draining basins. *Biol. J.Linn. Soc.*, vol.88, pp. 511-525. 2006. Available: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2006.00621.x>
- [15] S. Weiss, I. Knizhin, V. Romanov, and T. Kopun. Secondary contact between two divergent lineages of grayling *Thymallus* in the lower Enisey basin and its taxonomic implications. *J. Fish Biol.*, vol.71(sc), pp. 371-386. 2007. Available: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01662.x>
- [16] K. W. Olson, T. J. Krabbenhoff., T. R. Hrabik, B. Mendsaikhan, and O. P. Jensen. Pelagic-Littoral resource polymorphism in Khuvsgul grayling *Thymallus nigrescens* from Lake Khuvsgul, Mongolia. *Ecol. Freshwat. Fish.*, vol. 28, no. 3, pp. 411-423. 2018. Available: <https://doi.org/10.1111/eff.12464>
- [17] Ж. Ососк, Г. Баасанжав, Ж. Е. М. Валлие, М. Эрдэнэбат, М. Коттелат, Б. Мэндсайхан ба бусад. *Монгол орны Загасны Улаан Данс*. Лондон. 2006а.
- [18] IPCC ARG. WGI. Technical Summary, 2022.
- [19] C. M. Free, O. P. Jensen and B. Mendsaikhan. A Mixed-Method Approach for Quantifying Illegal Fishing and its Impact on an Endangered Fish Species. *PLOS ONE*, 11(1): e0148007. 2015. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148007>
- [20] Ж. Ососк, Г. Баасанжав, Ж. Е. М. Валлие, М. Эрдэнэбат, М. Коттелат, Б. Мэндсайхан ба бусад. *Монгол орны загас хамгааллын төлөвлөгөө*. Лондон. 2006б.
- [21] J. Morse, Ya. Lianfang, and T. Lixin. *Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality*. China: Hohai University Press. 1994.
- [22] K. R. Clarke. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecol.*, vol. 18, pp. 117-143. 1993. Available: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- [23] J. Oksanen, F. G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlenn et.al. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-6. 2018. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan/>
- [24] R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL 2020. <https://www.R-project.org/>.
- [25] Г. Баасанжав, Ю. Ю. Дгебуадзе, А. Н. Демин, А. Дулмаа, В. Я. Ермохин и др. *Экология и хозяйственное значение рыб МНР*. Москва: Наука. 1985.
- [26] Г. Баасанжав ба Я. Цэнд-Аюуш. *Монгол орны загас*. Улаанбаатар. 2001.