

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ
ИЗМЕНЧИВОСТИ ГОЛЬЦОВ (*SALVELINUS*, *SALMONIDAE*)
КРОНОЦКОГО ОЗЕРА (КАМЧАТКА)**

Н.С. Романов¹, С.В. Фролов¹, А.П. Никаноров², М.Ю. Репин²

¹*Институт биологии моря ДВО РАН, Пальчевского, 17, Владивосток, 690041,
Россия. E-mail: n_romanov@inbox.ru*

²*Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник, Камчатский
край, Елизово. E-mail: kishten@mail.ru*

Исследованы флуктуирующая асимметрия и средние значения 12 признаков у гольцов Кроноцкого озера: белого – *Salvelinus albus*, длинноголового – *S. kronocius*, носатого – *S. schmidti* и мальмы – *S. malma*. Длинноголовый голец демонстрирует наиболее высокий уровень флуктуирующей асимметрии, а белый голец – наименьший по всем использованным показателям. Кластеризация гольцов Кроноцкого озера по средним значениям признаков показывает разбиение на два кластера: один образуют белый и длинноголовый гольцы, другой – носатый и мальма. Различия между членами в первом кластере намного меньше, чем во втором.

**SOME ASPECTS OF MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF
CHARS (*SALVELINUS*, *SALMONIDAE*) OF KRONOTSKOYE
LAKE (KAMCHATKA)**

N.S. Romanov¹, S.V. Frolov¹, A.P. Nikanorov², M.Yu. Repin²

¹*Institute of Marine Biology, FEB RAS, 17 Palchevsky Str., Vladivostok, 690041,
Russia. E-mail: n_romanov@inbox.ru*

²*Kronotsky State Nature Biosphere Reserve, Elizovo, Kamchatka.
E-mail: kishten@mail.ru*

Fluctuating asymmetry and average values of 12 signs at chars of Kronotskoye lake: white char – *Salvelinus albus*, long-headed char – *S. kronocius*, long-nosed char – *S. schmidti* and Dolly Varden – *S. malma* are investigated. The long-headed char shows the highest level of fluctuating asymmetry, and the white char – the least on all used indicators. The clusterization of Kronotskoye lake chars on average values of signs shows division into two clusters: one white and long-headed chars form, another – long-nosed char and Dolly Varden. The distinction between members in the first cluster is much less, than in the second.

Исследование морфологической изменчивости гольцов Кроноцкого озера было в свое время начато Р.М. Викторовским (1978). Позже к этим рыбам привлекалось внимание и других специалистов (Васильева, 1980; Савваитова, 1989;

Глубоковский, 1995; Черешнев и др., 2002; Романов и др., 2003, 2007; Паренский и др., 2004; Ostberg et al., 2009). Данным сообщением мы продолжаем публикацию результатов нашего исследования морфологической изменчивости представителей ихтиофауны Кроноцкого озера.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материал для данной работы был собран в полевые сезоны 2003–2004 гг. Это следующие виды гольцов: белый – *Salvelinus albus* Glubokovsky (N – 53), носатый – *S. shmidti* Viktorovsky (N – 56), длинноголовый – *S. cronocius* Viktorovsky (N – 27) и жилая мальма – *S. malma* Walbaum (N – 43), которая живет в вытекающей из озера р. Кроноцкой. Нами были исследованы такие показатели морфологической изменчивости, как флуктуирующая асимметрия и средние значения следующих признаков: число ветвистых лучей в грудных (P) и брюшных (V) плавниках, число заглазничных (porb) и подглазничных (sorb) костей, число каналов второго порядка сейсмодатчиков на предкрышечных (por), слезных (lacr) и первых заглазничных (porb–1) костях, число пор сейсмодатчиков на зубных (dent) костях, а также на медиальных (front–1) и латеральных (front–2) частях лобного канала сейсмодатчиков, число жаберных тычинок (sp. br.) и жаберных лучей (r. br.). Флуктуирующая асимметрия оценивалась по: доле асимметричных особей в выборке, доле особей асимметричных по одному, двум, трем и т.д. признакам от числа асимметричных особей, доле особей асимметричных по разным признакам от общего числа случаев асимметрии в выборке, по дисперсии флуктуирующей асимметрии (Захаров, 1987). Для сравнения уровня флуктуирующей асимметрии разных признаков было проведено нормирование ее путем деления дисперсии на среднее значение признака. Просуммировав нормированные дисперсии флуктуирующей асимметрии признаков мы получили обобщенную оценку флуктуирующей асимметрии для каждого вида. Сравнение исследованных гольцов по дисперсии флуктуирующей асимметрии проводилось с использованием критерия Фишера, а по средним значениям признаков – t_{st} – критерия Стьюдента (Плохинский, 1970).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большая часть особей гольцов в выборках оказались асимметричными, а доля их колебалась от 94,6 % (носатый) до 100 % (длинноголовый). Среди асимметричных рыб наибольшую долю составляли особи, асимметричные по трем признакам, а колебания этого показателя были небольшими – от 33,3 % (мальма) до 37,7 % (носатый). Доля рыб, асимметричных по двум признакам была значительно меньше во всех выборках и варьировала она от 14,8 % (длинноголовый) до 28,3 % (носатый). Еще меньшую долю составляли особи, асимметричные по: одному – от 9,4 % (носатый) до 19,6 % (белый), по четырем – от 7,8 % (белый) до 22,2 % (длинноголовый) и по пяти – от 7,5 % (носатый) до 16,7 % (мальма) признакам. Только у мальмы встречались особи, асимметричные по шести признакам.

Максимальную долю асимметричных особей от числа асимметричных случаев составляли таковые по числу жаберных лучей – от 15,4 % (мальма) до 20,1 % (белый). Несколько меньше был этот показатель по числу пор на латеральных ча-

стях лобного канала – от 13,7 % (белый) до 19,9 % (носатый). Средние значения этого показателя характерны для числа: жаберных тычинок – от 9,9 % (носатый) до 13,8 % (мальма), пор на зубных костях от 8,6 % (носатый) до 12,7 % (длинноголовый), каналов на предкрышечных костях – от 6,0 % (носатый) до 12,2 % (мальма) и лучей в грудных плавниках – от 4,1 % (мальма) до 12,9 % (белый). Минимальные значения этого показателя отмечаются для числа: подглазничных – от 0,0 % (белый, длинноголовый) до 2,0 % (носатый) и заглазничных – 1,3 % (длинноголовый) до 2,4 % (мальма) костей, лучей в брюшных плавниках – 0,0 % (мальма) до 4,3 % (белый), каналов на слезных – от 5,8 % (белый) до 7,9 % (носатый) и первых заглазничных – от 6,0 % (носатый) до 9,4 % (белый) костях и пор на медиальных частях лобного канала – от 2,2 % (белый) до 9,9 % (носатый).

Максимальными значениями нормированной дисперсии флуктуирующей асимметрии исследованные гольцы отличались по числу: пор на медиальных частях лобного канала – от 0,026 (белый) до 0,123 (носатый), каналов на слезных – от 0,046 (белый) до 0,129 (длинноголовый) и первых заглазничных – от 0,079 (носатый) до 0,122 (длинноголовый) костях, пор на латеральных частях лобного канала – от 0,098 (белый) до 0,161 (носатый). На среднем уровне этот показатель был по числу: жаберных лучей – от 0,038 (мальма) до 0,043 (белый), пор на зубных костях – от 0,058 (носатый) до 0,088 (длинноголовый) и каналов на предкрышечных костях – от 0,042 (белый, носатый) до 0,096 (мальма). Минимальные значения нормированной дисперсии флуктуирующей асимметрии отмечались по числу: ветвистых лучей в брюшных плавниках – от 0,000 (мальма) до 0,014 (белый), подглазничных – от 0,000 (белый, длинноголовый) до 0,027 (носатый) и заглазничных – от 0,009 (белый) до 0,024 (мальма) костей, ветвистых лучей в грудных плавниках – от 0,013 (носатый) до 0,026 (белый) и жаберных тычинок – от 0,017 (носатый) до 0,030 (длинноголовый).

Характерно, что каждая выборка отличалась своей картиной соотношения нормированных дисперсий флуктуирующей асимметрии по исследованным признакам.

Достоверные различия по дисперсии флуктуирующей асимметрии между белым и носатым гольцами были отмечены по числу: ветвистых лучей в грудных и брюшных плавниках, подглазничных и заглазничных костей, пор на медиальных и латеральных частях лобного канала. Белый и длинноголовый гольцы достоверно различались между собой по этому показателю по числу: каналов на слезных костях и пор на медиальных частях лобного канала. Достоверные различия по дисперсии флуктуирующей асимметрии между белым гольцом и мальмой были характерны по числу: ветвистых лучей в брюшных плавниках, подглазничных и заглазничных костей, каналов на предкрышечных костях и пор на медиальных частях лобного канала. Носатый и длинноголовый гольцы достоверно различались между собой по этому показателю по числу: лучей в грудных плавниках, подглазничных костей, каналов на слезных костях и жаберных тычинок. Достоверные различия по дисперсии флуктуирующей асимметрии между мальмой и длинноголовым гольцом были отмечены по числу: ветвистых лучей в брюшных плавниках, подглазничных костей и каналов на слезных костях. Носатый голец и мальма достоверно различались между собой по этому показателю по числу: ветвистых лучей в брюшных

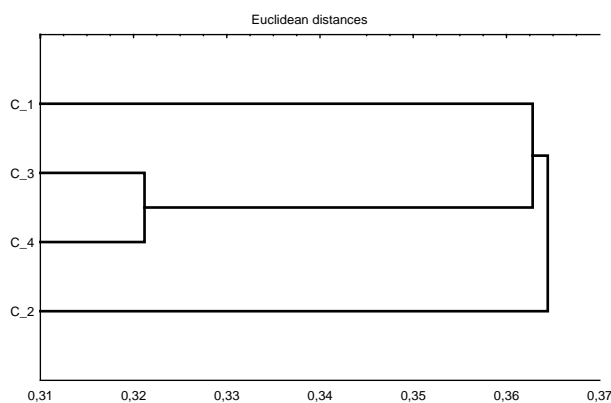


Рис. 1. Дендрограмма сходства выборок гольцов Кроноцкого озера по нормированным дисперсиям флуктуирующей асимметрии признаков

плавниках, подглазничных костей, каналов на предкрышечных костях и жаберных тычинок.

Кластеризация гольцов Кроноцкого озера по нормированной дисперсии флуктуирующей асимметрии совокупности использованных признаков демонстрирует разделение на три кластера: в одном – объединяются длинноголовый голец и мальма, два других кластера образованы белым и носатым гольцами (рис. 1).

Сумма нормированных значений дисперсии флуктуирующей асимметрии колебалась от 0,510 – белый до 0,776 – длинноголовый голец. Носатый голец (0,657) и мальма (0,707) имели промежуточные значения этого показателя. Так как флуктуирующая асимметрия является показателем стабильности развития и отражает условия развития, то мы можем говорить о том, что эмбриональное и раннее постэмбриональное развитие у белого и длинноголового гольцов проходило в достаточно различающихся по оптимальности условиях, то есть для белого гольца они были лучше.

Число ветвистых лучей в грудных плавниках колебалось в наибольшей степени у носатого гольца (11–14) и мальмы (12–15), а менее – белого (12–14) и длинноголового (13–15). Минимальное среднее число ветвистых лучей в грудных плавниках было отмечено для носатого гольца (13,15) и мальмы (13,19), а максимальное – для длинноголового (13,62); немного меньше оно было у белого гольца (13,56). Белый и длинноголовый гольцы достоверно отличались от носатого и мальмы по среднему значению этого признака. Наибольшее варьирование числа ветвистых лучей в брюшных плавниках (7–9) характерно для белого и носатого гольцов, а наименьшее – для длинноголового (7–8); в выборке мальмы все особи имели по 8 ветвистых лучей. По среднему значению числа лучей в брюшных плавниках мальма, носатый (по 8,00) и длинноголовый (7,97) гольцы достоверно не отличались, а белый имел значительно большее среднее значение этого признака (8,26).

Число заглазничных костей более всего варьировало в выборке мальмы (2–4), а в остальных – меньше (2–3). Среднее число заглазничных костей колебалось между этими выборками в небольших пределах и только белый голец (3,02) достоверно отличался от носатого (2,97) немного большим значением его. Число подглазничных костей более всего колебалось у носатого гольца (1–3), а у мальмы колебание значений этого признака было меньше (2–3); у белого и длинноголового гольцов все особи имели по 2 подглазничных кости. По среднему числу подглазничных костей исследованные гольцы достоверно не различались.

Наименьшее варьирование числа каналов на предкрышечных костях характерно для мальмы (3–4), а наибольшее (3–5) – для других гольцов. По среднему

числу каналов на предкрышечных костях белый голец (4,10) достоверно отличался от трех других наибольшим, а мальма (3,73) – наименьшим значением этого признака. Число каналов на слезных костях более всего варьировало в выборке длинноголового гольца (3–5), а в остальных – меньше (3–4). Минимальное среднее число каналов на слезных костях отмечалось у мальмы (3,27), а максимальное (3,59) – у длинноголового, который достоверно отличался от других гольцов. Число каналов на первых заглазничных костях более всего колебалось у длинноголового гольца (1–4), в меньшей степени – у белого (2–4) и носатого гольца (1–3), а у мальмы колебание значений этого признака было наименьшим (2–3). Минимальное среднее число каналов на первых заглазничных костях отмечено у носатого гольца (2,06), а максимальное – у мальмы (2,23). По средней величине этого признака только носатый голец достоверно отличался от мальмы.

Наибольшее варьирование числа пор на зубных костях было характерно для длинноголового (3–6), а наименьшее (3–5) – для других гольцов. Наименьшее среднее число пор на зубных костях наблюдалось у носатого гольца (4,08), а наибольшее (4,37) – у длинноголового, который также как и белый достоверно отличался от двух других величиной этого показателя. Число пор на медиальных частях лобного канала менее всего колебалось у носатого гольца (2–3), а в большей степени – у белого, мальмы (1–3) и длинноголового (2–4). Среднее значение этого признака варьировало от 1,99 (мальма) до 2,28 (длинноголовый). Мальма достоверно отличалась от трех других гольцов по величине этого признака. Число пор на латеральных частях лобного канала более всего варьировало у белого гольца и мальмы (2–5), а менее – у носатого и длинноголового (3–5). Минимальное среднее число пор на латеральных частях лобного канала отмечалось у мальмы (3,62), а максимальное – у длинноголового гольца (4,00), который достоверно отличался от трех других величиной этого показателя.

Наименьшее варьирование числа жаберных тычинок было отмечено для длинноголового (19–23) и носатого гольцов (17–22), а наибольшее – для белого (19–25) и мальмы (18–24). Наименьшее среднее число жаберных тычинок было характерно для носатого гольца (19,51), который достоверно отличался от трех других, а наибольшее – для белого (21,97), который, как и длинноголовый, достоверно отличался от мальмы по величине этого признака. Число жаберных лучей

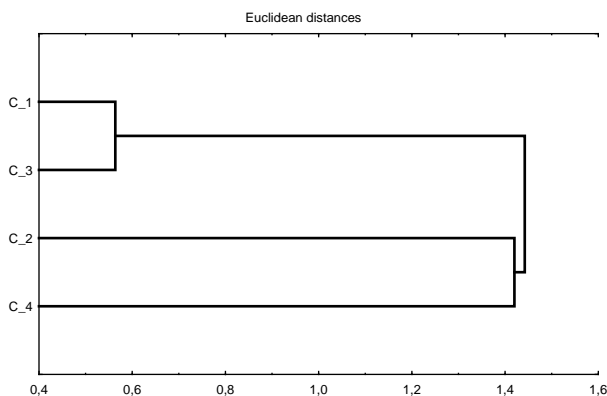


Рис.2. Дендрограмма сходства выборок гольцов Кронуцкого озера по средним значениям признаков

более всего колебалось у белого и носатого гольцов (10–14), а менее всего у длинноголового (11–14) и мальмы (10–13). Минимальное среднее значение этого признака отмечалось у мальмы (11,76), а максимальное (12,57) – у длинноголового гольца, который наравне с белым отличался как от носатого, так и от мальмы.

Кластеризация исследованных выборок гольцов по совокупности средних значе-

ний использованных признаков показывает разбиение на два кластера: один образуют белый и длинноголовый гольцы, другой – носатый и мальма. Различия между членами в первом кластере намного меньше, чем во втором (рис. 2). По результатам краниологического анализа этих гольцов (Паренский и др., 2004) белый голец объединялся с носатым, а мальма – с длинноголовым.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильева Е.Д. 1980.** Опыт использования остеологических признаков в систематике гольцов рода *Salvelinus* (Salmoniformes, Salmonidae) // Зоол. журн. Т. 59, № 11. С. 1671–1682.
- Викторовский Р.М. 1978.** Механизмы видообразования у гольцов. М.: Наука. 106 с.
- Глубоковский М.К. 1995.** Эволюционная биология лососевых рыб. М.: Наука. 343 с.
- Захаров В.М. 1987.** Асимметрия животных. М.: Наука. 216 с.
- Паренский В.А., Романов Н.С., Фролов С.В., Никаноров А.П., Репин М.Ю. 2004.** Краниологический анализ гольцов (*Salvelinus*) озера Кроноцкого (Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V научной конференции. Петропавловск-Камчатский. С. 280–283.
- Плохинский Н.А. 1970.** Биометрия. Москва: Изд. МГУ. 367 с.
- Романов Н.С., Репин М.Ю., Никаноров А.П. 2003.** Морфологическая изменчивость гольцов: белого – *Salvelinus albus* Glubokovsky и Шмидта – *S. Schmidtii* Viktorovsky (Salmoniformes, Salmonidae) Кроноцкого озера // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы IV научной конференции. Петропавловск-Камчатский. С. 261–264.
- Романов Н.С., Фролов С.В., Репин М.Ю., Никаноров А.П. 2007.** Морфологическая изменчивость длинноголового гольца – *Salvelinus kronocius* Viktorovsky и мальмы – *S. malma* Walbaum (Salmoniformes, Salmonidae) Кроноцкого озера (Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы VIII научной конференции. Петропавловск-Камчатский. С. 342–344.
- Савваитова К.А. 1989.** Арктические гольцы (структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования). М.: Агропромиздат. 223 с.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. 2002.** Лососевидные рыбы Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука. 496 с.
- Ostberg C.O., Pavlov S.D., Hauser L. 2009.** Evolutionary Relationships among Sympatric Life History Forms of Dolly Varden Inhabiting the Landlocked Kronotsky Lake, Kamchatka, and a Neighboring Anadromous Population // Transactions of the American Fisheries Society. V. 138. P. 1–14.