

ЗООЛОГИЯ

УДК 597.553.2; 597.552.5; 57.01

Н. В. Костицына, С. Э. Коротаева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

**ВОЗМОЖНЫЙ ПУТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ
ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА (*THYMALLUS THYMALLUS*
(LINNAEUS, 1758)) В МАЛЫХ РЕКАХ НА ПРИМЕРЕ Р. КОСЬВЫ**

Исследованы морфологические признаки и дана оценка содержания 24 микроэлементов в органах и тканях европейского хариуса и в грунте р. Косьвы (бассейн Средней Камы). Установлено, что через 10–15 лет после закрытия шахт и прекращения сброса шахтных вод в р. Косьву максимальное содержание в органах и тканях хариуса отмечено для марганца, цинка, стронция и бария. Концентрации никеля, кобальта, хрома, меди, свинца, серебра и других элементов значительно ниже, что характерно для хариусов. Исключение составляет группа мелких особей р. Косьвы, для которых выявлено высокое содержание ряда элементов в мышечной ткани. Морфологические характеристики хариуса в представленной выборке соответствуют параметрам рыб промежуточного между речным и ручьевым экотипа. Вероятно, эти результаты указывают на наличие у европейского хариуса из нижнего участка р. Косьвы миграций из мест с более высоким уровнем загрязнения (собственно р. Косьва) в места с низким уровнем загрязнения грунта (чистые притоки: р. Вильва, Пожва и др.) и обратно. У рыб старших возрастных групп такие миграции, вероятно, более масштабны, чем у рыб младших возрастных групп.

Ключевые слова: пластические и меристические признаки; микроэлементный состав; европейский хариус; *Thymallus thymallus*; р. Косьва; Средняя Кама.

N. V. Kostitsyna, S. E. Korotaeva

Perm State University, Perm, Russian Federation

**POSSIBLE WAY TO RESTORE THE POPULATION OF
EUROPEAN GRAYLING (*THYMALLUS THYMALLUS*
(LINNAEUS, 1758)) IN THE SMALL RIVERS ON THE
EXAMPLE OF THE RIVER KOSVA**

Morphological characteristics European grayling is investigated. An estimate is given of the content of 24 microelements in the tissues and organs of the European grayling and in the soil of the Kosva river (the basin of the Middle Kama river). It is established, that in 10–15 years after the cessation of the discharge of mine water in the Kosva river maximum content in organs and tissues of the European grayling described the reservoir is characteristic of manganese, zinc, strontium and barium, significantly lower concentrations of nickel, cobalt, chromium, copper, lead, silver and other elements, which is typical for graylings. The exception is the group of small grayling specimens of the river Kosva, for which noted high concentrations of a number of elements in the muscle tissue. Morphological characteristics of grayling in the submitted sample comply with the parameters of fishes between river and brook ecotypes. Probably, these results indicate the presence of European grayling from the lower part of the river Kosva migrations from places with a higher level of pollution (actually the river Kosva) to places with a low level of soil pollution (clean tributaries: Vilva, Pozhva, etc.) and back. Fish of older age groups such migration is likely to be larger than in fish of the younger age groups.

Key words: counting and qualitative characteristics; the trace element composition; European grayling; *Thymallus thymallus*; river Kosva; the Middle Kama.

Введение

Изучение процессов самовосстановления антропогенно разрушенных экосистем – одна из

ключевых современных задач экологии. Закрытие ряда угледобывающих предприятий в Пермском крае в 90-е гг. XX в. позволило изучить особенности восстановления водных экосистем в зоне бывшего воздействия шахтных вод, выход которых делает реку

частично или даже полностью непригодной для обитания рыб. Шахтные воды имеют чрезвычайно кислую реакцию, несут большое количество взвешенных веществ и содержат высокие концентрации различных микроэлементов. Прекращение сброса шахтных вод обуславливает постепенное восстановление ихтиофауны.

В данной работе исследованы морфологические признаки, а также дана первичная оценка микроэлементного состава тканей европейского хариуса (обычно обитателя чистых вод) на этапе восстановления его популяции в нижнем течении р. Косьвы (бассейн Средней Камы) после 10–15 лет прекращения сброса шахтных вод в эту реку.

Материал и методы исследования

Материал собран в р. Косьве 21 августа 2012 г. на расстоянии 2 км выше устья ее левого притока – р. Вильвы. Морфологическая характеристика приводится для полученной выборки в целом (13 особей). Обработку материала проводили по общепринятой методике [Правдин, 1966; Зиновьев, Мандрица, 2003]. Измерения осуществляли на свежельвовленном материале.

При анализе микроэлементного состава рыбы были разделены на 3 размерно-возрастные группы: двухлетки – 3 особи, 2 из которых неполовозрелые, 1 – самка со второй степенью зрелости половых продуктов, средняя длина тела по Смитту составляет 119.4 мм, масса – 13.7 г; трехлетки – 2 самца и 2 самки, степень зрелости половых продуктов вторая, средняя длина тела по Смитту – 161.9 мм, масса – 40.5 г; в третью группу вошли пять четырехлеток и одна особь в возрасте 2+, пять из которых – самки, со средней длиной тела по Смитту 191.4 мм, массой – 70.5 г. Степень зрелости половых продуктов самок варьировала от второй у трехлетней особи до третьей – четвертой у четырехлетней самки длиной тела по

Смитту 196 мм, у самца – вторая–третья степень зрелости гонад.

У свежельвовленных рыб выделены мышцы, жабры, позвоночник, чешуя. Для каждой размерно-возрастной группы получены и проанализированы обобщенные пробы данных органов и тканей. Гонады самок, печень и почки объединены в обобщенные пробы от всех исследованных особей. В зоне вылова рыбы взяты три пробы грунта на глубине 0.5 м, в 3 – 5 м от берега.

Пробоподготовку проводили в лаборатории Экологии леса ЕНИ при ПГНИУ, определение микроэлементов в пробах – методом атомной абсорбции в Аналитическом испытательном центре ОАО «Уральская центральная лаборатория», г. Екатеринбург. Пересчет произведен на сухую массу органов рыб и проб грунта.

Поскольку предельно допустимые концентрации (ПДК) для валового содержания элемента определены в Российской Федерации для почвы, то именно эти значения использованы нами для сравнения.

В грунте водоема, в органах и тканях рыб анализировали содержание 24 элементов: Ni, Co, Cr, Mn, V, Ti, Sc, Cu, Zn, Pb, Ag, As, Bi, Mo, Ba, Sr, Sn, Be, Zr, Ga, Y, Yb, Li, Nb.

Результаты и их обсуждение

Темп линейного и весового роста особей в представленной выборке очень невысокий, однако он соответствует таковому для рыб из уловов в р. Косьве 1983 и 1999 гг. Этот показатель значительно уступает показателю роста хариусов речного экотипа из большинства водотоков Пермского Прикамья [Зиновьев, 2012].

Результаты исследования морфологических признаков хариуса полученной выборки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Пластические и меристические признаки европейского хариуса р. Косьвы

| Признак | Колебания значений | M | m | cV |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|------|
| Длина по Смитту, мм | 114.5 – 200 | 165.7 | 8.39 | 18.2 |
| Чешуй в II | 80 – 88 | 84.92 | 0.65 | 2.8 |
| Лучей D разветвленных | 12 – 15 | 13.77 | 0.26 | 6.7 |
| Лучей A разветвленных | 9 – 10 | 9.54 | 0.14 | 5.4 |
| В % длины головы | | | | |
| Длина рыла | 26.9 – 39.3 | 31.38 | 0.9 | 10.3 |
| Диаметр глаза | 22.7 – 27.3 | 24.90 | 0.41 | 5.9 |
| Заглазничный отдел головы | 40.9 – 54.7 | 47.18 | 1.08 | 8.3 |
| Высота головы у затылка | 56.2 – 74.7 | 64.41 | 1.65 | 9.2 |
| Ширина лба | 15.6 – 30.0 | 23.23 | 1.15 | 17.8 |
| Длина верхней челюсти | 31.5 – 38.1 | 34.53 | 0.46 | 4.8 |
| Длина нижней челюсти | 46.8 – 56.9 | 51.68 | 0.78 | 5.5 |
| В % длины тела | | | | |
| Длина рыла | 6.1 – 8.8 | 7.25 | 0.19 | 9.6 |
| Диаметр глаза | 5.2 – 6.2 | 5.75 | 0.071 | 4.5 |

Окончание табл. 1

| Признак | Колебания значений | M | m | cV |
|----------------------------|--------------------|-------|------|------|
| Заглазничный отдел головы | 9.3 – 13.2 | 10.89 | 0.29 | 9.6 |
| Высота головы у затылка | 13.1 – 17.0 | 14.81 | 0.31 | 7.6 |
| Ширина лба | 3.0 – 6.6 | 5.36 | 0.25 | 16.9 |
| Длина верхней челюсти | 7.2 – 8.6 | 7.98 | 0.11 | 5.2 |
| Длина нижней челюсти | 10.9 – 12.9 | 11.91 | 0.16 | 4.9 |
| Длина головы | 21.8 – 25.4 | 23.08 | 0.29 | 4.5 |
| Наибольшая высота тела | 15.7– 23.5 | 18.99 | 0.57 | 10.9 |
| Наименьшая высота тела | 5.8 – 6.8 | 6.32 | 0.09 | 5.1 |
| Антедорсальное расстояние | 35.9 – 42.3 | 37.96 | 0.56 | 5.4 |
| Антевентральное расстояние | 46.0 – 50.0 | 47.88 | 0.4 | 3 |
| Постдорсальное расстояние | 38.5 – 43.3 | 40.31 | 0.44 | 3.9 |
| Антеанальное расстояние | 68.0 – 73.0 | 70.47 | 0.38 | 1.9 |
| Расстояние PV | 24.3 – 29.5 | 26.92 | 0.43 | 5.8 |
| Расстояние VA | 22.6 – 25.5 | 24.33 | 0.32 | 4.7 |
| Длина хвостового стебля | 14.0 – 17.3 | 15.65 | 0.26 | 6 |
| Длина основания D | 17.3 – 21.8 | 19.83 | 0.34 | 6.2 |
| Наибольшая высота D | 12.1 – 15.6 | 14.10 | 0.29 | 7.5 |
| Длина основания A | 7.4 – 9.6 | 8.93 | 0.17 | 6.8 |
| Наибольшая высота A | 10.2 – 13.2 | 11.49 | 0.25 | 7.7 |
| Длина P | 14.0 – 16.5 | 15.22 | 0.25 | 6 |
| Длина V | 12.2 – 15.9 | 14.37 | 0.3 | 7.5 |
| Длина верхней лопасти C | 16.0 – 20.9 | 19.34 | 0.41 | 7.7 |
| Длина нижней лопасти C | 17.0 – 21.5 | 19.15 | 0.33 | 6.2 |
| Длина средних лучей C | 4.7 – 8.3 | 6.31 | 0.25 | 14.5 |

Число чешуй в боковой линии рыб из исследованной выборки соответствует значению признака для типичных представителей речного экотипа, тогда как число лучей (разветвленных) в D и A ближе к данным признакам у эталонных представителей ручьевого экотипа [Зиновьев, 2012]. В целом значения индексов пластических признаков укладываются в ранее полученную картину для хариусов из р. Косьвы. Часть признаков позволяет сближать рыб из р. Косьвы с хариусами ручьевого экотипа – это такие параметры головы, как длина рыла и диаметр глаза. Последний признак у изучаемых рыб даже ближе к данному признаку у хариусов суперкарликовых популяций из рек в границах г. Перми, которые подвергают-

ся действию неблагоприятных факторов [Зиновьев, Бакланов, Боталова, 2011]. Сравнение параметров полученных экземпляров с характеристиками хариусов из притока р. Косьвы – р. Вильвы показывает, что большинство признаков рыб из исследуемой выборки выше ранее полученных значений у хариуса р. Вильвы.

Результаты исследования содержания микроэлементов в рыбе и грунте р. Косьвы представлены в табл. 2. Концентрации практически всех исследованных элементов в грунте р. Косьвы не превосходят пределов ПДК, установленных для почвы [Предельно ..., 2006].

Таблица 2

Содержание микроэлементов в органах и тканях европейского хариуса и грунтах р. Косьвы (мг/кг)

| Проба | | Микроэлемент | | | | | | | |
|-------|---|--------------|------|------|-------|---|-----|------|------|
| | | Ni | Co | Cr | Mn | V | Ti | Sc | Cu |
| Мышцы | 1 | 1.4 | 2.3 | 0 | 14.1 | 0 | 0 | 0.14 | 1.9 |
| | 2 | 0.65 | 0.65 | 0.16 | 4.9 | 0 | 0 | 0 | 0.65 |
| | 3 | 0.19 | 0.62 | 0.62 | 6.2 | 0 | 0 | 0 | 0.62 |
| Жабры | 1 | 1.16 | 4.5 | 0.65 | 97.1 | 0 | 4.5 | 0 | 12.9 |
| | 2 | 0.99 | 4.3 | 0 | 213.2 | 0 | 0 | 0.43 | 5.7 |
| | 3 | 1.3 | 7 | 0 | 210.5 | 0 | 0 | 0 | 5.6 |
| Кости | 1 | 6.3 | 6.3 | 0 | 610 | 0 | 0 | 0.95 | 9.5 |
| | 2 | 3.1 | 1.9 | 0 | 319.7 | 0 | 0 | 0 | 6.2 |
| | 3 | 2.3 | 4.8 | 0 | 484.1 | 0 | 0 | 0 | 6.5 |

Окончание табл. 2

| Проба | | Микроэлемент | | | | | | | |
|--------|---|---------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | Ni | Co | Cr | Mn | V | Ti | Sc | Cu |
| Чешуя | 1 | 9.6 | 8 | 5.3 | 799.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 20.6 | 3.1 | 0 | 516.2 | 0 | 0 | 0 | 5.2 |
| | 3 | 3.2 | 3.2 | 0 | 413.6 | 0 | 0 | 0 | 4.6 |
| Печень | | 0.51 | 1.3 | 0 | 5.1 | 0 | 0 | 0 | 4.3 |
| Почки | | 2.8 | 7 | 0.7 | 126.2 | 0 | 0 | 0 | 6.3 |
| Гонады | | 0.8 | 2.4 | 0.8 | 240.3 | 0 | 0 | 0 | 7.2 |
| ДУ | | | | 0.5 | | | | | 10 |
| Грунт | 1 | 38.9 | 17.5 | 175.2 | 681.5 | 68.1 | 2920.5 | 8.8 | 58.4 |
| | 2 | 39.3 | 17.7 | 39.3 | 885.2 | 59 | 1967.2 | 6.9 | 59 |
| | 3 | 39.3 | 17.7 | 88.5 | 688.1 | 59 | 2949 | 8.8 | 59 |
| ПДК | | - | - | - | 1500 | 150 | - | - | - |
| Проба | | Микроэлементы | | | | | | | |
| | | Zn | Pb | Ag | As | Bi | Mo | Ba | Sr |
| Мышцы | 1 | 18.8 | 0 | 0.047 | 0 | 0 | 0 | 4.7 | 0 |
| | 2 | 9.8 | 0.33 | 0.033 | 0 | 0 | 0 | 1.6 | 2.4 |
| | 3 | 8.2 | 0.21 | 0.03 | 0 | 0 | 0 | 3.7 | 4.1 |
| Жабры | 1 | 25.9 | 0.19 | 0.026 | 3.9 | 0.065 | 0 | 12.9 | 32.4 |
| | 2 | 56.8 | 0.57 | 0.057 | 4.3 | 0 | 0 | 21.3 | 85.3 |
| | 3 | 42.1 | 0.7 | 0.056 | 4.2 | 0 | 0 | 14 | 84.2 |
| Кости | 1 | 63.1 | 0.63 | 0.063 | 0 | 0 | 0 | 47.3 | 157.8 |
| | 2 | 92.9 | 2.8 | 0.062 | 0 | 0.31 | 0 | 46.5 | 154.9 |
| | 3 | 64.5 | 0.97 | 0.065 | 0 | 0 | 0 | 48.4 | 193.6 |
| Чешуя | 1 | 47.9 | 1.6 | - | 0 | 0 | 0 | 95.9 | 266.4 |
| | 2 | 31 | 1.5 | 0.052 | 0 | 0 | 0 | 92.9 | 309.7 |
| | 3 | 46 | 1.4 | 0.18 | 0 | 0 | 0 | 68.9 | 275.8 |
| Печень | | 7.3 | 0.29 | 0.029 | 0 | 0 | 0.073 | 10.9 | 0 |
| Почки | | 126.2 | 0.7 | 0.042 | 2.1 | 0.07 | 0.07 | 12.6 | 14 |
| Гонады | | 24 | 0.32 | 0.032 | 4 | 0 | 0 | 12 | 12 |
| ДУ | | 40 | 1 | | 1 | | | | |
| Грунт | 1 | 87.6 | 4.9 | 0.15 | 0 | 0 | 0 | 146 | 146 |
| | 2 | 68.9 | 4.9 | 0.18 | 0 | 0 | 0 | 196.7 | 177 |
| | 3 | 68.8 | 4.9 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 147.5 | 176.9 |
| ПДК | | - | 32 | - | 2.0 | - | - | - | - |
| Проба | | Микроэлементы | | | | | | | |
| | | Sn | Be | Zr | Ga | Y | Yb | Li | Nb |
| Мышцы | 1 | 0.094 | 0 | 0 | 0.094 | 0.47 | 0.047 | 0 | 0.23 |
| | 2 | 0.33 | 0.016 | 0 | 0.033 | 0.16 | 0.016 | 0 | 0.082 |
| | 3 | 0.082 | 0 | 0 | 0.041 | 0.21 | 0.021 | 0 | 0 |
| Жабры | 1 | 0.32 | 0.065 | 0 | 0.13 | 0.65 | 0.065 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.57 | 0 | 0 | 0.28 | 1.4 | 0.14 | 0 | 0.71 |
| | 3 | 0.56 | 0 | 0 | 0.28 | 1.4 | 0.14 | 0 | 0 |
| Кости | 1 | 1.9 | 0 | 0 | 0.63 | 3.2 | 0.32 | 0 | 0 |
| | 2 | 1.2 | 0 | 3.1 | 0.62 | 3.1 | 0.31 | 0 | 0 |
| | 3 | 0.65 | 0 | 0 | 0.65 | 3.2 | 0.32 | 0 | 0 |
| Чешуя | 1 | 2.7 | 0.53 | 0 | 1.1 | 5.3 | 0.53 | 0 | 0 |
| | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5.2 | 0.52 | 0 | 0 |
| | 3 | 1.8 | 0 | 0 | 0.92 | 4.6 | 0.46 | 0 | 0 |
| Печень | | 0.15 | 0.073 | 0 | 0.15 | 0.73 | 0.073 | 0 | 0.36 |
| Почки | | 0.49 | 0.07 | 0 | 0.14 | 0.7 | 0.07 | 0 | 0.35 |
| Гонады | | 0.32 | 0.08 | 0 | 0.16 | 0.8 | 0.08 | 0 | 0 |
| Грунт | 1 | 1.9 | 1.5 | 175.2 | 8.8 | 19.5 | 1.9 | 9.7 | 9.7 |
| | 2 | 3 | 1.5 | 147.5 | 6.9 | 19.7 | 2 | 9.8 | 9.8 |
| | 3 | 2 | 1.5 | 196.6 | 6.9 | 19.7 | 1.8 | 9.8 | 9.8 |

В пределах возможностей данного метода в грунте не обнаружены мышьяк, висмут и молибден.

В органах и тканях европейского хариуса обна-

ружены все элементы, ранее отмеченные для хариусов, кроме ванадия и лития [Антонов, Зиновьев, 1983; Зиновьев, Бакланов, Костицына, 2006; Костицына, Зиновьев, Костицын, 2007; Зиновьев,

2012 и др.]. Двенадцать элементов найдены во всех пробах – Ni, Co, Mn, Cu, Zn, Pb, Ag, Ba, Sn, Ga, Y, Yb. Титан обнаружен в жабрах в одной из проб, скандий – в трех пробах (мышцы, жабры, кости), мышьяк – во всех пробах жабр, в почках и гонадах, висмут – в трех пробах (жабры, кости, почки), молибден – в печени и почках, бериллий – в 6 пробах (мышцы, жабры, чешуя, печень, почки, гонады), хром – также в 6 пробах (2 пробы мышц, жабры, чешуя, почки и гонады), цирконий – в костях в одной пробе, ниобий – в 5 пробах (2 пробы мышц, жабры, печень и почки).

В почках в наибольшем количестве проб концентрации исследованных элементов находились в пределах возможностей анализа – отмечены 20 из 24 элементов. Максимальные концентрации марганца отмечены в чешуе – 799.2 мг/кг. Поскольку на сегодняшний день не определены пределы нормального содержания вышеупомянутых элементов в разных тканях рыб, для сравнения мы приводим допустимые уровни содержания веществ в пищевых продуктах в соответствии с СанПиН 2.3.2.560-96 [Гигиенические ..., 1996] и СанПиН 2.3.2.1078-01 [Гигиенические ..., 2002] (табл. 2).

Элементы, обнаруженные в большинстве проанализированных проб тканей рыб, можно подразделить на группы. Концентрации марганца, цинка, бария и стронция закономерно увеличиваются с ростом уровня минерализации органа, достигая значительных величин в чешуе. Так, концентрации марганца в мышцах варьировала от 4.9 до 14.1 мг/кг сухой массы, в жабрах – от 97.1 до 213.2 мг/кг, в костях – от 319.7 до 610.0 мг/кг, в чешуе – от 413.6 до 799.2 мг/кг. Высоко содержание марганца в почках и гонадах – 126.2 и 240.3 мг/кг соответственно. Минимальная концентрация цинка обнаружена в печени – 7.3 мг/кг, в костях у особой второй возрастной группы его содержание составило 92.9 мг/кг, максимальное содержание – в почках (126.2 мг/кг). Минимум бария зафиксирован в мышцах – 1.6 мг/кг, стронций в одной из проб мускулатуры и в печени не обнаружен, максимальное содержание бария и стронция отмечено в чешуе – 95.9 и 309.7 мг/кг.

Концентрации никеля, кобальта, олова, галлия, иттрия, иттербия в исследуемых органах и тканях в целом невелика и не превышает 9.6 мг/кг (соответствует содержанию никеля в чешуе) за исключением концентрации никеля в одной из проб чешуи – 20.6 мг/кг. Содержание вышеуказанных элементов в костях в несколько раз выше, чем в мягких тканях.

Медь, свинец и серебро характеризуются невысокими концентрациями в органах рыб в целом, не зависящими от уровня минерализации органа, тем не менее в отдельных пробах отмечены очень высокие концентрации данных элементов: содержа-

ние меди в одной из проб жабр составляет 12.9 мг/кг, в то время как в печени ее содержание составило 4.3 мг/кг, что совершенно не типично для этого органа, так как многие авторы [Перевозников, Лашевская, 2000; Мазур, Гармаева, Пронин, 2007] отмечали накопление меди в печени рыб, что было также обнаружено нами ранее [Костицына, Бакланов, 2003].

В литературе есть сведения о накоплении большинства элементов в теле рыб с увеличением их возраста [Назаренко, 1970]. Наши исследования показали, что рыбы первой размерно-возрастной группы в возрасте 1+ характеризуются наиболее высокими уровнями накопления многих элементов: у них в большинстве органов наблюдаются самые высокие концентрации никеля, кобальта, меди, у рыб в возрасте 2+ отмечено самое высокое содержание никеля.

Для рыб рек Западной Якутии показана высокая корреляция содержания элемента в среде обитания и тканях рыб [Ходулов, 2006]. В нашем исследовании элементы, содержание которых относительно высоко в грунте изучаемой реки, могут быть не обнаружены в большинстве проб тканей рыб (хром), в то время как содержание марганца и свинца, концентрация которых в грунте составляет менее половины ПДК для почвы, в органах рыб довольно велика, а концентрация свинца значительно превышает ДУ.

Заключение

Таким образом, данные по линейному и весовому росту, часть морфологических показателей позволяют сблизить хариусов из исследованной выборки с рыбами переходного от речного к ручьевому экотипу. Имеющиеся данные по высокому темпу линейного роста рыб в р. Косье в 1949 г. и низкие в более поздние годы [Зиновьев, 2012] дают возможность предположить, что в последнее время регулярное поступление шахтных вод в исследуемый водоем приводит к ситуации, когда хариус погибает или покидает водоток и вновь заходит в него из верхней части или, скорее, из притоков. Популяция является нестабильной и соответствует переходному типу между речным и ручьевым экотипом.

Максимальное содержание в органах и тканях европейского хариуса из р. Косьвы характерно для марганца, цинка, стронция и бария, концентрации никеля, кобальта, хрома, меди, свинца, серебра и других элементов значительно ниже. Подобная закономерность была отмечена ранее у европейского [Костицына и др., 2007] и сибирского хариуса [Попов, 2003]. Исключение составляет группа мелких особей р. Косьвы, у которых выявлено высокое содержание ряда элементов в мышечной ткани. Возможно, эти результаты указывают на

наличие у европейского хариуса из нижнего участка р. Косьвы миграций из мест с более высоким уровнем загрязнения (собственно р. Косьва) в места с низким уровнем загрязнения грунта (чистые притоки: р. Вильва, Пожва и др.) и обратно. У рыб старших возрастных групп такие миграции, вероятно, более масштабны по сравнению с особями младших возрастных групп, что нашло отражение и в соответствующих диапазонах изменчивости содержания микроэлементов.

Микроэлементный состав органов и тканей европейского хариуса из нижнего участка р. Косьвы необходимо оценить как близкий к соответствующим показателям рыб из водоемов, слабо подвергающихся антропогенным нагрузкам, что, возможно, свидетельствует о процессах восстановления функциональных характеристик европейского хариуса нижнего участка р. Косьвы в период исследования.

Авторы выражают благодарность С.А. Мандрице за помощь в получении материала

Библиографический список

- Антонов Н.П., Зиновьев Е.А. Спектрографический анализ чешуи хариусовых Евразии // Морфология, структура популяций и проблемы рационального использования лососевидных рыб: тез. докл. Л., 1983. С. 6–8.
- Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.560-96. 1996.
- Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01. 2002.
- Зиновьев Е.А. Экология хариусов Пермского Прикамья. Пермь, 2012. 445 с.
- Зиновьев Е.А., Бакланов М.А., Костицына Н.В. Ихтиологический кадастр и мониторинг водоемов Краснокамского района. Пермь, 2006. 148 с.
- Зиновьев Е.А., Бакланов М.А., Боталова И.Н. Суперкариковая популяция хариуса реки Язовой // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о земле. 2011. Вып. 4. С. 71–77.
- Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. Методы исследования пресноводных рыб: учеб. пособие. Пермь, 2003. 113 с.
- Костицына Н.В., Бакланов М.А. Некоторые особенности содержания микроэлементов в органах и тканях рыб разных водоемов Пермской области // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития: материалы конф. Екатеринбург, 2003. С. 11–14.
- Костицына Н.В., Зиновьев Е.А., Костицын В.Г. Анализ содержания микроэлементов в органах и тканях европейского хариуса (*Thymallus thymallus*) // Современное состояние, проблемы охраны и рационального использования биоресурсов пресноводных водоемов. СПб., 2007. Т. 6. С. 101–105.
- Мазур О.Е., Гармаева С.Г., Пронин Н.М. Некоторые иммунобиологические показатели карповых рыб (*Rutilus rutilus lacustris* и *Leuciscus leuciscus baicalensis*) в различных районах оз. Байкал и р. Селенга // Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века. СПб.; М., 2007. Вып. 337. С. 453–462.
- Назаренко Л.Д. Возрастные особенности содержания Cu и Zn у леща Куйбышевского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 1970. Т. 10, № 1. С. 178–180.
- Перевозников М.А., Лацевская Т.И. Рыбы – биоиндикаторы ионов тяжелых металлов // Эколого-ихтиотоксикологические аспекты мониторинга пресноводных объектов. СПб., 2000. Вып. 326. С. 41–45.
- Понов П.А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Томск, 2003. 36 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1966. 374 с.
- Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. ГН 2.1.7.2041-06. 2006.
- Ходулов В.В. Оценка влияния загрязнения рек Западной Якутии алмазодобывающей промышленностью и урбанизированными территориями на экологию рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Якутск, 2006. 20 с.

References

- Antonov N.P., Zinoviev E.A. [Spectrographic analysis of scales of grayling Eurasia]. *Morfologija, struktura populacij i problemy racional'nogo ispol'zovanija lososevidnyh ryb* [Morphology, structure of populations and problems of rational use of saline fish: abstracts]. Leningrad, 1983, pp. 6-8. (In Russ.).
- Gigieničeskie trebovanija k kačestvu i bezopasnosti prodovol'stvennogo syr'ja i piščevykh produktov. SanPiN 2.3.2.560-96* [Hygienic requirements to quality and safety of food raw materials and food products]. 1996. (In Russ.).
- Gigieničeskie trebovanija bezopasnosti i piščevoj cennosti piščevykh produktov. SanPiN 2.3.2.1078-01* [Hygienic requirements of food safety and nutritional value]. 2002. (In Russ.).
- Zinoviev E.A. *Ekologija chariusov Permskogo Prikamija* [Ecology of grayling in Perm Kama region]. Perm, 2012. 445 p. (In Russ.).
- Zinoviev E.A., Baklanov M.A., Kostitsyna N.V. *Ichtiologičeskij kadastr i monitoring vodoemov Krasnokamskogo rajona* [Ichthyological cadastre and monitoring of water bodies of Krasnokamsk region]. Perm, 2006. 148 p. (In Russ.).
- Zinovjev E.A., Baklanov M.A., Botalova I.N. [Supersilka population of grayling river Yazovaya]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Biologija. Nauki o Zemle*. Iss. 4 (2011): pp. 71-77. (In Russ.).
- Zinovjev E.A., Mandritsa S.A. *Metody issledovanija presnovodnyh ryb* [Research Methods of freshwater fish]. Perm, 2003. 113 p. (In Russ.).

- Kostitsyna N.V., Baklanov M.A. [Some features of the content of trace elements in organs and tissues of fish of different reservoirs of the Perm region]. *Sovremennoe sostojanie rybovodstva na Urale i perspektivy ego razvitiya* [Current state of fish farming in the Urals and prospects for its development: proceedings of the conference]. Yekaterinburg, 2003, pp. 11-14. (In Russ.).
- Kostitsyna N.V., Zinoviev E.A., Kostitsyn V.G. [Analysis of trace elements content in organs and tissues of European grayling (*Thymallus thymallus*)]. *Sovremennoe sostojanie, problemy ochrany i racional'nogo ispol'zovanija bioresursov presnovodnykh vodoemov* [Current state, problems of protection and rational use of biological resources of freshwater reservoirs]. St-Peterburg, 2007, V. 6, pp. 101-105. (In Russ.).
- Mazur O.E., Garmayeva S.G., Pronin N.M. [Some immunobiological indicators of carp fish (*Rutilus rutilus lacustris* and *Leuciscus leuciscus baicalensis*) in different regions of the lake Baikal and the Selenga river]. *Issledovaniya po ichtiologii i smežnym disciplinam na vnutrennich vodoemach v načale XXI veka* [Research on ichthyology and related disciplines in inland waters in the beginning of the XXI century]. St-Peterburg-Moscow, KMK Publ., 2007, Iss. 337, pp. 453-462. (In Russ.).
- Nazarenko L.D. [Age peculiarities of Cu and Zn content in the bream of the Kuibyshev reservoir]. *Voprosy ichtiologii*. V. 10, N 1 (1970): pp. 178-180. (In Russ.).
- Perevoznikov M.A., Lashevskaya T.I. [Fish bioindicators of heavy metal ions]. *Ékologo-ichtiotoksikologičeskie aspekty monitoringa presnovodnykh ob'ektov* [Environmental-ichthyologically aspects of freshwater monitoring sites]. St-Peterburg, 2000, Iss. 326, pp. 41-45. (In Russ.).
- Popov P.A. *Ocenka ékologičeskogo sostojanija vodoemov metodami ichtioindikacii. Avtoref. diss. doct. biol. nauk* [Assessment of the ecological status of water bodies methods of actiondate. Abstract Doct. Diss.]. Tomsk, 2003. 36 p. (In Russ.).
- Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izučeniju ryb* [Guidelines for the study of fish]. Moscow, 1966. 374 p. (In Russ.).
- Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) chimičeskich veščestv v počve. GN 2.1.7.2041-06* [Maximum permissible concentrations (MPC) of chemical substances in the soil]. 2006. (In Russ.).
- Hodulov V.V. *Ocenka vlijanija zagraznenija rek Zapadnoj Jakutii almazodobyvajuščej promyšlennosti i urbanizirovannymi territorijami na ékologiju ryb. Avtoref. diss. kand. biol. nauk* [Assessment of influence of pollution of the rivers of the Western Yakutia the diamond-mining industry and urbanized areas on the ecology of fish. Abstract Cand. Diss.]. Yakutsk, 2006. 20 p. (In Russ.).

Поступила в редакцию 28.04.2018

Об авторах

Костицына Наталья Вячеславовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии
ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»
ORCID: 0000-0002-8681-2135
614990, Пермь, ул. Букирева, 15;
biology.psu@yandex.ru; (342)2396353

Коротаева Светлана Энгельсовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии
ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»
ORCID: 0000-0002-6970-0828
614990, Пермь, ул. Букирева, 15;
claire63@mail.ru ; (342)2396440

Информация для цитирования:

Костицына Н.В., Коротаева С.Э. Возможный путь восстановления популяции европейского хариуса (*Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758)) в малых реках на примере р. Косьвы // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2018. Вып. 2. С. 175-181. DOI: 10.17072/1994-9952-2018-2-175-181.

Kostitsyna N.V., Korotaeva S.E. [Possible way to restore the population of european grayling (*Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758)) in the small rivers on the example of the river Kosva]. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologija*. Iss. 2 (2018): pp. 175-181. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9952-2018-2-175-181.

About the authors

Kostitsyna Natalia Vyacheslavovna, candidate of biological sciences, associate professor of the Department of vertebrate zoology and ecology Perm State University.
ORCID: 0000-0002-8681-2135
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;
biology.psu@yandex.ru; (342)2396353

Korotaeva Svetlana Engelsovna, candidate of biological sciences, associate professor of the Department of vertebrate zoology and ecology Perm State University.
ORCID: 0000-0002-6970-0828
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;
claire63@mail.ru ; (342)2396440

