

ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОДЕВИАЦИИ ЧЕРЕПА У КАРПОВ

Р. Х. Инцибаев, аспирант

И. В. Моружи, доктор биологических наук, профессор

Д. В. Дорошенко, аспирант

Т. А. Литош, аспирант

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: moryzi@ngs.ru

Ключевые слова: фенодевиация, мопсовидность, зеркальный карп (*Cyprinus carpio* L.), сошник, парасфеноид, морфологические показатели, паталого-анатомический анализ, кроветворные органы, кость дна черепа.

Реферат. Проведено изучение морфологии карпа с мопсовидной и нормальной развитой головой по основным экстерьерным показателям, строению осевого скелета и морфологическим показателям основных кроветворных органов. Сравнение экстерьерных показателей нормальных особей зеркального карпа с особями с фенодевиацией «мопсовидность» выявило значительные отличия между ними. Масса тела у нормальных карпов была в среднем на 21,7% больше. Показатели абсолютной длины тела, длины тела до конца чешуйного покрова, обхвата и толщины тела у нормальных особей превосходят таковые мопсовидных карпов. У карпа мопсовидной формы количество позвонков в хвостовом отделе осевого скелета меньше на 4%. Строение туловищного и переходного отделов не имеет существенных различий. У мопсовидных особей карпа сердце и печень не удалось измерить, так как органы были деформированы под воздействием заморозки. Сердце у нормально развитых рыб имело массу $0,48 \pm 0,06$ г. Жаберных тычинок у мопсовидных экземпляров в пределах 37–51 – меньше, чем у нормальных карпов (46–52). При измерении костей черепа было выявлено, что у всех мопсовидных экземпляров карпа из разных водоемов наблюдаются большие отличия в сравнении с нормально развитыми карпами, а именно, кость парасфеноид укорочена по отношению к сошнику. В паре эти кости образуют дно черепа и находятся в сросшемся состоянии. У нормально развитых карпов сошник имеет большую длину, чем парасфеноид. Именно эта аномалия костей черепа приводит к укорочению рыла у рыбы.

STUDY OF SKULL PHENODEVIATION IN CARPIAN

P. H. Intsibaev, Graduate Student

I. V. Moruzi, Doctor of Biological Sciences, Professor

D. V. Doroshenko, Graduate Student

T. A. Litosh, Graduate Student

Novosibirsk State Agrarian University

Key words: phenodeviation, pug-shaped, carp, share, parasphenoid, morphological parameters, pathological anatomical analysis, blood-forming organs, skull bottom bone.

Abstract. Studies were carried out to study the morphology of carp with a pug-shaped and normal developed head according to the main exterior indicators, the structure of the axial skeleton and the morphological indicators of the main blood-forming organs. Comparison of the exterior indicators of normal individuals of the carp with individuals with phenodovia «pug-shaped» revealed significant differences between them. Normal carps had an average body weight of 21,7% more. Indicators of absolute body length, body length to the end of the scaly cover, body girth and body thickness in normal individuals are superior to those of pug-shaped carps. In pug-shaped carp, it was noted that the number of vertebrae in the caudal region of the axial skeleton is less than 4%. The structure of the trunk and transitional section does not have

significant differences. In pug-shaped individuals of carp, the heart and liver could not be measured, since the organs were deformed under the influence of freezing. The heart in normally developed animals had a mass of 0.48 ± 0.06 g. Gill stamens in pug-shaped specimens ranging from 37–51 – less than in normal carps. They have this figure in the range of 46–52 pcs. When measuring the bones of the skull, it was found that in all pug-shaped instances of carp from different bodies of water, there is a big difference in comparison with normally developed carps. Namely, the bone parasphenoid is shortened in relation to the vomer. Paired, these bones form the bottom of the skull and are in fused condition. Whereas in normally developed carps, the opener has a longer length than the parasphenoid. It is this anomaly of the bones of the skull that leads to the shortening of the snout in the fish.

Продуктивные качества рыбы обусловлены, прежде всего, её видовой принадлежностью и генотипом. Однако проявление возможного потенциала находится в прямой зависимости от условий выращивания, кормления и содержания, т. е. условий, которые обеспечивают нормальный рост, развитие и высокую продуктивность [1].

Известно, что условия существования рыбы влияют на развитие её внутренних органов. Нарушение типичной картины возрастной изменчивости сигнализирует о неблагоприятном воздействии внешних условий.

На морфологических признаках рыб сказываются факторы среды обитания, в том числе антропогенное загрязнение окружающей среды [2]. Фактически все водоемы загрязнены тяжелыми металлами, многие из которых обладают биологической активностью и, в отличие от органических соединений, не подвергаются трансформации в организме гидробионтов, крайне медленно покидая биологический цикл. В современной научной литературе вопросам влияния тяжелых металлов, в том числе ртути и мышьяка, на организм рыб уделяется много внимания. Некоторые авторы работ по оценке влияния загрязнения водоемов тяжелыми металлами на организм рыб пришли к выводу, что, возможно, накопление ртути может стать причиной возникновения морфологических аномалий у рыб [3–6].

Не менее важным фактором является также видовое разнообразие в водной экосистеме и взаимосвязи её обитателей.

Морфологические показатели сильно изменяются в зависимости от особенностей обитания, промысла и гидрологического режима водоемов [7].

Популяции некоторых пород карпа в отдельных водоемах проявляют выраженную пластичность основных морфологических признаков в ответ на изменения условий окружающей среды [8–10].

Целью наших исследований было изучение морфологии черепа сарбоянского и зеркального карпа с мопсовидной и нормальной развитой головой по основным экстерьерным показателям, строению осевого скелета и морфологическим показателям основных кроветворных органов.

Объектом исследования послужили сарбоянские карпы, обитающие в прудовом хозяйстве на р. Сарбоян в Мошковском районе Новосибирской области, и беловские зеркальные карпы, выловленные в Беловском водохранилище. Из улова были отобраны опытные экземпляры:

- сарбоянские карпы из р. Сарбоян в Мошковском районе в возрасте от 0+ до 2 лет;
- зеркальные карпы из Беловского водохранилища в возрасте от 0+ до 2 лет.

Среди выборки были обнаружены восемь особей с мопсовидной головой.

Измерения проводились по методике И. Ф. Правдина на измерительной доске с помощью штангенциркуля с точностью измерения 0,01 см, линейкой, мерной лентой с ценой деления 0,1 см.

Были промерены следующие показатели: масса тела, абсолютная длина тела, длина тела до конца чешуйного покрова, обхват тела, толщина тела, масса сердца и почек, количество жаберных тычинок, размеры костей черепа (рис. 1).

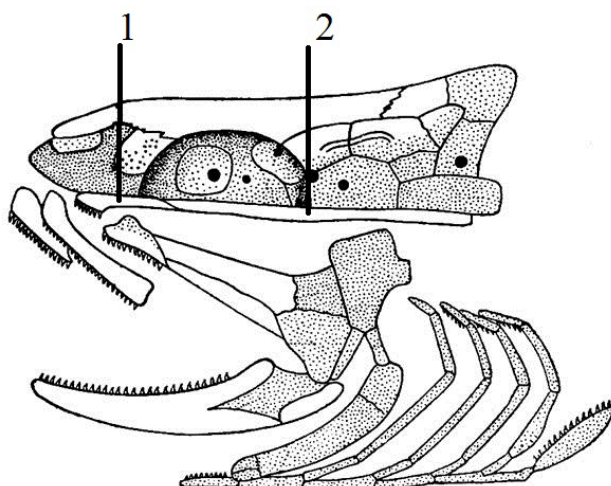


Рис. 1. Схема костей черепа рыбы: 1 – сошник; 2 – парасфеноид

Также было подсчитано количество позвонков в различных отделах. Статистическая обработка материалов проведена с использованием пакета программ Microsoft Office.

При сравнении экстерьера нормальных особей карпа и с мопсовидной формой выявлены значительные отличия. Масса тела у нормальных карпов в среднем на 21,7% больше; показатели абсолютной длины тела, длины тела до конца чешуйного покрова, обхвата тела и толщины тела у нормальных особей также выше в сравнении с мопсовидными карпами (табл. 1).

Таблица 1

Экстерьерные показатели зеркального карпа

| Показатель | Мопсовидные (n=9) | | Нормальные (n=13) | |
|------------|-------------------|-------------|-------------------|------------|
| | lim | M±m | lim | M±m |
| Q | 15,58–203,60 | 61,81±18,41 | 54,37–159,00 | 78,90±7,49 |
| L | 10,5–16,6 | 13,86±0,62 | 15,4–19,0 | 17,09±0,32 |
| l | 8,5–13,1 | 11,15±0,48 | 12,0–15,5 | 13,92±0,32 |
| V | 7,0–12,1 | 9,95±0,10 | 11,2–13,2 | 11,93±0,18 |
| H | 2,9–5,4 | 4,29±0,25 | 4,4–5,5 | 4,82±0,18 |

Примечание. Q – масса тела; L – абсолютная длина; l – длина до конца чешуйного покрова; V – обхват тела; H – толщина тела.

У нормально развитых карпов в туловищном отделе позвонков в среднем $10,62 \pm 0,38$, в хвостовом – $17,69 \pm 0,56$, в переходном – $4,77 \pm 0,23$. У карпа мопсовидной формы отмечено меньшее количество позвонков в хвостовом отделе осевого скелета (на 4%). Строение туловищного и переходного отдела одинаково (табл. 2).

Таблица 2

Фенотип осевого скелета зеркального карпа

| Отдел | Мопсовидные (n=9) | | Нормальные (n=13) | |
|------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | lim | M±m | lim | M±m |
| Туловищный | 9–13 | $10,63 \pm 0,60$ | 7–13 | $10,62 \pm 0,38$ |
| Переходный | 4–5 | $4,13 \pm 0,13$ | 4–6 | $4,77 \pm 0,23$ |
| Хвостовой | 15–19 | $17,00 \pm 0,53$ | 12–20 | $17,69 \pm 0,56$ |

У мопсовидных особей карпа сердце и печень измерить не удалось, так как органы были деформированы под воздействием заморозки, у нормально развитых их масса составляет $0,48 \pm 0,06$ г (табл. 3). Жаберных тычинок у мопсовидных особей 37–51 – меньше, чем у нормальных карпов, у которых этот показатель находится в пределах 46–52 шт. (табл. 3).

Таблица 3

Развитие внутренних органов зеркального карпа

| Показатели | Мопсовидные (n=9) | | Нормальные (n=13) | |
|------------------|-------------------|-------------|-------------------|------------|
| | lim | M±m | lim | M±m |
| Q | 15,58–203,6 | 61,81±18,41 | 54,37–159,0 | 78,90±7,49 |
| Сердце | - | - | 0,20–0,88 | 0,48±0,06 |
| Печень | - | - | 2,36–4,64 | 3,19±0,20 |
| Жаберные тычинки | 37–51 | 42,14±1,71 | 46–52 | 48,00±0,48 |

При измерении костей черепа были выявлены большие отличия в сравнении с нормально развитыми карпами, а именно, кость парасфеноид укорочена по отношению к сошнику. В паре эти кости образуют дно черепа и находятся в сросшемся состоянии. У нормально развитых карпов сошник имеет большую длину, чем парасфеноид. Именно эта аномалия костей черепа приводит к укорочению рыла у рыбы (табл. 4–6).

У нормально развитых карпов из Беловского водохранилища длина парасфеноида на 7 % больше длины сошника. У мопсовидной формы сошник длиннее парасфеноида на 12,8 %, а общая длина дна черепа у нормальных карпов больше на 25 %, чем у мопсовидной формы (см. табл. 4).

На рис. 2 представлены кости дна черепа, изъятые у карпа с мопсовидностью и нормально развитой рыбы. Данные экземпляры были выловлены в Беловском водохранилище.

На рисунке видно, что у карпа с мопсовидной головой одна из двух сросшихся костей дна черепа (парасфеноид) заметно короче передней кости (сошник).

Таблица 4

Размеры костей дна черепа карпов из Беловского водохранилища, возраст 0+

| Показатель | Мопсовидные (n=5) | | Нормальные (n=3) | |
|-------------|-------------------|------------|------------------|------------|
| | lim | M±m | Lim | M±m |
| Сошник | 12–19 | 16,40±1,17 | 18–19 | 18,67±0,33 |
| Парасфеноид | 11–26 | 15,40±2,69 | 23 | 23,30±0,33 |
| Общая длина | 28–38 | 31,80±1,69 | 42 | 42,00±0,58 |



Рис. 2. Кости дна черепа карпа с фенотипической «мопсовидностью» (слева) и нормально развитого (справа):
а – парасфеноид; б – граница сращения; в – сошник

В числе карпов, отобранных в Мошковском районе, в возрасте 0+ присутствовал один экземпляр мопсовидной формы, у которого сошник длиннее парасфеноида на 9 %, тогда как у нормально развитых карпов сошник короче парасфеноида на 7 % (см. табл. 5).

Таблица 5

Размеры костей дна черепа карпов из Мошковского района, возраст 0+

| Показатель | Мопсовидные (n=1) | | Нормальные (n=4) | |
|-------------|-------------------|--|------------------|------------|
| | | | lim | M±m |
| Сошник | 19 | | 11–16 | 13,50±1,44 |
| Парасфеноид | 14 | | 17–19 | 18±0,58 |
| Общая длина | 32 | | 28–35 | 31,5±2,02 |

В выборке карпов в возрасте 2+ лет, выловленных в р. Сарбоян Мошковского района, были исследованы два экземпляра с фенотипической «мопсовидностью». Было выявлено, что парасфеноид у данных рыб короче сошника на 14 %, у нормально развитых карпов из данной выборки парасфеноид длиннее сошника на 3 % (см. табл. 6, рис. 3).

Таблица 6

Размеры костей черепа карпов из Мошковского района, возраст 2+

| Показатель | Мопсовидные (n=2) | | Нормальные (n=4) | |
|-------------|-------------------|------------|------------------|------------|
| | lim | M±m | lim | M±m |
| Сошник | 37–41 | 39,00±2,00 | 35–40 | 37,50±1,44 |
| Парасфеноид | 28–38 | 33,00±5,00 | 39–44 | 41,50±1,44 |
| Общая длина | 69–75 | 72,00±3,00 | 74–84 | 79,00±2,89 |



Рис. 3. Кости дна черепа карпов в возрасте 2+ лет нормально развитых (слева) и с фенотипической «мопсовидностью» (справа):

а – парасфеноид; б – граница срастания; в – сошник

Беловский зеркальный карп и сарбоянский карп – это породы карпа, которые создавались путем скрещивания диких форм с ранее выведенными группами рыб, а также путем долгого процесса отбора особей с определенными признаками. На данный момент эти группы рыб не подвергаются жесткому контролю и выбраковке особей, не соответствующих стандартам породы. В результате происходит переполнение популяции алтайских зеркальных карпов и сарбоянских карпов так называемыми ассимилятивными генами. При этом запускается процесс закрепления модификационного признака, в данном случае укорочения головы у рыб, в генотипе популяции. Этот процесс возникает в ответ на воздействие окружающей среды и ее факторов и впоследствии проявление закрепленного признака может происходить в отсутствие воздействовавших ранее факторов внешней среды [11–15].

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. У карпа мопсовидной формы отмечено меньшее количество позвонков в хвостовом отделе осевого скелета. Строение туловищного и переходного отдела не имеет существенных различий. Жаберных тычинок у мопсовидных экземпляров меньше, чем у нормальных.

2. При измерении костей черепа было выявлено, что у мопсовидных экземпляров карпа кость парасфеноид укорочена по отношению к сошнику. В паре эти кости образуют дно черепа и находятся в сросшемся состоянии. У нормально развитых карпов сошник имеет большую длину, чем парасфеноид. Именно эта аномалия костей черепа приводит к укорочению рыла у рыбы.

3. Причиной возникновения экстерьерных аномалий у карпов, вероятней всего, можно назвать антропогенную нагрузку на водоем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анчутин В. М. Адаптивное значение некоторых признаков у западно-сибирских карасей // Зоологические проблемы Сибири. – Новосибирск, 1972. – С. 71–78.

2. Левых А. Ю., Усольцева Ю. А. Анализ межпопуляционной изменчивости морфометрических признаков серебряного карася // Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по материалам XXIII междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2014. – № 10 (22). – 175 с.

3. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю. С. Решетникова. – М.: Наука, 2002. – Т. 1. – 379 с.

4. Боркин Л. Я., Безман-Мосейко О. С., Литвинчук С. Н. Оценка встречаемости морфологических аномалий в природных популяциях (на примере амфибий) // Тр. Зоол. ин-та РАН. – 2012. – Т. 316, № 4. – С. 324–343.

5. Брагинский Л. П., Комаровский Ф. Я., Мережко А. И. Персистентные пестициды в экологии пресных вод. – Киев: Наукова думка, 1979. – 143 с.

6. Биологические методы оценки качества вод. Ч. 1: Биоиндикация / Т. И. Моисеенко, С. Н. Гашев, А. Г. Селюков, О. Н. Жигилева, О. Н. Алешина // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. Экология и природопользование. – 2010. – № 7. – С. 20–40.

7. Калиева А. А., Ермиенко А. В. К вопросу о биоиндикации загрязнений водных объектов на примере карася серебряного (*Carassius auratus gibelio*) // Сб. ст. по материалам междунар. науч. конгр. «Интерэкспо Гео-Сибирь». – Новосибирск, 2017. – С. 7.

8. Анисимова И. М., Лавровский В. В. Ихтиология. – М.: Высш. шк., 1983. – С. 255.

9. Иванова З. А., Моружи И. В., Пищенко Е. В. Алтайский зеркальный карп – новая высокопродуктивная порода прудовых рыб. – Новосибирск, 2002. – 204 с.

10. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть. – 2016. – 376 с.

11. Быкова О. Г. Экология прибрежно-водных биогеоценозов озер Чановской системы // Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология: сб. материалов междунар. науч. конф.: в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апр. 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 2. – С. 179–185.

12. Коновалов Ю. Д. Ртуть в организме рыб: (Обзор) // Гидробиол. журн. – Т. 35, № 2. – 2014. – С. 74–89.

13. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды / К. А. Савваитова, Ю. В. Чеботарева, М. Ю. Пичугин, С. В. Максимов // Вопросы ихтиологии. – 1995. – Т. 35, № 2. – С. 182–188.

14. Селезнева А. В. Антропогенная нагрузка на реки от точечных источников загрязнения // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2003. – Т. 5, № 2. – С. 268–277.

15. Хорошеньков Е. А., Пескова Т. Ю. Флуктуирующая асимметрия серебряного карася и густеры из некоторых степных рек Кубани // Вестн. ТПУ. – 2013. – Т. 18, вып. 6. – С. 3107–3109.

REFERENCES

1. Anchutin V.M. Adaptivnoe znachenie nekotoryh priznakov u zapadno-sibirskih karasej // Zoologicheskie problemy Sibiri. – Novosibirsk, 1972. – S. 71–78.
2. Levyh A.Y., Usol'ceva Y.A. Analiz mezhpopyulacionnoj izmenchivosti morfometricheskikh priznakov serebryanogo karasya // Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire: sb. st. po mater. XXIII mezhdunar. nauch. – prakt. konf. – Novosibirsk: SibAK. – 2014. – № 10 (22). – 175 s.
3. Atlas presnovodnyh ryb Rossii: v 2 t. / pod red. YU.S. Reshetnikova. – M.: Nauka, 2002. – T. 1. – 379 s.
4. Borkin L.A., Bezman-Mosejko O.S., Litvinchuk S.N. Ocenka vstrechaemosti morfologicheskikh anomalij v prirodnyh populyacijah (na primere amfibij) // Tr. Zool. in-ta RAN. – 2012. – T. 316, № 4. – S. 324–343.
5. Braginskij L.P., Komarovskij F.Y., Merezhko A.I. Persistentnye pesticidy v ekologii presnyh vod. – Kiev: Naukova dumka, 1979. – 143 s.
6. Biologicheskie metody ocenki kachestva vod. CH. 1: Bioindikaciya / T.I. Moiseenko, S.N. Gashev, A.G. Selyukov, O.N. ZHigileva, O.N. Aleshina // Vest. Tyumen. gos. un-ta. Ekologiya i prirodopol'zovanie. – 2010. – № 7. – С. 20–40.
7. Kalieva A.A., Ermienko A.V. K voprosu o bioindikacii zagryaznenij vodnyh ob'ektov na primere karasya serebryanogo (*Carassius auratus gibelio*) k voprosu o bioindikacii zagryaznenij vodnyh ob'ektov // Sb. st. po materialam mezhdunar. nauch. kongr. «Interekspo Geo-Sibir'». – Novosibirsk. – 2017. – 7 s.
8. Anisimova I.M., Lavrovskij V.V. Ihtiologiya. – M.: Vyssh. shk., 1983. – S. 255.
9. Ivanova Z.A., Moruzi I.V., Pishchenko E.V. Altajskij zerkal'nyj karp – novaya vysokoproduktivnaya poroda prudovyh ryb. – Novosibirsk, 2002. – 204 s.
10. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb. – M.: Pishch. prom-st. – 2016. – 376 s.
11. Bykova O.G. Ekologiya pribrezhno-vodnyh biogeocенозов озер CHanovskoj sistemy // Distancionnye metody zondirovaniya Zemli i fotogrammetriya, monitoring okruzhayushchej sredy, geoekologiya: sb. materialov mezhdunar. nauch. konf.: v 2 t. (Novosibirsk, 15–26 apr. 2013g.). – Novosibirsk: SGGA, 2013. – T. 2. – S. 179–185.
12. Konovalov Yu.D. Rtut» v organizme ryb: (Obzor) // Gidrobiol. zhurn. – T.35, № 2. – 2014. – S. 74–89.
13. Anomalii v stroenii ryb kak pokazateli sostoyaniya prirodnoj sredy/ K.A. Savvaitova, Yu.V. CHEbotareva, M. Yu. Pichugin, S.V. Maksimov // Voprosy ihtiologii. – 1995. – T. 35, № 2. – S.182–188.
14. Selezneva A.V. Antropogennaya nagruzka na reki ot tochechnykh istochnikov zagryazneniya // Izv. Samar. nauch. centra RAN. – 2003. – T. 5, № 2. – S. 268–277.
15. Horoshen'kov E.A., Peskova T.Y. Fluktuiruyushchaya assimetriya serebryanogo karasya i gustery iz nekotoryh stepnyh rek Kubani // Vestn. TPGU. – 2013. – T. 18, Vyp. 6. – S. 3107–3109.