

УДК 597.5

Н. С. САПАРГАЛИЕВА, С. С. КОБЕГЕНОВА, С. Т. НУРТАЗИН

МОРФОЛОГИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЩИПОВКИ, ВЬЮНА И СЕРОГО ГОЛЬЦА (*CYPRINIFORMES: CYPRINOIDEI*) ВОДОЕМОВ КАЗАХСТАНА

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы)

Изучена морфология пищеварительного тракта щиповки, выюна и серого голца в зависимости от их экологии и систематического положения. Показано, что пищеварительный тракт у выюна и щиповки представлен прямой не дифференцированной на отделы трубкой, у серого голца желудочно-кишечный тракт хорошо дифференцирован и имеет мешковидный функционально активный желудок. По отсутствию желудка щиповка и выюн объединяются с карповыми рыбами, напротив, голцы по наличию хорошо обособленного желудка резко противопоставляются карповым и выюновым рыбам.

Подотряд карповидных (*Cyprinoidei*) в настоящее время включает два семейства выюновые *Cobitidae* и балиторовые *Balitoridae* [1].

Щиповка (*Cobitis taenia*), выюн (*Misgurnus fossilis*) и серый голец (*Tryplophysa dorsalis*) ранее объединялись в одно семейство *Cobitidae*. Семейство *Cobitidae* включает приблизительно 19 родов, 130 видов. В Казахстане встречаются представители 3 родов (7 видов): Щиповки – *Cobitis*, Выюны – *Misgurnus*, Щиповки Сабанеева – *Sabanejewia* [1, 2].

В семействе *Balitoridae* 59 родов (590 видов), из них в Казахстане встречаются 3 рода, 9 видов: Усатые голцы, барбатули - *Barbatula*, *Nemacheilus* и *Tryplophysa* [1-3].

Весь комплекс *Cobitidae* нуждается в детальной ревизии. Анатомо-гистологическое строение пищеварительной системы отражает адаптацию рыб к различным условиям питания и в пределах определенных таксономических единиц

является диагностическим признаком. В связи, с чем целью нашего исследования являлось изучение анатомии и морфологии пищеварительного тракта трех видов этого комплекса (щиповки, выюна и серого голца) в зависимости от их экологии и систематического положения.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужил желудочно-кишечный тракт двух представителей семейства *Cobitidae*, принадлежащих к двум родам *Misgurnus* и *Cobitis* и одного представителя семейства *Balitoridae* – серого голца (рис. 1 а, б).

Рыбы были собраны в Северном Каспии (5 экз. выюна), в р. Бейтибулак (Зайсан) - 3 экз. щиповки. Серый голец – собран из четырех водоемов: из р. Каскелен (3 экз.), р. Малой Алматинки (3 экз.), р. Узунбулак Семипалатинского испытательного полигона (5 экз.) и из р. Бейтибулак (5 экз.).

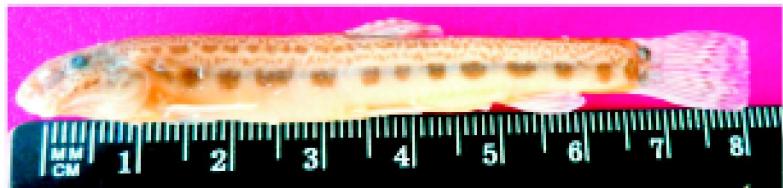


Рис. 1. а – щиповка, б – серый голец



б

Рыб целиком фиксировали в 10% формалине и проводили морфо-биологические исследования (длина всей рыбы, длина тела (без хвостового плавника), вес рыбы, вес внутренностей, вес рыбы без внутренностей, длина кишечника) по Правдину [4].

Для анатомической обработки вскрывали рыбь, вырезали пищеварительный тракт и зарисовывали без соблюдения масштаба анатомию пищеварительной трубы, фотографии анатомии пищеварительной трубы делали с помощью цифрового фотоаппарата модель камеры DMC-FX 100, тип: JPEG-рисунок.

Для всех видов рыб проводили микроанатомическую обработку материала по общепринятым гистологическим методикам [5, 6]. Срезы окрашивали гематоксилином-эозином, по Массону [7] и на выявление мукополисахаридов комбинированно – альциановым синим с реактивом ШИФФ (АС-ШИФФ) [8]. Рисунки по микроанатомии делались с помощью микроскопа Leica DMLB2, снабженной программой Biovision 4,0 и камерой Leica – DFC 320 с набором объективов с увеличением 10Х, 20Х, 40Х. Морфометрия пищеварительного канала (толщина эпителия, толщина мышечных оболочек, площадь желудочных желез) проводилась при помощи компьютерной системы анализа изображения, результаты морфометрии отображались в микронах, в калибровке Микрон /Pixel.

Результаты исследований и их обсуждение

Щиповка и голец характеризуются наличием 3 пар ростральных усиков, тогда как у выюна имеется 10 усиков, из них на нижней челюсти 4 [9].

Выюн придерживается медленно текущих или стоячих вод. Живет даже в таких заболоченных озерах и канавах, где нет другой рыбы. Питается личинками насекомых (особенно хирономид), ракообразными, червями, мелкими моллюсками, а также детритом и частично донной растительностью.

Щиповка в Казахстане встречается в бассейне Иртыша и представлена сибирским подвидом. Достигает длины немногим более 10 см. Питается она мелкими донными ракообразными – макротрицидами, хидоридами; раковинными амебами – диффлюгией, арцеллой; мелкими личинками хирономид.

Основные места обитания серого гольца – предгорные и горные болотца, ключи, застойные участки рек, прибрежные мелководные участки рек и горных озер.

Питается серый голец преимущественно животными организмами: личинками хирономид, которые составляют до 80% содержимого желудочно-кишечного тракта.

Щиповка и голец выбирают сходные участки места обитания (спокойные участки рек), но в чистых горных и предгорных районах и характеризуются сходством в питании [10].

Результаты наших исследований показывают, что макро- и микроанатомическое строение пищеварительного тракта сходно у выюна и щиповки. У обоих видов пищеварительный тракт представлен короткой прямой трубкой (рис. 2, а). Четко выраженной границы между пищеводом и кишечником нет. У выюна средняя часть кишечника образует слабо выраженный изгиб. Веригина описывает такой же изгиб кишечной трубы у выюна [11]. Соотношение длины тела к длине кишечника у щиповки составляет 31%.

Пищеварительный тракт серого гольца имеет четко выраженный желудок, мышечный сфинктер, отделяющий желудок от кишечника, пилорических отростков нет, длинный кишечник, образующий несколько петель (рис. 2, б).

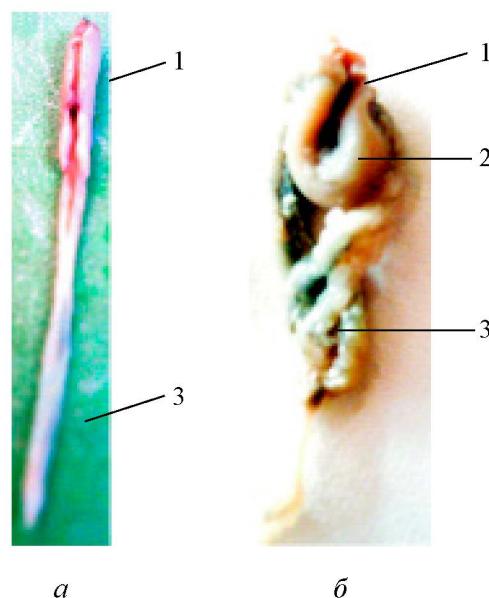


Рис. 2. Анатомия пищеварительного канала:
а – щиповки, б – серого гольца:
1 – пищевод, 2 – желудок, 3 – кишечник

Гистология пищеварительного тракта

Пищевод. Рельеф слизистой пищевода обычновенного вынона представлен невысокими простыми, сравнительно одинаковой высоты складками. У щиповки слизистая пищевода также образует не высокие, простые складки. У обоих видов складки слизистой выстланы многослойным эпителием. Количество клеточных слоев от 2-х до 4. В апикальной части располагаются крупные слизистые клетки, базально находятся 1-2 слоя мелких эпителиоцитов (рис. 3, а). Толщина эпителия пищевода изменяется от 22,31 до 88,54 мкм, составляя в среднем $42,72 \pm 1,12$ мкм. Ближе к началу кишечника эпителий пищевода становится не более чем двухслойным и его высота сильно понижается.

На границе с кишечником небольшой участок пищевода выстлан однослойным призматическим эпителием, в котором отсутствуют бокаловидные мукоциты (рис. 3, б). Этот эпителий напоминает призматический эпителий желудка. Такого рода эпителий описан в качестве переходной зоны для некоторых карловых и карпозубых рыб и представляетrudимент желудочного эпителия [12]. Соединительнотканная основа слизистой рыхлая, имеет различные клеточные включения.

Мышечная оболочка пищевода состоит из кольцевых поперечнополосатых мышечных волокон.

Складки слизистой пищевода серого гольца относительно невысокие, могут нести складки первого и второго порядка. Эпителий слизистой многослойный, образован 3-4 слоями клеток. На вершинах складок слизистых клеток немного, а по бокам складок слизистые клетки многочисленны и интенсивно окрашиваются ШИФФ реакцией и альциановым синим. В самой апикальной части эпителия располагается один слой уплотненных клеток. В эпителии пищевода наблюдаются вкусовые луковицы. Толщина эпителия пищевода серого гольца изменяется от 14,79 мкм до 63,65 мкм, составляя в среднем $34,85 \pm 0,65$ мкм. Непосредственно под эпителием располагаются более уплотненные коллагеновые волокна. Ближе к мышечной оболочке соединительнотканная основа представлена рыхлыми коллагеновыми волокнами с различными клеточными включениями и кровеносными сосудами. Мышечная оболочка пищевода состоит из поперечнополосатых волокон, образующих внутренний продольный и наружный кольцевой слой мускулатуры. Внутренний продольный слой не образует замкнутого кольца, а полуулунными тяжами располагается в

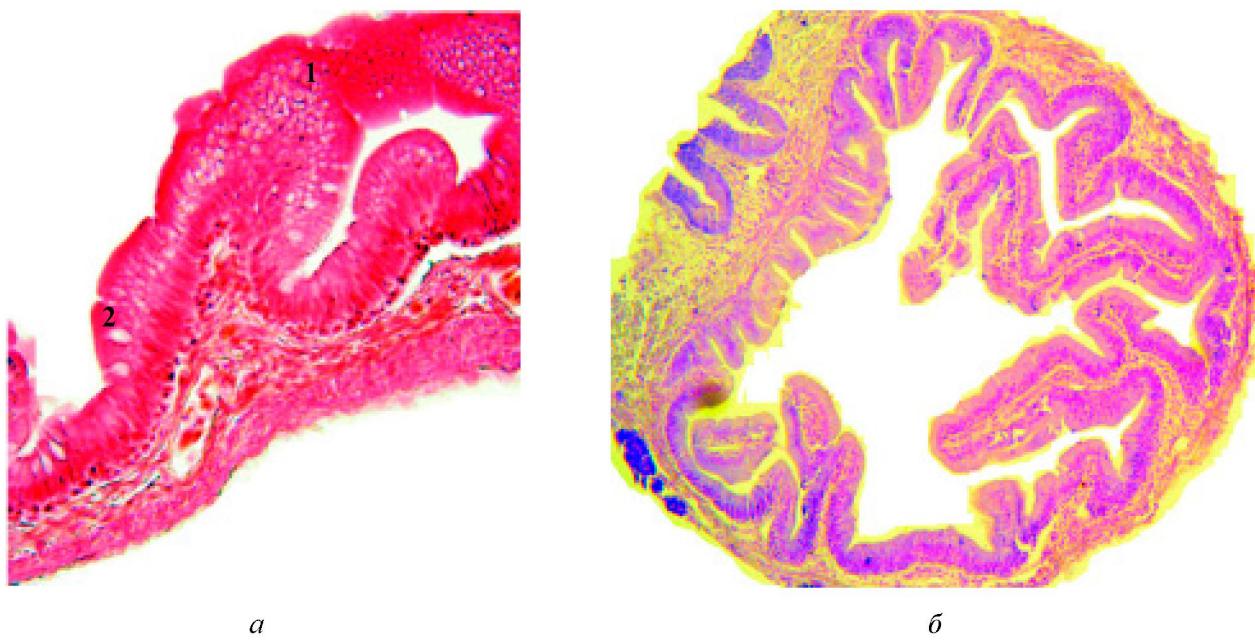


Рис. 3. *Misgurnus fossilis*: а – переход пищевода кишечнику: 1 – многослойный эпителий пищевода, 2 – каемчатый эпителий кишечника, 3 – соединительнотканная основа. Ув. х 200; б – кишечник: 4 – призматический каемчатый эпителий кишечника, 5 – соединительнотканная основа подслизистой кишечника, 6 – мышечная оболочка. Окраска гематоксилин-эозин. Ув. х 100

боковых стенках пищевода. Толщина наружного кольцевого слоя мышечной оболочки от 72,61 до 127,91 мкм, средняя толщина $92,15 \pm 1,59$ мкм. Поперечнополосатая исчерченность мышечных волокон пищевода является следствием продолжения висцеральной мускулатуры головы в начальный отдел передней кишки. Между эпителием пищевода и желудка наблюдается хорошо выраженный стык.

Желудок. Среди исследованных рыб анатомический и функционально желудок обособлен только у серого гольца (рис. 2, а).

Рельеф слизистой желудка у серого гольца неодинаков в разных участках. В проксимальной части желудка складки слизистой невысокие. Ближе к пилорическому отделу желудка складки слизистой желудка становятся более высокими, увеличиваясь от 112,45 до 365,95 мкм, и разветвленными. Выстланы они высокопризматическим эпителием, апикальная часть клеток которого образует мукоидные пробки (рис. 4, а).

Высота эпителия желудка изменяется от 14,22 до 44,66 мкм, составляя в среднем $28,55 \pm 0,68$ мкм. Высота поверхностно эпителия желудка от 10,69 до 57,63 мкм, средняя толщина составила $22,78 \pm 0,84$ мкм. В основании складок открываются сложные железы желудка альвеолярного типа с 5-6 концевыми секреторными отделами диаметром секреторных отделов желез 26-65 мкм.

Мышечная оболочка представлена кольцевым слоем гладкой мускулатуры, толщиной от 25,5 мкм до 83,12 мкм, средняя толщина $34,43 \pm 2,16$. Снаружи мышечную оболочку покрывает тонкая серозная оболочка.

В пилорическом отделе внутренний кольцевой слой образует мышечный сфинктер, ограничивающий пилорический отдел желудка от кишечника, здесь толщина мышечного слоя достигает до 261 мкм и более.

Кишечник. Гистологическое строение кишечника имеет большое сходство для всех изученных видов.

Складки слизистой кишечника вынона и щиповки различной высоты, некоторые складки сложно ветвятся, образуя анастомозы.

За пилорическим сфинктером желудка у серого гольца начинается кишечник. Складки слизистой кишечника высокие, тонкие и практически не образуют складок второго порядка. Высота складок кишечника изменяется от 146 до 325 мкм, расстояние между складками 43,39 мкм.

У всех видов складки кишечника выстланы однослойным призматическим каемчатым эпителием, включающим бокаловидные клетки, окрашивающиеся ШИФФ реагентом (рис. 2, б; 4, б).

У вынона в начале кишечника в эпителии практически отсутствуют бокаловидные клетки. Толщина эпителия кишечника изменяется от 6,41 до

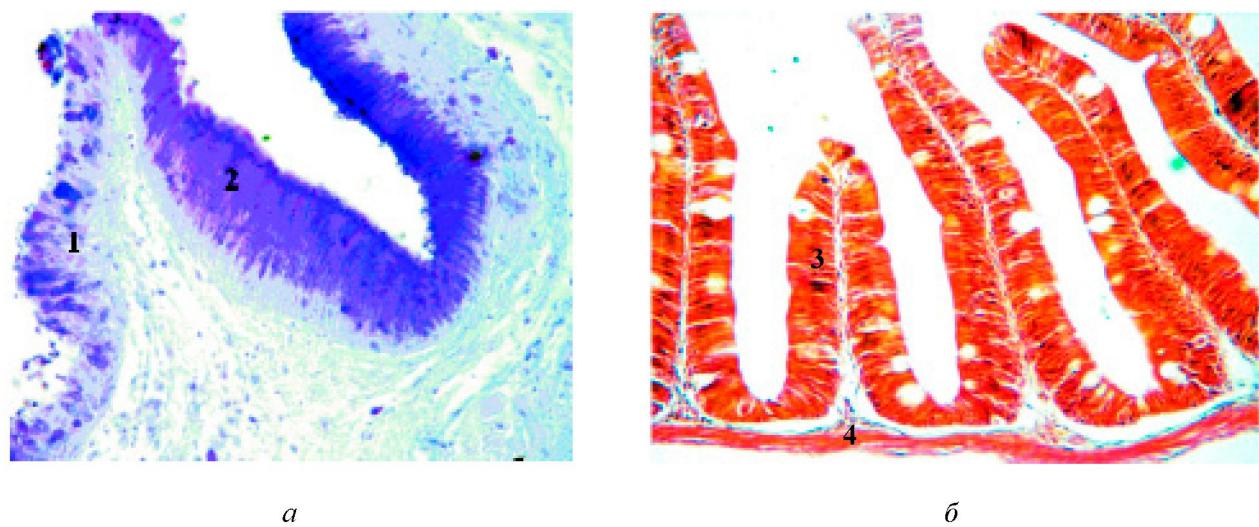


Рис. 4. Пищевод серого гольца (р. Узунбулак): *а* – стык эпителия пищевода с призматическим эпителием желудка: 1 – эпителий слизистой пищевода, 2 – призматический эпителий желудка. Ув. х 400. Окраска по Шиффу; *б* – кишечник серого гольца: 3 – каемчатый эпителий кишечника с бокаловидными мукоситами, 4 – мышечная оболочка. Ув. х 200. Окраска гематоксилин-эозин

66,63 мкм, составляя в среднем $37,86 \pm 3,03$ мкм. Соединительнотканная часть слизистой образована рыхлыми коллагеновыми волокнами, среди которых многочисленны гранулоциты.

Высота эпителия кишечника у серого гольца колеблется от 21,15 до 69,92 мкм, в среднем $44,41 \pm 0,63$ мкм. Рельеф слизистой кишечника практически не меняется по всей длине кишки. В самом заднем участке кишечника в эпителии увеличивается количество слизистых клеток - бокаловидных мукоцитов (рис. 4, б).

Под эпителием кишечника у всех изученных видов располагается слой тонкой рыхлой соединительной ткани, образованной коллагеновыми волокнами. Капиллярная трофика соединительной ткани обильная в начале и в средней части кишечника у серого гольца. Кровеносных сосудов и капилляров несколько меньше в задней части кишки. В соединительнотканной основе слизистой лежат различные клеточные элементы.

Мышечный слой кишечника представлен кольцевым слоем гладких мышечных волокон, толщина которого колеблется от 17,06 до 59,91 мкм, составляя в среднем $32,41 \pm 1,13$ мкм.

Таким образом, у обоих видов семейства *Cobitidae* – вынона и щиповки пищеварительный канал представлен простой прямой трубкой, а у серого гольца желудочно-кишечный тракт хорошо дифференцирован и имеет мешковидный функционально активный желудок. По отсутствию желудка щиповка и выон объединяются с карповыми рыбами, у которых, несмотря на широкий спектр питания различных видов, отсутствует желудок. Напротив, гольцы по наличию хорошо обособленного желудка резко противопоставляются карповым и выновым рыбам.

В отряде карпообразных три подотряда: харациновые, карповидные и электрические угри. По систематике Нельсона Дж. (2009 г.) все подотряды выделены в самостоятельные отряды, где харацинообразные помещены после карпообразных [1]. Представители харациновых характеризуются хорошо развитыми зубами на челюстях и наличием желудка. У подавляющего большинства видов харациновых имеется жировой плавник. По характеру питания харациновые хищники, но имеются мирные животоядные и растительноядные виды. Карповидные отличаются от харациновых отсутствием зубов на челюстях и отсутствием желудка. Изученные нами гольцы

не подпадают под все характерные признаки карповидных, поскольку имеют хорошо развитый и функционально активный желудок, а также у некоторых видов имеется плавничок подобный жировому [1] и по этим признакам представители семейства *Balitoridae* ближе к харациновым. У изученных выновых строение пищеварительного канала типично для карповидных, хотя по внешним морфологическим признакам (наличие усиков, глоточных зубов и др.) щиповка и гольцы сходны. По мнению Sawada *Balitoridae* следует отделять от *Cobitidae* на основании отличий в строении веберова аппарата (например у них трипус, самый задний элемент в ряду веберовских косточек, имеет Y – образную форму) [13]. На основании наших морфологических исследований мы согласны с выше указанным автором [13] в том, что гольцы составляют самостоятельную таксономическую группу в отряде карпообразных.

Большинство авторов считают, что требуется ревизия для родов и видов семейства *Balitoridae*, а также углубленные изучения филогенетических взаимоотношений этого семейства с другими семействами отряда карпообразных [1].

ЛИТЕРАТУРА

- Нельсон Джозеф С. Рыбы мировой фауны: Пер. 4-го перераб. англ. изд. М.: Книжный дом «Либроком», 2009. 880 с.
- Карпов В.Е. Список видов рыб и рыбообразных Казахстана // Рыбоводственные исследования в Республике Казахстан: история и современное состояние. Алматы: Бастау, 2005. С. 152-168.
- Kottelat M. IndoChinese nemacheilines, a revision of nemacheilinae loaches (Pisces: Cypriniformes) of Thailand, Burma, Laos, Cambodia and southern Viet Nam. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. München. 1990. 262 p.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.
- Ромейс Б. Микроскопическая техника / Пер. с нем. М., 1953.
- Хегай И.В., Кобегенова С.С. Методическое руководство по курсу «Основы микротехники». Алматы: Қазақ университеті, 1999. 46 с.
- Martoja, Martoja-Pierson, U. Initition aux techniques de l'histologie animal. Paris: Masson, 1967. 345 p.
- Horobin R.W., Kevill-Davies I.M. A mechanistic study of the histochemical reactions between aldehydes and Basic Fuchsin in acid alcohol used as a simplifiedfor Schiff's reagent // Histochem J. 1971. V. 3, N. 5. P. 371-378.
- Бейімбет Ә.А., Темірхан С.Р. Қазақстанның балықтары мен балықтарының қазақша-орысша анықтауышы. Алматы: Қазақ университеті, 1999. 347 б.
- Рыбы Казахстана. Т. 4: Выновые, сомовые, атериновые, тресковые, колючковые, иловые, окуневые, бычковые, керчаковые // Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. и др. Алма-Ата: Наука, 1989. 312 с.

11. *Веригина И.А.* Строение пищеварительного тракта некоторых выоновых рыб // Вопросы ихтиол. 1990. Т. 30, вып. 2. С. 246- 254.

12. *Labhart P., Zisviler V.* Vergleichend – Morphologische Untersuchungen am Verdauungstrakt verschiedener Lahnkarpfinge (U.O.Cyprinodontoidei) // Rev. Suisse Zool. 1979. V. 86, N 4. S. 843-854.

13. *Sawada Y.* Phylogeny and zoogeography of the superfamily Cobitoidea (Cyprinoidei, Cypriniformes) // Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 1982. P. 65-223.

Резюме

Жүйелілігіне және экологиясына байланысты шырма балықтардың, сұр талма балықтың асқорыту түтігінің морфологиясы зерттелген. Шырма балық пен щиповканың асқорыту түтігі бөлімдерге бөлінбegen тік түтіктен тұратындығы анықталған. Сұр талма балығын-

да асқорыту жүйесі бөлімдерге жақсы бөлініп, функционалды активті қантәрізді қарнының болуымен сипатталады. Қарнының болмауына байланысты шырма балық пен щиповка тұқы балықтарымен біріге алады, ал талма балықтар қарнының айқын ажыратылуына байланысты тұқы және шырма балықтарымен біріге алмайды.

Summary

The digestive tract morphology of spined loaches, loach and grey loach depending on their taxonomy and ecology position is studied. Resemblance of a digestive tract loach and spined loaches is shown not differentiated digestive canal, whereas at grey loach the gastrointestinal tract is well differentiated, sacciform and has functionally active stomach. On absence of a stomach mudfish and loach unite with carp fishes, on the contrary, grey loaches on presence of well isolated stomach are sharply opposed to carp and loach fishes.