

УДК. 597.5

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

**ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА АМУРСКОГО БЫЧКА (*RHINOGOBIUS SIMILIS*) И ЭЛЕОТРИСА (*MICROPERCOPS CINCTUS*) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ПИТАНИЯ**

(Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, Алматы)

*В работе впервые приводятся данные по анатомическому и гистологическому строению пищеварительного тракта амурского бычка (*Rhinogobius similis*) и элеотриса (*Micropercops cinctus*). Результаты исследований сравниваются с другими видами (*Neogobius melanostomus* и *N. kessleri*) бычковых рыб.*

Амурский бычок (*Rhinogobius similis*) является представителем семейства *Gobiidae*, элеотрис (*Micropercops cinctus*) - семейства головешковых (*Eleotrididae*), которые объединены в подотряд бычковидных (*Gobioidei*). В отличие от других семейств бычковидных брюшные плавники головешковых могут быть слиты своими основаниями, но не образуют диск.

Оба представителя относятся обитателям пресноводной фауны Амурского ихтиогеографического комплекса, попавшие в водоемы Казахстана и Средней Азии во второй половине XX века в результате акклиматизации растительоядных рыб /1/.

Амурский бычок населяет в основном мелководья с плотным грунтом, предпочитая галечниковые или каменистые участки дна. Половозрелости бычок достигает на втором году жизни, при длине 20-22 мм. Нерест порционный. По характеру питания взрослый амурский бычок является бентофагом. Пища включает ветвистоусых, веслоногих и ракушковых рачков, личинок хирономид, жуков, клопов и ручейников, малощетинковых червей /1/.

Элеотрис предпочитает заросшие водной растительностью, хорошо прогреваемые мелководные участки водоемов, где почти отсутствует течение. Половозрелости также как и бычок достигает на втором году жизни при длине тела 24-25 мм. Нерест порционный. Питание изучено слабо. Взрослый элеотрис в Балхаше питается ракообразными, зообентосом, икрой и личиками рыб, после нереста основой рациона являются личинки хирономид /1/.

Работ, посвященных морфологии пищеварительного тракта бычковидных рыб сравнительно не много. Имеющиеся данные охватывают в основном бычков Черного и Азовского морей /2,3/. Гистологический анализ некоторых бычков показал наличие в передней части пищеварительной трубки гастральных желез, при отсутствии анатомической дифференцировки желудка /4/.

Данные по анатомии и морфологии пищеварительного тракта амурского бычка и элеотриса отсутствуют.

Целью нашего исследования было изучить морфологию пищеварительного тракта амурского бычка и элеотриса, а также бычка-кругляк (*Neogobius melanostomus*) и головача (*N. kessleri*) зависимости от их питания и систематического положения.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Материалом исследования послужили амурский бычок (*Rhinogobius similis*) в количестве 10 экземпляров, элеотрис (*Micropercops cinctus*) в количестве 11 экз. собранные в Чиликском прудовом хозяйстве и на Капчагайском нерестово-выростном хозяйстве. Для

сравнительного материала были взяты бычок кругляк *Neogobius melanostomus* в количестве 20 экземпляров и бычок головач *N. kessleri* в количестве 7 экз., собранные с Каспийского моря 1997 г. и 2007 году. Рыбы целиком были зафиксированы в 4% формалине. Для исследования были проведены промеры рыб (длина всей рыбы (мм), длина тела без С (мм), масса тела, длина пищеварительной трубки и т.д.) по принятым ихтиологическим исследованиям методикам (таблица 1) /5/; для изучения анатомического строения вскрывали брюшную полость рыбы вырезали пищеварительный тракт и зарисовывали без соблюдения масштаба анатомию пищеварительной трубки.

Таблица 1.

Промеры длины тела, длины кишечника рыб

Вид	Длина рыб, мм	Длина кишечника, мм	Отношение длины кишечника к длине тела, li/l (%)
<i>Neogobius melanostomus</i>	$\frac{35,17-79,71}{58,48 \pm 2,93}$	$\frac{19,95-41,5}{30,60 \pm 1,73}$	52,3
<i>Rhinogobius similis</i>	$\frac{49,29-58,15}{54,40 \pm 1,11}$	$\frac{23-38,21}{31,56 \pm 1,58}$	58
<i>Micropercops cinctus</i>	$\frac{36,06-48,34}{41,69 \pm 1,24}$	$\frac{13,52-27,39}{19,17 \pm 2,02}$	46

Микроанатомическую обработку материала проводили по общепринятым методикам гистологической техники /6, 7/. Кусочки из различных отделов туловищной кишки после обезвоживания и просветления заливали в парафин и изготавливали поперечные и продольные срезы толщиной 5-8 мкм. Для приготовления обзорных препаратов срезы окрашивали гематоксилин-эозином, по Массону и на выявление кислых и нейтральных мукополисахаридов реактивом Шифф и альциановым синим /8/. Фотографирование проводили с помощью микроскопа Leica DMLB2, снабженный камерой Leica DFC 320 и с помощью USB Digital Microscope.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Макроанатомическое строение.** Пищеварительный тракт амурского бычка и элеотриса анатомический не дифференцирован на отделы. Пищевод короткий за ним идет мешкообразное расширение, которое, немного сужаясь в конце, переходит в кишечную трубку, которая направляясь каудально делает изгиб, направляясь в краниальном направлении и образует одну петлю, затем направляется каудально (рис. 1). У элеотриса рельеф слизистой мешкообразного отдела гладкий (рис. 2). Рельеф слизистой пищеварительного тракта амурского бычка состоит из четко различающихся трех отделов: частые продольные складки пищевода, широкие продольные складки в области мешкообразного расширения и невысокие зигзагообразные складки кишечника (рис.3).



Рисунок 1. Анатомия пищеварительной трубки эеотриса (а) и амурского бычка (б)

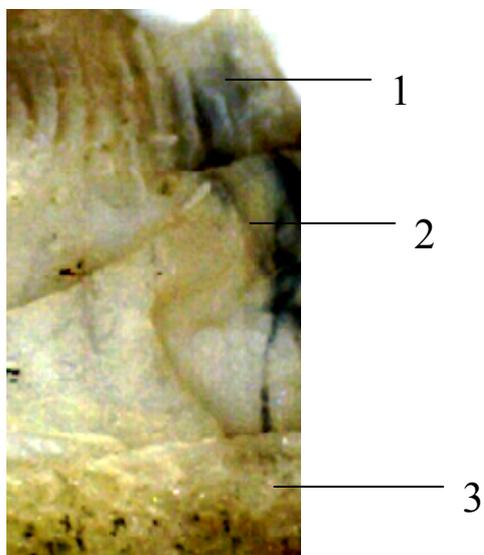
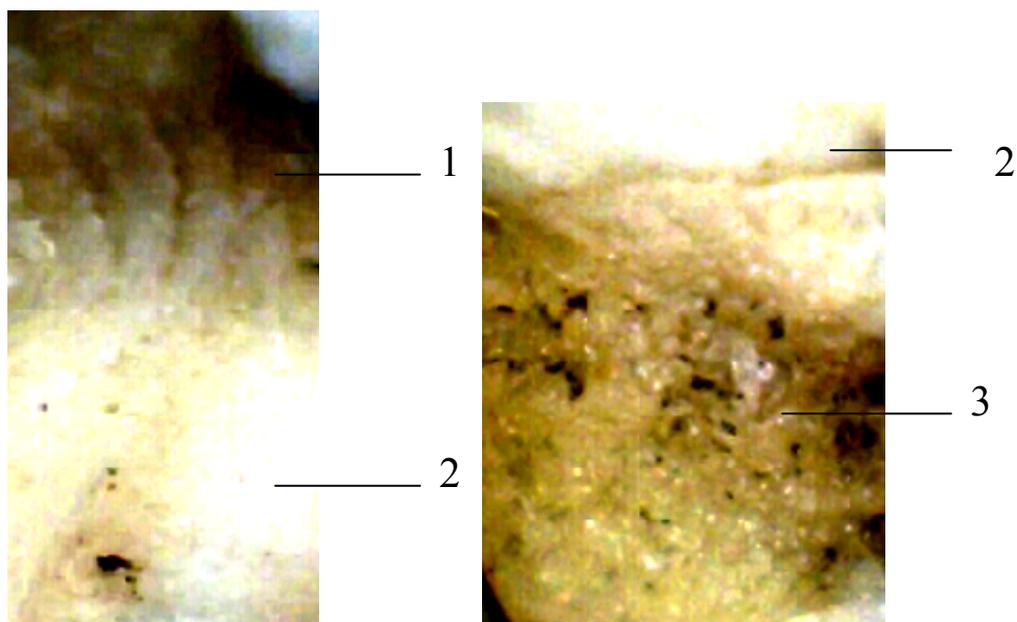


Рисунок 2. Рельеф слизистой эеотриса: 1 – продольные складки в пищеводе, 2 – смена рельефа в мешкообразном расширении, 3 – складки в кишечнике



**Рисунок 3. Рельеф слизистой амурского бычка: 1- складки в пищеводе, 2 – рельеф в мешкообразном расширении, 3 – рельеф кишечника**

У бычка-кругляка и бычка-головача желудок анатомически не дифференцирован. Короткий толстостенный мощный пищевод, переходит в кишечник, истинную границу пищевода и кишечника можно определить только гистологический. Рельеф слизистой переднего отдела пищеварительного тракта бычка-кругляка представлен продольными складками в пищеводе, далее идет четко отделяющийся очень небольшой участок слизистой с кольцевым расположением складок. Рельеф слизистой кишечника, как и у амурского бычка, образован невысокими продольными, часто анастомозирующие друг с другом, складками (рис. 4).

У бычка головача после пищевода пищеварительная трубка имеет не большое расширение, затем трубка сужается. Далее кишечник, изгибаясь в левую сторону делает одну петлю. Между средним и задним кишечником наблюдается граница в виде сужения среднего кишечника, а начало заднего отдела кишечника начинается с расширения трубки (рис. 5).

**Микроанатомическое строение.** Складки пищевода амурского бычка высокие, слабоветвящиеся. Эпителий пищевода многослойный 4-5 ряда клеток. У элеотриса складки пищевода невысокие, по сравнению с амурским бычком широкие, эпителий пищевода состоит из 2-3 рядов клеток. Подслизистая основа обоих видов образована рыхлой соединительной тканью. Мышечная оболочка состоит из внутреннего кольцевого слоя и продольного внешнего слоя поперечнополосатых мышц (рис. 6).

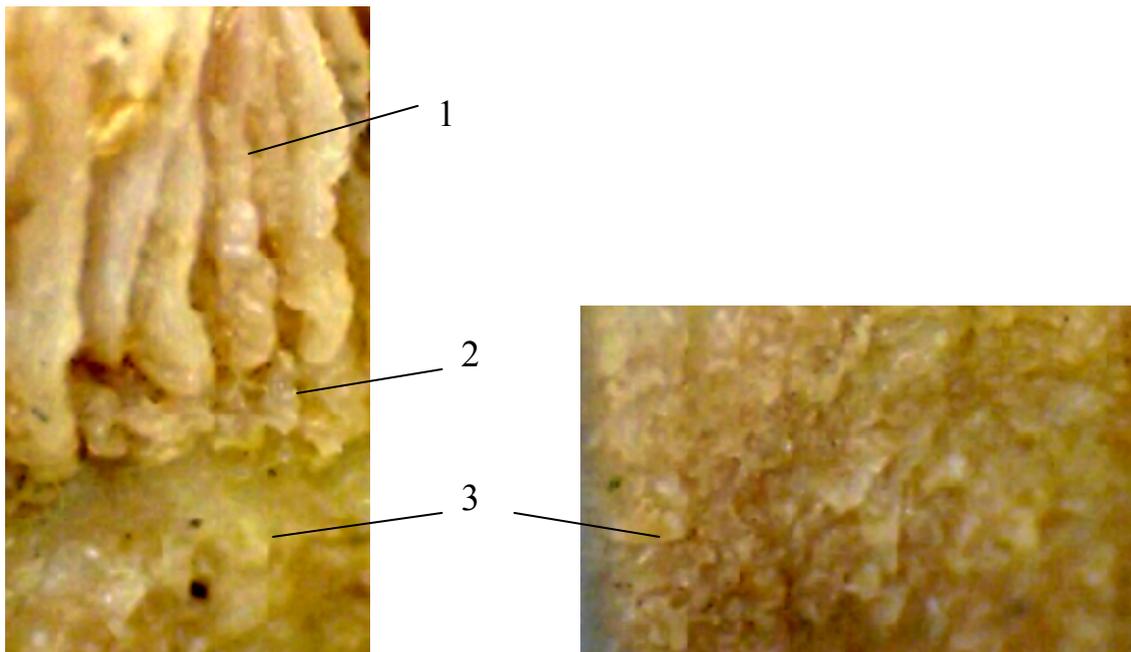


Рисунок 4. А – рельеф слизистой пищеварительной трубки бычка-кругляка *N. melanostomus*: 1 – продольные складки пищевода, 2 – очень маленький участок желудка, 3 – рельеф кишечника

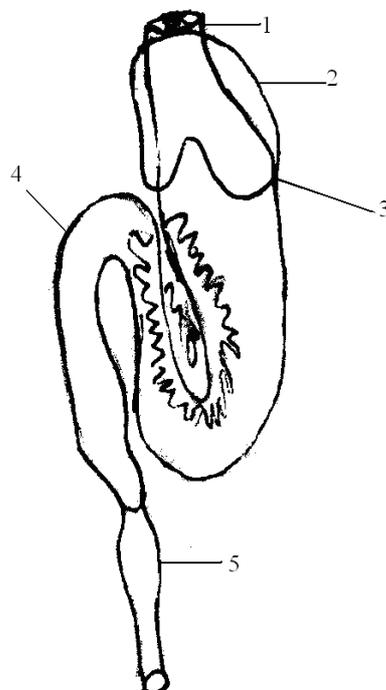


Рисунок 5. Анатомия кишечника *N. kessleri*: 1 – пищевод, 2 – печень, 3 – расширения в области желудка, 4 – петля кишечника, 5 – задняя кишка

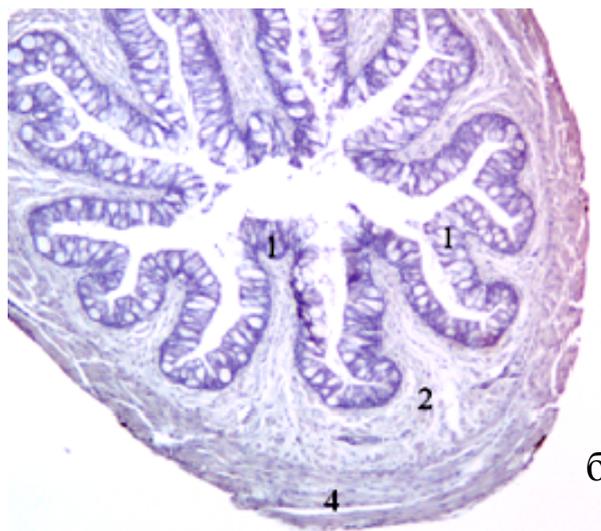
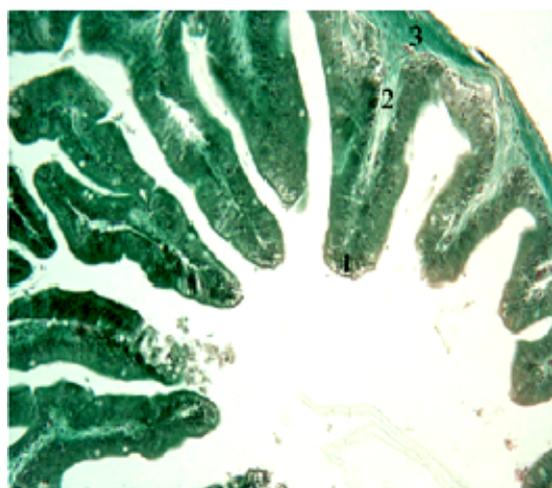


Рисунок 6. Пищевод амурского бычка (а, ув. 10Х, окраска по Массону) и элеотриса (б, ув. 10Х, окраска гематоксилин-эозин): 1 – многослойный эпителий, 2 – соединительнотканная основа, 3 – мышечная оболочка

Складки пищевода бычка кругляка умеренные, слабоветвящиеся. Эпителий пищевода многослойный насчитывает 2-3 ряда клеток. У головача складки слизистой имеют складки 2-3-го порядка. Эпителий слизистой многослойный (2-3 ряда местами 4-5 ряда). Апикальный слой слизистой складок пищевода бычков представлен округлыми крупными мукоцитами, имеющие слабую Шифф реакцию.

У обоих видов подслизистая соединительнотканная основа плотная, которая затем переходит в рыхлые волокна соединительной ткани с различными клеточными элементами (рис. 7).

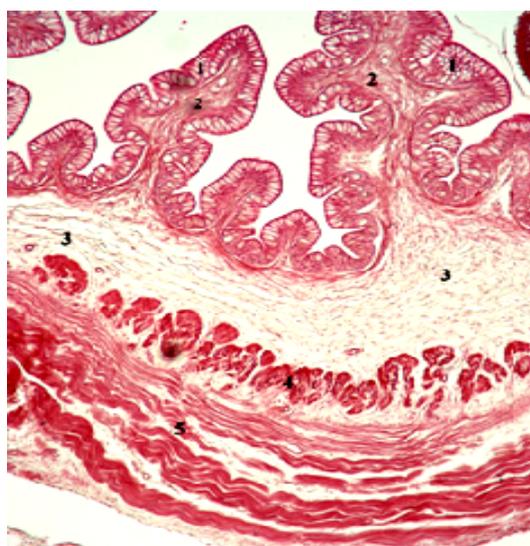
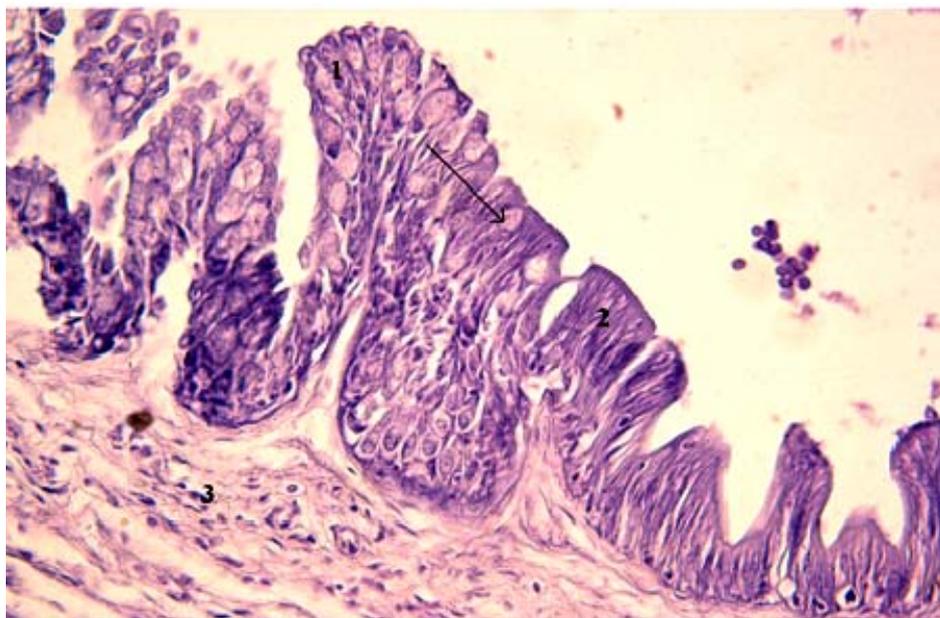


Рисунок 7. *N. kessleri* пищевод. Ув. 10Х. 1 – многослойный эпителий пищевода, 2 – плотная соединительнотканная основа, 3 – рыхлая соединительнотканная основа, 4 – кольцевой слой поперечнополосатой мускулатуры, 5 – продольный слой поперечнополосатой мускулатуры

Мышечная оболочка пищевода состоит из поперечнополосатых волокон, образующих внутренний кольцевой слой и наружный продольный слой мускулатуры. В соединительнотканную основу пищевода входят пучки поперечнополосатой мускулатуры, у головача пучки доходят до вершины складок.

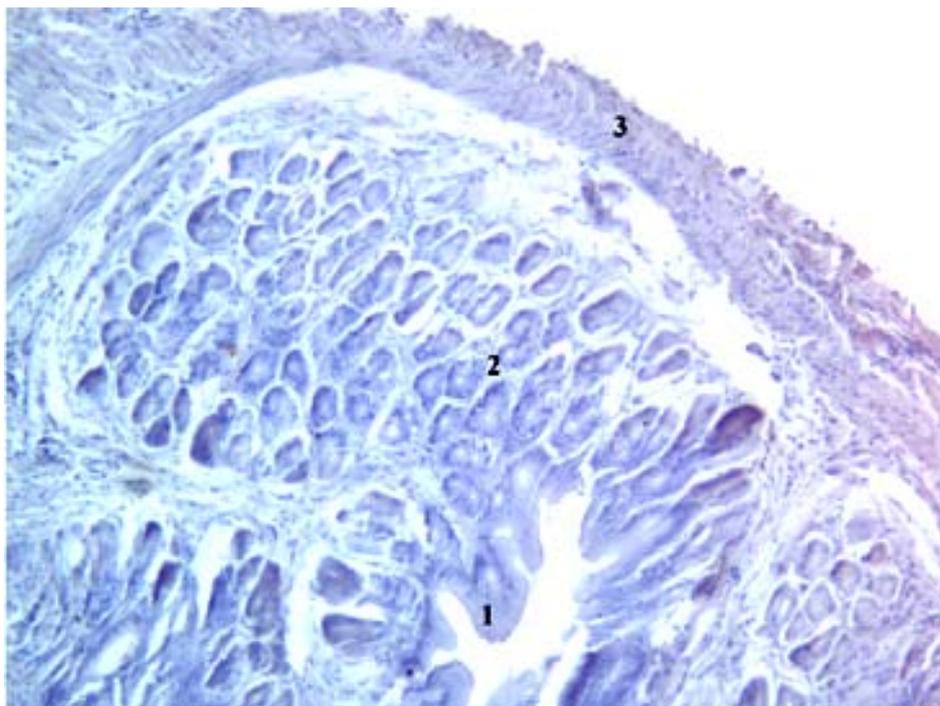
У всех изученных видов многослойный эпителий пищевода, образуя стык, резко переходит в однослойный призматический эпителий желудка (рис. 8).



**Рисунок 8. *N. kessleri* переход пищевода к желудку: 1 – многослойный эпителий пищевода, 2 – однослойный призматический эпителий желудка, 3 – рыхлая соединительнотканная основа, стрелкой показан стык пищевода с желудком**

У всех изученных видов складки слизистой желудка образованы однослойным призматическим эпителием, имеются желудочные железы, которые не окрашиваются Шифф-реакцией.

Складки слизистой желудка у амурского бычка и элеотриса листовидной формы, широкие. Желудочные железы альвеолярного типа, округлой и овальной формы расположены группами в соединительнотканной основе. Сами железы образованы кубическими клетками, ядра которых расположены на базальной части клетки. Желудочные железы могут доходить до вершины складок (рис. 9).



**Рисунок 9. Желудок элеотриса, ув. 20Х, окраска гематоксилин-эозин:  
1 – однослойный призматический эпителий, 2 – железы желудка, 3 – мышечная оболочка**

Складки слизистой желудка у бычка кругляка ветвящиеся, широкие, имеют складки первого и второго порядка. У бычка головача складки слизистой желудка широкие, невысокие.

Под поверхностным эпителием желудка у бычка кругляка в соединительнотканной основе располагаются альвеолярные железы. Желудочные железы малочисленны. Железы образованы средними кубическими клетками с довольно крупными ядрами. В эпителии слизистой встречаются крупные клетки.

У бычка головача в подслизистой основе расположены мелкие многочисленными группами желудочные железы. Железы желудка доходят до вершины складок. Соединительнотканная основа сравнительно плотная с различными клеточными включениями. Железы желудка образованы кубическими клетками, округлыми ядрами в базальной части (рис. 10).

Мышечная оболочка у всех видов представлена толстым внутренним кольцевым слоем и наружным продольным слоем гладких мышц.

Складки слизистой кишечника амурского бычка и элеотриса высокие, не ветвящиеся, выстланы однослойным призматическим эпителием, клетки которого имеют щеточную каемку (рис. 11).

Складки слизистой кишечника у бычка – кругляка и бычка – головача сложные анастомозирующие друг с другом. Эпителий кишечника однослойный призматический со щеточной каемочкой (рис. 12, 13).

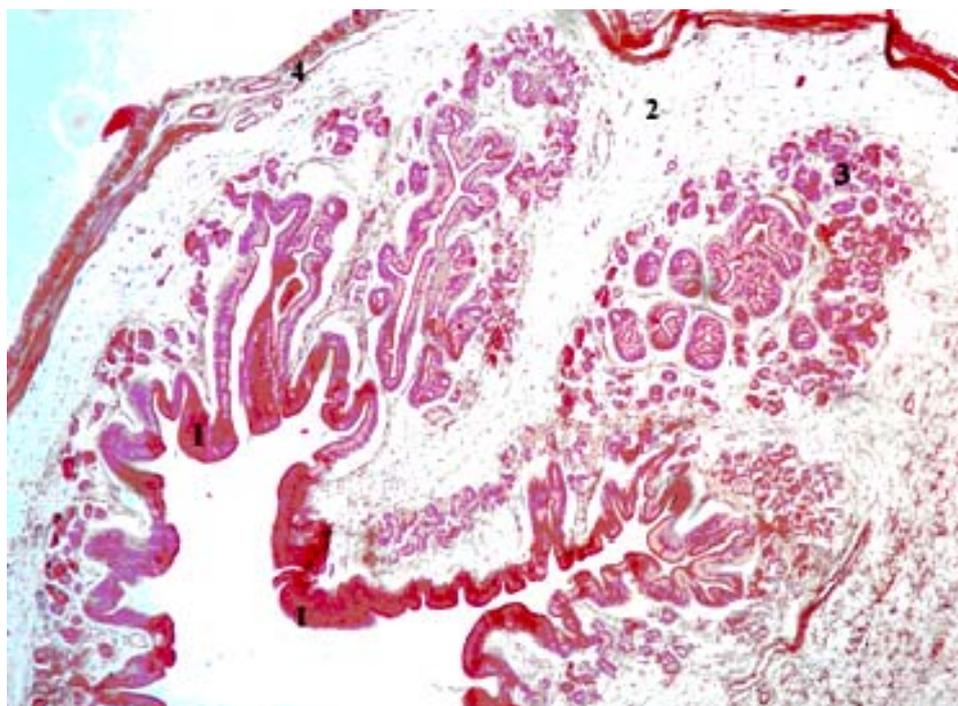


Рисунок 10. *N. kessleri* желудок: 1 – однослойный призматический эпителий желудка, 2 – рыхлая соединительнотканная основа, 3 – железы желудка, 4 – мышечная оболочка



Рисунок 11. Кишечник элеотриса ув.10X, окраска по Массону:  
1 – однослойный призматический эпителий, 2 – рыхлая соединительнотканная основа,  
3 – мышечная оболочка

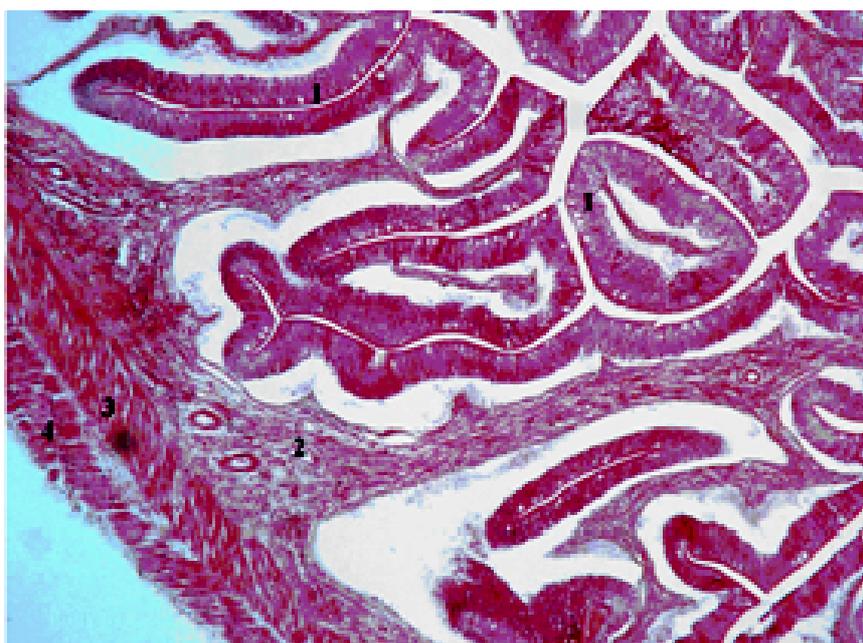


Рисунок 12. *N. kessleri* киешчик ув.10Х, окраска гем-эозин: 1 – однослойный призматический эпителий, 2 – рыхлая соединительнотканная основа, 3 – внутренний кольцевой мышечный слой, 4 – внешний продольный мышечный слой



Рисунок 13. *N. kessleri* киешчик ув.40Х, окраска гем-эозин: 1 – однослойный призматический эпителий, 2 – рыхлая соединительнотканная основа, 3 – бокаловидные клетки

У всех видов бокаловидные мукоциты равномерно распределены среди энтероцитов и содержат АС - положительный секрет. Подслизистая основа слизистой кишечника состоит из рыхлой соединительной ткани и содержит различные клеточные элементы.

Мышечная оболочка кишечника представлена двумя слоями гладкомышечных волокон: внутренний кольцевой слой и внешний продольный слой.

Изученные нами виды представляют пресноводную (амурский бычок, элеотрис) и морскую фауну (бычок-кругляк, бычок-головач). У элеотриса и амурского бычка пищу составляют преимущественно водные личинки насекомых, ракообразные. Каспийские бычки являются наиболее специализированными в пищевом отношении, так пищу у бычка кругляка составляют главным образом моллюски, затем ракообразные, а в пище головача преобладают ракообразные /9/. Среди бычковых рыб потребителями твердой пищи являются бычок-кругляк и бычок песочник. В связи, с чем у них вырабатываются приспособления к питанию добычей с твердыми покровами. Способность потреблять животных с твердыми покровами сопровождается у бычка-кругляка усилением нижнеглоточных костей последней жаберной дуги, на которых располагаются мощные зубы дробящего типа /2/.

У изученной пресноводной фауны у амурского бычка и у элеотриса за пищеводом наблюдается мешкообразное расширение. При переходе этого мешкообразного расширения в кишечник в слизистой наблюдается заметная, разделяющая эти отделы, полоса. Гистологическое изучение мешкообразного расширения показало наличие желудочных желез в этом отделе. У бычка-головача и бычка-кругляка желудок анатомический не выражен, однако гистологический анализ показал наличие желудочных желез у обоих видов. Однако у бычка-кругляка железистое поле и сам участок желудка очень небольшой, что выявляется и при рассмотрении рельефа слизистой пищеварительного тракта. У бычка головача участок желудка побольше, который начинается после небольшого расширения пищевода. Трубочато-альвеолярные железы желудка расположены небольшими группами, которые разделены между собой прослойками соединительной ткани (рис. 10).

Таким образом, у бычковых (амурский бычок, бычки кругляк и головач) и головешковых (элеотрис) в передней части пищеварительной трубки, сразу за пищеводом, имеется участок слизистой с желудочными железами, размеры которого у разных видов различны. Наименьшая зона размещения желудочных желез у бычка кругляка, наибольшая – у амурского бычка и элеотриса. Однако, у всех изученных видов клетки поверхностного эпителия желудка не образуют по апикальному краю слизи пробки, как это свойственно для поверхностного эпителия желудка позвоночных животных. Образованных мелкими кубическими клетками небольших альвеолярных желудочных желез не наблюдается секреторной активности, т.е. в клетках желудочных желез не просматриваются гранулы зимогена. Шубич и Могильная полагают, что накопление клетками поверхностного эпителия желудка мукоидной слизи являлось в процессе эволюции ответной реакцией на агрессивное действие соляной кислоты /10/. Отсутствие функциональной активности как в клетках поверхностного эпителия желудка, так и в клетках желудочных желез у всех исследованных бычководных рыб предполагает отсутствие у них желудочного пищеварения даже у видов обладающих значительным объемом желудочных желез (например, у мартовика). Таким образом, Кобегенова и Джумалиев полагают, что гастральные железы бычководных рыб представляют собой рудиментарные структуры, утратившие свою физиологическую функцию /4, 11/.

Наиболее важным отличительным признаком бычководных рыб является строение их брюшных плавников. Головешковые характеризуются сближенными брюшными плавниками и слиянием их оснований. Они представляют собой наименее специализированную группу среди представителей подотряда бычководных рыб. Бычковые характеризуются слиянием брюшных плавников, которые образуют присасывательную воронку /12/.

Это специализированная группа, адаптивная радиация которых шла к приспособлению к жизни в приливно-отливной зоне. Морфологическое строение пищеварительного тракта в исследованных группах позволяет нам предположить, что их дивергенция началась до утраты желудка их предками, хотя возможно и обратное предположение, т.е. дивергенция групп произошла в период, когда у их общих предков начался процесс редукции желудка. Подтверждением последнему предположению является то, что у представителей семейства илистых прыгунов (*Periophthalmidae*) этого же подотряда, также наблюдается наличие не функциональных желудочных желез, при отсутствии анатомически выраженного желудка /4/. Кроме того, в отряде окунеобразных у представителей семейства губановых (*Labridae*) и собачковых (*Bleniidae*) показано полное отсутствие желудка, которые в систематическом плане далеко стоят от бычковых, т.е. не имеют тесных родственных взаимоотношений /13,14/. Вместе с тем в этом отряде большинство семейств характеризуются наличием хорошо выраженного и функционально активного желудка. Это свидетельствует о том, что редукция желудка проходила параллельно и независимо в каждом таксоне в процессе адаптации этих групп рыб к сходным условиям обитания и питания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука. Т. 4, 1989. – 492 с.
2. Богачик Т.А. Адаптация пищеварительной системы рыб к обработке пищи с плотными покровами. Современные проблемы эволюционной морфологии животных. Тезисы докладов Международного симпозиума. М. 1981. С. 9-10.
3. Москалькова К.И. Экологические и морфо-физиологические предпосылки к расширению ареала у бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* в условиях антропогенного загрязнения водоемов //Вопр. ихтиологии. Т. 36, вып. 5. 1996 г. С. 615-621.
4. Кобегенова С.С., Джумалиев М.К. Морфофункциональные особенности пищеварительной системы некоторых бычковидных рыб (*Gobiidae*). Вопросы ихтиологии. Т. 31, вып. 6, 1991 г. С. 965-973.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. -376 с.
6. Ромейс Б. Микроскопическая техника. Пер. с нем. М., 1953.
7. Хегай И.В., Кобегенова С.С. Методическое руководство по курсу «Основы микротехники». Алматы: Қазақ университеті, 1999. -46 с.
8. 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 simplified for Schiff's reagent./ Histochem J.- 1971. – V.3.-N. 5. – P. 371-378.
9. Никольский Г.В. Частная ихтиология. М.: Высшая школа. 1971. С. 360-364.
10. Шубич М.Г., Могильная Г.М. 1981. Гистохимия желудка позвоночных в таксономическом и эволюционном аспекте // Журн. Общ. Биологии. Т.42. №2. С. 276-288.
11. Кобегенова С.С. 1988. К вопросу о возможной причине редукции желудка у некоторых костистых рыб // Вопросы ихтиологии. Т. 28. Вып. 6. С. 266-272.
12. Жизнь животных. М.: Просвещение. Т.4., С. 524-529.
13. Веригина И.А., Кобегенова С.С. 1987. Строение пищеварительного тракта безжелудчных окунеобразных рыб семейства губановых // Вопр. Ихтиологии. Т. 28. Вып. 6. С. 1030-1034.
14. Кобегенова С.С., Веригина И.А. 1988. Строение пищеварительного тракта некоторых *Blennoidei* // Вопр. Ихтиологии. Т. 28. Вып. 6. С. 266-272.

\*\*\*

Мақалада бірінші рет Қазақстан сукоймаларында кездесетін амур бұзаубас балығы (*Rhinogobius similis*) мен элеотрис (*Micropercops cinctus*) балығының қоректенуіне байланысты асқорыту жүйесінің анатомиялық және морфологиялық құрылысы қарастырылған.

\*\*\*

At the first time anatomy and morphology digestive tract of *Rhinogobius similis* and *Micropercops cinctus* are considered.