

УДК 639.217:611.3

ОРГАНЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ КАНАЛЬНОГО СОМА В ОНТОГЕНЕЗЕ**В. Ф. ВРАКИН, А. Н. СМИРНОВ, А. А. ЕФИМОВА, М. В. СИДОРОВА, М. В. ФОМИНА**
(Кафедра анатомии, гистологии и эмбриологии с.-х. животных)

По характеру питания канальный сом является всеядной рыбой. Рацион его разнообразен, но основу составляет животная пища [4]. В естественных условиях у канального сома в онтогенезе наблюдается смена спектра питания. Сом, обитающий в открытой части водоема, питается животной пищей, причем сеголетки — беспозвоночными, мелкие двухлетки — беспозвоночными и рыбой, а крупные двухлетки и трехлетки — исключительно рыбой. Однако особи, обитающие под садковыми линиями, так же, как и рыба в садках, питаются только искусственным кормом [5]. К сожалению, вопросам роста и развития органов пищеварения канального сома посвящены единичные работы, а данных об изменении гистоструктуры органов пищеварения в онтогенезе нами не обнаружено. В связи с этим целью наших исследований было изучить анатомо-гистологическое строение органов пищеварения канального сома и их изменения в процессе роста рыбы, выращиваемой в садках в условиях водоема-охладителя.

Материал и методика

Рыбу для исследования отбирали из садков Черепетского производственно-экспериментального рыбхоза. Термальный режим в садках этого хозяйства и биотехника выращивания канального сома описаны довольно подробно [11, 13]. Кормление рыб производилось гранулированными кормами, содержащими до 50 % рыбной муки, и тестообразными смесями, в состав которых входили боенские отходы. Количество кормов в суточном рационе составляло 2—4 % массы тела рыб.

С 3- до 24-месячного возраста рыб вылавливали и исследовали один раз в сезон, через 3 мес, а в 24—48 мес — один раз в год (в июле).

Выловленных рыб вскрывали, определяли пол, массу всех внутренностей (по раз-

ности между массой тела и порки) и отдельно массу внутреннего жира, желудочно-кишечного тракта и печени. Полученные данные относили к массе тела и массе всех внутренних органов (без внутреннего жира), выражали в процентах и обрабатывали статистически [10].

Для гистологических исследований отбирали кусочки пилорической и фундальной частей желудка, переднего отдела кишечника и печени у рыб в возрасте 6, 18, 36 и 48 мес, которые фиксировали в 10 % нейтральном формалине и жидкости Шабдаша. Гистологические препараты изготавливали общепринятыми методами, используя окрашивание гематоксилин-эозином и методом ШИК [7].

При помощи окуляр-микрометра измеряли высоту эпителиальных клеток и складок слизистой оболочки, толщину слизистой, мышечной и серозной оболочек желудка и кишечника, диаметр ядер гепатоцитов. Мето-

дом аппликации определяли долю панкреатической ткани в печени. Исследования поверхности слизистой оболочки желудка и кишечника проводили с помощью микроскопа МБС-2.

Результаты и их обсуждение

На долю внутренностей канального сома в среднем приходится около 14 % массы тела. Их относительная масса изменяется в зависимости от сезона, возраста, пола и физиологического состояния рыб (табл. 1.)

Т а б л и ц а 1

Возрастная динамика относительной массы внутренностей и внутреннего жира канального сома (% массы тела; $M \pm m$)

Возраст, мес	Период исследований, мес	Масса внутренностей		В т. ч. внутреннего жира	
		самцы	самки	самцы	самки
3	X	17,5±1,16	15,7±0,54	1,9±0,36	2,2±0,25
6	I	12,1±0,28	11,8±0,40	1,3±0,08	1,3±0,19
9	IV	10,6±0,49	10,6±0,29	1,6±0,19	1,7±0,26
12	VII	13,9±0,83	13,9±1,05	3,0±0,19	2,4±0,19
15	X	12,6±0,50	13,3±0,58	2,5±0,28	3,5±0,18
18	I	11,7±0,43	14,0±0,46	1,8±0,22	2,6±0,35
21	IV	9,6±0,24	11,1±1,42	1,2±0,13	1,4±0,24
24	VII	14,0±0,62	13,9±1,21	2,2±0,30	2,1±0,41
36	VII	14,3±1,06	14,4±0,13	1,5±0,18	1,0±0,30
48	VII	9,8±2,21	16,5±1,89	0,3±0,10	0,6±0,14

У 3-месячных сеголеток этот показатель максимальный, что обусловлено большими значениями индексов почти всех внутренних органов у молодых рыб [8].

Интенсивность увеличения массы внутренностей, как и всего тела, с возрастом уменьшается: в первые 9 мес у самцов и самок масса возрастает соответственно в 8,0 и 8,6 раза, составляя 15 и 14 г, на 2-й год — в 4,8 и 4,0, 3-й — в 2,1 и 2,3, 4-й — в 1,2 и 1,8 раза (176,7 и 233,0 г).

При достижении половой зрелости наблюдаются заметные различия между самцами и самками по относительной массе внутренностей: в 48 мес у самок она в 1,7 раза выше, чем у самцов. Отмеченные различия обусловлены тем, что масса яичников гораздо больше (114,5 г), чем семенников (9,8 г).

Сезон года в значительной мере определяет изменение массы внутренностей. В осенне-зимний период этот показатель не только не увеличивается, но даже несколько снижается, естественно, уменьшается и индекс внутренностей. В весенне-летнее время масса внутренностей резко возрастает (в 6—7 раз у годовиков и в 2—3 раза у двухгодовиков), что приводит к увеличению их относительных величин. Это связано с более активным потреблением корма, повышением запасов внутреннего жира и относительной массы печени.

У канального сома внутренний жир является резервным энергетическим материалом. Большая часть его откладывается на желудке, кишечнике и туловищной почке. Масса внутреннего жира у самцов и самок на 1-м году увеличивается соответственно в 13,9 и 8,7 раза, составляя 3,2 и 2,4 г, на 2-м — в 3,3 и 3,4, на 3-м — в 1,4—1,0, достигая к 36 мес 15,0 и 8,7 г, на 4-м — в 0,3 и 1,0 раза. В литературе отмечается [18], что относительное количество внутреннего жира (коэффициент жирности) у этой рыбы изменяется в зависимости от возраста и сезона и может достигать у двухлеток 7,5—7,9 % массы тела. По данным наших исследований, коэффициент жирности канального сома максимальный у двухлеток (табл. 1). С возрастом этот показатель уменьшается

и к 48 мес у самцов и самок он составляет соответственно 0,25 и 0,61 %, что может быть связано с использованием внутреннего жира на формирование и созревание гонад, так как именно внутренний жир в первую очередь расходуется на эти цели [16].

Особенно заметно снижается коэффициент жирности у самцов к 48-месячному возрасту (в 6 раз меньше, чем у 36-месячных, $P < 0,001$), что, по-видимому, обусловлено большей двигательной активностью их по сравнению с самками в период размножения, наблюдаемой у многих видов рыб [15].

При исследовании сезонных изменений коэффициента жирности у неполовозрелых рыб выявлена тесная связь этого показателя с температурой среды и уровнем жизнедеятельности.

Т а б л и ц а 2

Возрастная динамика относительной массы органов пищеварения канального сома (% массы тела; $M \pm m$)

Возраст, мес	Период исследований, мес	Желудочно-кишечный тракт		Печень	
		самцы	самки	самцы	самки
3	X	2,5±0,30	2,7±0,19	3,3±0,22	3,3±0,10
6	I	3,1±0,07	3,2±0,12	2,3±0,08	2,2±0,12
9	IV	3,2±0,14	3,3±0,12	1,4±0,08	1,5±0,11
12	VII	3,5±0,27	3,1±0,22	2,0±0,07	1,8±0,21
15	X	3,1±0,10	3,0±0,08	2,2±0,20	2,1±0,13
18	I	3,1±0,08	3,0±0,10	2,0±0,15	2,7±0,31
21	IV	2,4±0,07	2,3±0,23	1,4±0,15	1,4±0,18
24	VII	2,2±0,11	2,2±0,14	2,9±0,37	2,6±0,59
36	VII	2,7±0,14	2,1±0,17	2,0±0,08	1,7±0,24
48	VII	2,5±0,09	2,1±0,22	1,2±0,29	1,2±0,33

Коэффициент жирности наименьший в январе — апреле, наибольший — в июле — октябре. Сезонные колебания скорости накопления и расходования жира в разном возрасте достигают 2—20-кратных размеров.

На долю органов пищеварения приходится до 68 % массы внутренних органов, длина их в 0,99—3,17 раза больше длины тела [17]. Они состоят из ротоглотки, желудочно-кишечного тракта и печени. Ротоглотка снабжена мелкими зубами, плотно упакованными в виде подушечек, расположенными на межчелюстной, зубной, нижней и верхней глоточных костях. Желудок γ-образной формы с хорошо выраженным фундальным отделом и мощным пилорическим сфинктером. Кишечник делится на 3 отдела. С передним отделом несколькими протоками связана сложная железа — гепатопанкреас, в состав которой входят печень и ткани поджелудочной железы.

Характер изменения массы желудочно-кишечного тракта в основном такой же, как и всего тела. В первые 9 мес масса желудочно-кишечного тракта увеличилась соответственно в 10 и 13 раз и составила независимо от пола 0,6 г, на 2-й год — в 2,5 и 2,6, 3-й — в 2,4 и 3,5, на 4-й год — в 1,4 и 1,6 раза (30,0 и 44,7 г).

Коэффициенты роста пищеварительного тракта в 1-й год жизни рыб летом в 4—5 раз выше, чем зимой. Особенно они высоки у самцов ($K_v = 5,9$), в результате масса пищеварительного тракта у них уже с 12-месячного возраста больше. В течение 2-го года жизни масса пищеварительного тракта повышается равномерно у обоих полов ($K_v = 1,0—1,5$), незначительно колеблясь в разные сезоны. Интенсивный рост двигательного аппарата приводит к снижению относительной массы желудочно-кишечного тракта с возрастом (табл. 2). Летом относительная масса желудочно-кишечного тракта у самцов в 12, 36 и 48 мес на 0,4—0,6 % превышает таковую у самок (в возрасте 36 мес разница до-

стоверна, $P < 0,05$). Это свидетельствует о лучшем развитии органов пищеварения у самцов в периоды наиболее интенсивного питания.

Для самок характерен более равномерный рост желудочно-кишечного тракта на протяжении изученного периода онтогенеза, а у самцов заметны два периода ускоренного роста: у сеголеток и четырехлеток.

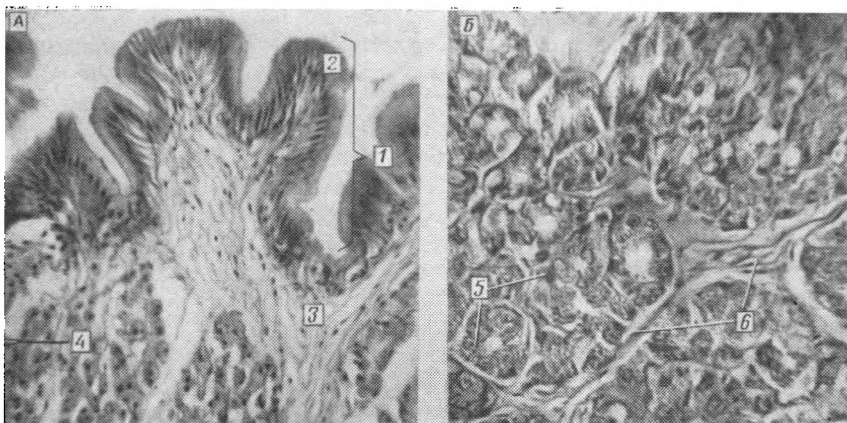


Рис. 1. Участок стенки фундального отдела желудка.

А — малое увеличение; Б — большое увеличение; 1 — складка слизистой оболочки; 2 — покровный эпителий; 3 — соединительная ткань собственной пластинки слизистой оболочки; 4 — пакет фундальных желез; 5 — поперечный разрез желез желудка; 6 — прослойки соединительной ткани между пакетами желез.

При этом масса пищеварительного тракта у 12-месячных самцов на 10 % больше, чем у самок, хотя в возрасте 3 мес — на 20 % меньше. В 36 мес разница в пользу самцов составляет уже 67 %, а в 24 мес — около 12 %. Большая масса желудочно-кишечного тракта сохраняется и у 48-месячных самцов (в 1,5 раза больше, чем у самок), несмотря на одинаковую скорость его роста.

В желудке выделяют кардиальную, фундальную и пилорическую области. Стенка желудка состоит из слизистой, подслизистой, мышечной и серозной оболочек. Кардиальная область примыкает к пищеводу, фундальная — образует мешкообразное расширение, пилорическая — начинается от изгиба желудка и продолжается до пилорического сфинктера. Гистологически пищевод и кардиальная зона не различаются, поэтому некоторые авторы выделяют только фундальную и пилорическую зоны желудка канального сома [17, 19].

Слизистая оболочка в фундальной области (рис. 1, А) имеет толщину от 50 мкм у сеголеток до 100 мкм у четырехлеток и образует систему сложных складок. Первичные складки идут вдоль желудка и видны невооруженным глазом. У сеголеток они мелкие, едва заметные, у трех- и четырехлеток их ширина составляет около 1 мм, высота — 1—2 мм.

Первичные складки усеяны многочисленными вторичными складками листовидной или валиковидной формы, часто расположенными по-

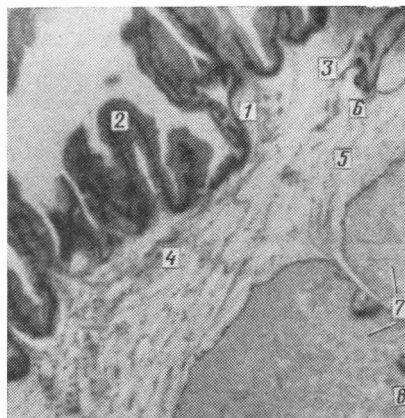


Рис. 2. Участок стенки пилорического отдела желудка.

4 — мышечная пластинка слизистой; 5 — подслизистая основа; 6 — сосуды подслизистого сплетения; 7 и 8 — соответственно кольцевой и продольный слои. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

перек первичных складок, их высота у сеголеток в среднем 31 мкм, у четырехлеток — 57 мкм.

В пилорической области у сеголеток (рис. 2) складки слизистой уменьшаются, а у более взрослой рыбы сильно уплощаются, поверхность слизистой приобретает бугристый характер. Широкие уплощенные бугры покрыты, как и в фундальной части, многочисленными вторичными складками.

Покровный эпителий слизистой оболочки высокопризматический, его высота у сеголеток 10—13 мкм, у взрослых особей — 17—21 мкм, ядра сдвинуты к базальному концу. На вершине складок высота эпителия больше, чем в глубине. Цитоплазма призматических клеток делится на две зоны: базальную — базофильную, составляющую $\frac{2}{3}$ высоты клетки, и апикальную — $\frac{1}{3}$ высоты клеток, светлую, со слегка пенистой цитоплазмой. В пилорической области высота клеток эпителия меньше, ширина в 1,5—2 раза больше, их апико-базальная дифференцировка четко выражена: апикальная часть клеток расширена и более светлая, чем фундальная. Резко положительная ШИК — реакция апикальных половин клеток — свидетельствует о наличии в них большого количества нейтральных мукополисахаридов, которые, выделяясь, по видимому, мерокриновым способом (нами не обнаружено ни одного случая нарушения целостности апикальных мембран), образуют слизь, покрывающую эпителий. Между базальными концами клеток покровного эпителия видны лимфоциты. Количество их увеличивается в период активного питания рыб.

Собственная пластинка слизистой оболочки образована рыхлой соединительной тканью. В ней располагается подэпителиальное сосудистое сплетение из капилляров, часто тесно прилегающих к базальной мембране. В толще собственной пластинки слизистой первичных складок фундального отдела залегают пакеты фундальных (собственных) желез желудка (рис. 1, Б). Это простые трубчатые железы, образованные по периметру 5—8 рядами клеток. В них можно различить шейку, тело (концевой отдел) и дно. Иногда заметно дихотомическое ветвление, тогда в шейку открываются два концевых отдела. Все участки желез состоят из одного типа клеток, которые похожи на главные клетки желез желудка млекопитающих. Клетки эти трапециевидной формы с круглым базально лежащим ядром, в его центре имеется крупное ядрышко, и гомогенной базофильной базальной зоной цитоплазмы. Апикальная зона обычно заполнена крупными гранулами зимогена, ее реакция на мукополисахариды умеренная. В каждой железе встречаются 1—3 клетки с крупной светлой вакуолью и небольшим темным ядром. Желудочных ямок, которые описаны в фундальной части желудка костистых рыб [3, 19], нами не обнаружено.

Железы открываются между основаниями вторичных складок без какого-либо перехода покровного эпителия в эпителий шейки железы. Покровный эпителий резко обрывается у отверстия железы, снизу к нему примыкает типичный железистый эпителий шейки.

Железы друг от друга отделены тончайшими прослойками соединительной ткани, в которых иногда заметны капилляры. Группы из 10—20 и более желез окутаны слоем волокнистой соединительной ткани толщиной 10—12 мкм. Толщина прослоек и густота расположения в них волокон с возрастом рыбы увеличиваются. В основаниях первичных складок расстояния между такими «осумкованными» группами желез более значительные. На склонах и вершинах первичных складок они сильно уплотнены, образуя пакеты желез. Количество желез в пакете с возрастом рыбы и в периоды активного питания несколько увеличивается. В собственную пластинку слизистой вторичных складок железы, как правило, не заходят. В пилорическом отделе они отсутствуют. Соединительная ткань собственной пластинки плотнее и в большей степени инфильтрирована лимфоидными элементами, чем в фундальном отделе, особенно в области вторичных складок.

Слизистая оболочка от подслизистой основы отделяется мышечной пластинкой из пучков гладкой мышечной ткани. Эти пучки не образуют единого пласта, но количество и размеры их достаточно велики, что дает право идентифицировать их с мышечной пластинкой. Наиболее развита мышечная пластинка в пилорическом отделе, где пучки мышечных клеток идут в кольцевом и продольном направлениях соответственно направлениям пучков в слоях мышечной оболочки. Пучки мышечных клеток окружают и пакеты желез желудка, что, очевидно, способствует выведению секрета из них.

Подслизистая основа образована широкопетливой рыхлой соединительной тканью с большим количеством аморфного межклеточного вещества. Она лучше развита в пилорическом отделе. В ней залегает подслизистое сосудистое сплетение. Крупные сосуды чаще располагаются в непосредственной близости к мышечной оболочке; между соединительнотканными элементами встречаются клетки крови.

Мышечная оболочка образована гладкой мышечной тканью и формирует два слоя: внутренний, более мощный — кольцевой и наружный, менее развитый — продольный. Толщина мышечного слоя фундального отдела у сеголеток в среднем составляет 80 мкм, у 3—4-летних особей — 120—135 мкм.

Особенно развита мышечная оболочка в пилорическом отделе, ее толщина здесь в 1,5—2 раза больше, чем в фундальном отделе, за счет утолщения в основном кольцевого слоя. При этом более глубокие пучки кольцевого слоя, прилежащие к подслизистой основе, меняют направление, формируя подслой с косым расположением мышечных клеток. Иногда данный подслей на большом протяжении отделяется от кольцевого слоя прослойкой соединительной ткани, как и у других сомовидных рыб [3]. К концу пилорического отдела кольцевой слой еще больше утолщается, формируя сфинктер.

Серозная оболочка тонкая, строение ее типичное, она образует частые петли, огибая многочисленные сосуды подсерозного сосудистого сплетения.

Кишечник костистых рыб [3] подразделяется на передний, средний и задний отделы. Четкая граница между передним и средним отделами отсутствует, так как поверхность слизистой у них одинаковая, диаметр кишки уменьшается постепенно. Между средним и задним отделами у канального сома имеется сфинктер [17, 19].

Стенка кишечника состоит из слизистой, мышечной и серозной оболочек. Слизистая оболочка формирует высокие продольные складки (первичные), от которых ответвляются поперечными переплетающимися рядами вторичные и третичные складки (рис. 3). В промежутках между ними толщина оболочки колеблется от 20 мкм (в 6 мес) до 38 мкм (в 4 года).

В свободном от корма кишечнике складки очень высокие, их толщина в несколько десятков раз больше толщины слизистой между ними, и они полностью закрывают его просвет. Подобный рельеф слизистой характерен для большинства костистых рыб, хотя форма складок разнообразна и, по-видимому, у каждого вида специфична [2, 6].

Слизистая переднего отдела выстлана призматическим эпителием высотой 16 мкм у сеголеток и 27 мкм у 4-летних особей. Основная клеточная форма — каемчатые клетки. Ядра у них овальные, крупные, светлые, с 1—2 ядрышками, сдвинуты к базальному полюсу. На апикальном полюсе ШИК — положительная щеточная каемка. Каемчатые клетки верхних участков складок в период активного питания рыбы становятся шире, светлее, их цитоплазма приобретает мелкосетчатую или ячеистую структуру, но не дает ШИК — положительную реакцию, за исключением щеточной каемки. На вершинах складок встречаются темные клетки с гиперхромным узким сильно вытянутым ядром и базофильной гомогенной цитоплазмой. Обычно их высота меньше, чем у окружающих (на 15—30 %). В период активного питания их можно обнаружить в основании первичных складок, в остальное время — на всем

их протяжении. Это, вероятно, недеятельные или стареющие дегенерирующие клетки каемчатого эпителия. Между каемчатыми клетками часто встречаются бокаловидные клетки, секрет которых дает резкую ШИК — положительную реакцию. В момент накопления секрета клетки имеют вид правильного шара на тонкой ножке, диаметр которого в 10—15 раз больше диаметра каемчатых клеток. В эпителии кишечника количество лейкоцитов увеличивается по мере роста рыбы и при активном ее питании. Лишь немногие из них дают положительную реакцию на полисахариды, следовательно, лимфоциты не принимают активного

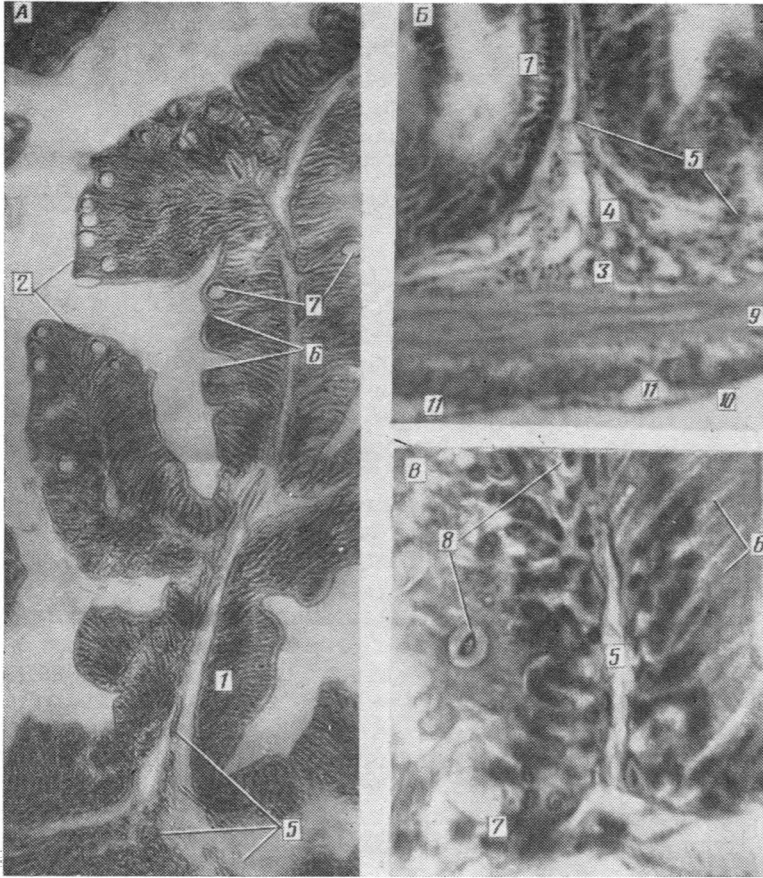


Рис. 3. Различные участки стенки кишечника.

А — сложная складка слизистой оболочки; *Б* — основание первичной складки; *В* — участок вторичной складки; 1 — первичная складка; 2 — вторичные складки; 3 и 4 — соответственно артерия и вена в основании первичной складки; 5 — собственная пластинка слизистой оболочки; 6 — каемчатые клетки покровного эпителия; 7 — бокаловидные клетки; 8 — лимфоциты в пласте эпителия; 9 — мышечная оболочка; 10 — серозная оболочка; 11 — сосуды подсерозного сплетения.

участия в пищеварении канального сома, что не согласуется с литературными данными [1]. Собственная пластинка слизистой оболочки тонкая. Толщина ее увеличивалась за период исследований в 2,5 раза (4 мкм в 6 мес и 10 мкм у трех- и четырехлеток). Собственная пластинка образована рыхлой соединительной тканью с большим количеством разнообразных клеток как соединительной ткани, так и крови. В ней залегает подэпителиальное сосудистое сплетение, капилляры которого видны под эпителием складок.

О наличии подслизистой основы, которая не отделена от собственной пластинки слизистой оболочки из-за отсутствия мышечной пластинки, можно судить по расположению сосудов подслизистого сплетения. Соединительная ткань, образующая подслизистую основу, такая же,

как и в собственной пластинке слизистой. Для подслизистого сплетения характерно упорядоченное расположение сосудов. В основании каждой первичной складки по всей ее длине проходят артерия и вена, ветви которых васкуляризируют складку и участки кишечной стенки между складками.

Мышечная оболочка тонкая (50 мкм у сеголеток), по мере роста рыб она становится почти в 1,5 раза толще (69 мкм у пятилеток). Оба слоя ее одинаково развиты и разделены довольно широкой прослойкой неоформленной соединительной ткани.

Толщина серозной оболочки за период исследований возросла вдвое (1,1—2,12 мкм), что не повлияло на размеры стенки органа. Диаметр сосудов подсерозного сплетения кишки меньше, чем у желудка,

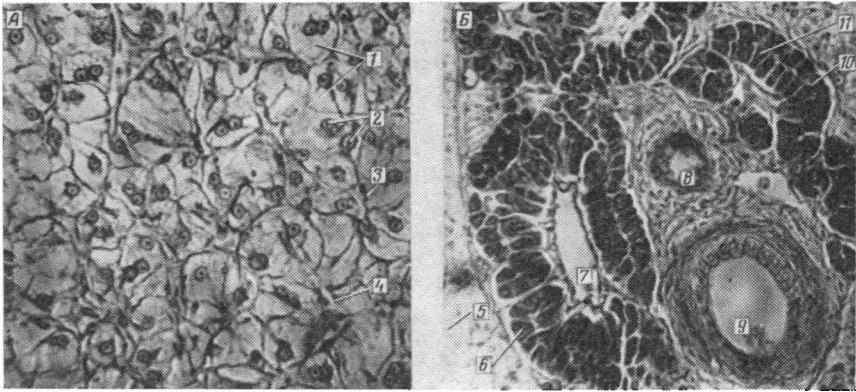


Рис. 4. Гепатопанкреас.

А — печеночные пластинки; Б — внешнесекреторная часть поджелудочной железы; 1 и 2 — соответственно гепатоциты и их ядра; 3 — клетка эндотелия; 4 — просвет капилляра; 5 — печеночная паренхима; 6 — участок ацинозной паренхимы поджелудочной железы; 7 — вена портальной системы; 8 — артерия печеночной системы; 9 — выводной проток; 10 — ацинозные клетки; 11 — центроацинозные клетки.

поэтому серозная оболочка кишечника не образует столь выраженных петель.

На долю печени, которая является наиболее крупным внутренним органом у канального сома (за исключением зрелых яичников) приходится от 9 до 44 % массы внутренних органов в разные периоды жизни рыб. Печень, по-видимому, очень интенсивно растет в ранний период онтогенеза, так как уже у 3-месячных сеголеток ее масса составляет около 40 % массы внутренних органов, а индекс превышает 3 %. В дальнейшем масса печени увеличивается менее интенсивно, чем масса рыбы в целом: в 3—12 мес у самцов и самок — соответственно в 6,2 и 5,3 раза, на 2-й год — в 6,5 и 6,0, на 3-й — в 1,5 и 1,4 раза. В течение 4-го года масса печени практически не изменилась. Небольшая скорость роста печени обуславливает снижение ее индекса в онтогенезе (табл. 2).

Сезонные колебания массы печени значительны: относительная масса ее летом и осенью в 1,5 раза больше, чем зимой и весной. При этом в зимне-весеннее время абсолютная масса органа уменьшается на 10—20 %. У самцов на протяжении рассматриваемого периода онтогенеза абсолютная и относительная масса печени, как правило, больше, чем у самок. Особенно значительные различия наблюдаются у половозрелых особей: масса печени у самцов на 40 % выше, чем у самок.

При анализе гистологических препаратов печени канального сома не обнаружено дольчатое строение этого органа (рис. 4, А), характерное для печени млекопитающих и в меньшей степени для птиц. У канального сома в отличие от других видов костистых рыб [3] соединительнотканые прослойки хорошо заметны лишь у четырех- и пятилеток в районе триад, где они густо оплетают желчные протоки и артерий. У неполовозрелых особей они представлены очень нежными нитями по

ходу крупных кровеносных сосудов, в паренхиме же не обнаруживаются. Желчные протоки выстланы кубическим или цилиндрическим эпителием (рис. 4, Б), что отличает их от кровеносных сосудов, выстланных плоским эндотелием.

Паренхима печени представлена своеобразной сетью клеточных пластин, многократно соединяющихся в различных направлениях друг с другом. Характерной особенностью печени канального сома является тесное расположение печеночных клеток, в результате чего просветы синусоидных капилляров сильно сужены и обнаруживаются по наличию плоских ядер эндотелия, выстилающего капилляры. Следовательно, сосудистая трофика печени канального сома отличается от таковой млекопитающих и птиц, у которых капилляры имеют достаточно широкие просветы и гепатоциты более обильно снабжаются кровью. У других рыб, в частности у карпа, площадь соприкосновения капилляров с гепатоцитами меньше, чем у млекопитающих [14]. Эндотелий синусоидов в печени неоднороден по составу, что трудно заметить поздней осенью и ранней весной из-за снижения интенсивности обменных процессов. В период активного питания, особенно при раздражении печени, часть клеток эндотелия возбуждается, ядра их из веретеновидных, темных превращаются в светлые, овальные, с рыхлой структурой хроматина, занимая большую часть просвета синусоида. По внешнему виду они напоминают звездчатые (купферовские) клетки печени млекопитающих и, возможно, функции их аналогичны.

Печеночные клетки канального сома неправильной многоугольной формы, с четко выраженным ядром, в котором содержится, как правило, одно ядрышко. Встречаются двухядерные клетки. Цитоплазма окрашена эозином только в околядерной зоне, на остальных участках — гипохромна. Слабоокрашенная цитоплазма характерна для печени рыб всех возрастов. На основе гистохимической реакции на гликоген (ШИК-реакция с амилазным контролем) и биохимического анализа печени, в результате которых установлено небольшое содержание жира в ней, можно заключить, что периферические участки клеток — это место локализации гликогена. Слабая эозинофилия печеночных клеток может быть также связана с недостаточным развитием эргастоплазмы, аппарата Гольджи, что наблюдалось при изучении ультраструктуры печеночных клеток рыб [14]. Таким образом, одной из основных функций, которые выполняет печень рыб, является функция депонирования запасных веществ. Диаметр ядер колеблется от 4,0 до 5,5 мкм, средний объем ядра у сеголеток составляет $71,7 \pm 1,52$ мкм³, у двухлеток — $77,5 \pm 1,26$ мкм³. У четырехлеток гепатоциты заполнены как гликогеном (резкая ШИК-положительная реакция), так и жиром. В гепатоцитах, окружающих кровеносные сосуды, жировые вакуоли занимают почти всю клетку, оттесняя ядро к цитолемме и деформируя его. Границы ядер и клеток видны нечетко. Объем ядер достоверно меньше, чем у двухлеток ($53,0 \pm 0,90$ мкм³), что свидетельствует о снижении активности ядер.

У 48-месячных рыб объем ядер печени у самцов и самок сильно различается (соответственно $46,7 \pm 0,12$ и $82,3 \pm 2,83$ мкм³), что, очевидно, связано с активизацией вителлогенеза.

Содержание гликогена в печени изменяется в зависимости от сезона года: зимой и осенью все гепатоциты сплошь заполнены гликогеном, летом количество его снижается, особенно у половозрелых рыб. Меньше всего гликогена остается в клетках печени, расположенных вокруг сосудов портальной системы, в них вместо гликогена накапливается жир, что особенно характерно для самцов. Вокруг сосудов печеночной системы гепатоциты заполнены гликогеном. Таких резких сезонных различий, как у леща [9], нами не обнаружено.

Поджелудочная железа канального сома не представляет собой компактного органа, она разбросана в виде включений в ткани и органы. В печени экзокринная часть поджелудочной железы располагается участками в паренхиме по ходу ветвей портальной вены, в районе три-

ад (рис. 4, Б), что отмечается у многих рыб, в частности у карповых [12], поэтому данный орган носит название гепатопанкреас. Островковая ткань поджелудочной железы, на наличие которой в печени рыб указывалось в работе [12], нами не обнаружена, но она выявлена в близлежащем мезентерии. Клетки экзокринной части поджелудочной железы высокие, апико-базальное разграничение нечеткое, ядро смещено в базальную сторону и содержит сравнительно крупное ядрышко. Концевые отделы скорее трубчатой, чем альвеолярной формы. В их просвете часто видны центроацинозные клетки. Вблизи концевых отделов проходят выводные протоки поджелудочной железы, отделенные от них узкой прослойкой соединительной ткани и выстланные кубическим эпителием. У 6-месячных рыб площадь, занимаемая экзокринной частью поджелудочной железы, составляет в среднем 3,09 % площади всего препарата, в дальнейшем доля ее несколько увеличивается (до 3,44 % у двухлеток) и затем почти не меняется (3,3—3,4 % у четырех- и пятилеток).

Выводы

1. Внутренние органы интенсивно растут в ранний период онтогенеза, в результате у 3-месячных сеголеток канального сома относительная масса внутренностей наиболее высокая. С возрастом этот показатель снижается и к концу 1-го года составляет 14 % массы тела.

2. Желудочно-кишечный тракт растет за счет удлинения и утолщения всех слоев его стенки: толщина слизистой и серозной оболочек увеличивается в 2 раза, мышечной — в 1,5 раза. Вместе с этим наблюдается рост его железистых элементов: высота эпителия за период исследований увеличивается в 1,5—2 раза, возрастает количество железистых трубочек в пакетах фундальных желез желудка.

3. Печень канального сома выполняет депонирующую функцию. В течение всего периода исследований в ней содержится большое количество гликогена, однако в летний период в клетках, расположенных вокруг сосудов портальной системы, гликоген отсутствует. Кольцо таких клеток особенно широкое у самцов. Защитная функция печени определяется наличием звездчатых клеток в стенках синусоидов. Они становятся заметны при переходе в активное состояние.

4. Поджелудочная железа у канального сома имеет вид вкрапленный в паренхиме печени по ходу портальных сосудов и на мезентерии. Экзокринная часть ее составляет 3,0—3,4 % объема печени и представлена концевыми отделами альвеолотрубчатой формы с центроацинозными клетками и выводными протоками разного диаметра, выстланными кубическим эпителием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоножко Р. А. Сезонные цитологические и гистохимические сдвиги в пищеварительном тракте некоторых рыб озера Неро. — Автореф. канд. дис. Ярославль, 1969. — 2. Веригина И. А. Строение пищеварительного тракта двух представителей семейства Bagridae: катанки-скрипуна *Pseudobagrus fulvidraco* (Rich.) и катанки-плети *Liocassis ussuriensis* (Berg) — *Вопр. ихтиол.*, 1965, т. 5, вып. 1, с. 141—148. — 3. Веригина И. А., Жолдасова И. М. Эколого-морфологические особенности пищеварительной системы костистых рыб. Ташкент: Фан, 1982. — 4. Виноградов В. К., Ерохина Л. В. Представители североамериканской ихтиофауны как объекты рыбоводства и акклиматизации во внутренних водоемах СССР. — *Изв. ГосНИОРХ*, 1975, т. 103, с. 220—225. — 5. Ермолин В. П. Питание канального сома в Черепетском водохранилище. — *Рыбн. хоз-во*, 1981, № 2, с. 50—51. — 6. Жолдасова И. М. К сравнительной гистологии пищеварительного тракта карповых рыб. — *Науч. докл. высшей школы. Биол. науки*, 1974, № 9, с. 26—29. — 7. Кононский А. И. Гистохимия. Киев: Вища школа, 1976. — 8. Лавровский В. В. Изменчивость морфобиологических признаков канального сома *Ictalurus punctatus* Raf. в онтогенезе как основа селекции. — Автореф. канд. дис. М., 1980. — 9. Лаугасте К. Сезонная динамика относительного веса печени леща и содержания в ней гликогена и жиров. — *Изв. АН Эст. ССР. Биология*, 1969, т. 18, № 4, с. 379—386. — 10. Плохинский Н. А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. — 11. Романов А. М., Лыков А. И., Саркисов Л. Л. Производство товарной рыбы в Черепетском садковом хозяйстве. —

- Сб. науч. тр. ВНИИПРХ, 1978, вып. 22, с. 115—124. — 12. Симмаков Ю. Г., Азизова Н. А. Ихтиология и рыбоводство. Гистология и эмбриология. — Учебн. пособие. М.: ВЗИПП, 1977. — 13. Суханов С. А. Изменчивость морфологических признаков производителей канального сомика при выращивании в садках на теплых водах — Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1980, вып. 150, с. 141—156. — 14. Халилов Ф. Х. Материалы по морфологии и гистохимии пищеварительной системы костистых рыб. Алмата: Мектеп, 1969. — 15. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука, 1980. — 16. Шулман Г. Е. Динамика содержания жира в теле рыб. — Усп. соврем. биологии, 1960, т. 49, вып. 2, с. 225—239. — 17. Grizzle J. M., Rogers W. A. — Anatomy and histology of the channel catfish. Agricultural experiment station, Auburn, 1976. — 18. Heaton E. K., Bogges T. S., Worthington R. E., Hill T. K. — J. Food Sci., 1973, vol. 30, N 7, p. 1194—1196. — 19. Sis R. F., Ives P. J., Jones D. M., Lewis D. H., Haensly W. E. — J. Fish Biol., 1979, vol. 14, N 2, p. 179—186.

Статья поступила 27 июня 1984 г.

SUMMARY

The article deals with peculiarities of growth and development of channel catfish digestive system in the "Tcherepetskiy" experimental production fish-breeding farm. Data are given on histologic structure of various parts of the stomach, intestines, and liver as well as changes occurring in these organs in the fish growth process.