

СОСТОЯНИЕ ПАРЕНХИМАТОЗНЫХ ОРГАНОВ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ *PHOSA CASPICA* НА ФОНЕ НАКОПЛЕНИЯ ТОКСИКАНТОВ

*В.В. Володина¹, Н.В. Карыгина¹, О.В. Попова¹,
Э.С. Попова¹, М.П. Грушко², Н.Н. Федорова²*

¹ФГБНУ «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» (ФГБНУ «КаспНИРХ»), г. Астрахань, Савушкина, 1

² ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «АГТУ»), г. Астрахань, ул. Татищева, 16.

Проведенные токсикологические исследования выявили высокое содержание углеводов и высокотоксичных тяжелых металлов в печени и подкожно-жировой клетчатке каспийского тюленя. Увеличение уровня токсикантов в жире, по сравнению с печенью, свидетельствовало о нарушении процессов очищения организма, приводящих к хроническому политоксикозу и нарушениям гистоструктуры внутренних органов. В результате исследования морфофункционального состояния желудка каспийских ластоногих были выявлены следующие патологии: кровоизлияния, отек и некроз тканей слизистой оболочки, замещение железистой ткани на соединительную. Исследования тонкого кишечника нерп выявили симптомы катарального десквамативного энтерита. Отмечались дистрофия и десквамация эпителия, значительно на верхушках ворсинок. В толстом отделе кишечника зарегистрированы разные виды колита (острый, язвенный, хронический). В печеночной ткани обнаружены дистрофические и некротические изменения гепатоцитов, что свидетельствует о печеночно-клеточной недостаточности. Характер и степень развития патологических изменений во внутренних органах и тканях обследованных животных свидетельствует о снижении функций их пищеварительной системы.

Ключевые слова: каспийский тюлень *Phoca caspica*, углеводороды, тяжелые металлы, патологии, негативное влияние, Каспийское море.

1. ВВЕДЕНИЕ

Проблема охраны здоровья морских млекопитающих в настоящее время приобретает все большую актуальность в связи с резким сокращением численности многих видов. Ввиду того, что около 40% видов, встречающихся в Каспийском море – эндемики, любая угроза

может привести к потенциально высоким потерям уникального биоразнообразия. Одним из таких видов является каспийский тюлень или каспийская нерпа (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788).

Загрязнение морской среды, бесспорно, создает экстремальность условий обитания для морских млекопитающих и рыб, обладающих длительным жизненным циклом, способностью накапливать информацию о техногенном загрязнении водоемов, вследствие чего являющихся индикаторами токсичного состояния морских экосистем, (Attril, Depledge, 1997; Моисеенко, 2009). Известны многие примеры отрицательных последствий для популяций гидробионтов нефтяных разливов в прибрежных зонах морей (Page et al., 1998; Патин, 2001), сбросов пластовых вод, буровых растворов и шламов (OSPAR, 2000). Одними из основных токсикантов, способных оказать негативное влияние на жизнедеятельность каспийского тюленя, являются углеводороды, в особенности, ароматического ряда (АУ), а также такие тяжелые металлы (ТМ), как свинец (Pb) и кадмий (Cd). Во многих странах мира при организации мониторинга окружающей среды и оценке вредного воздействия на экосистемы эти токсиканты выделены как приоритетные. Свинец и кадмий – первые в списке токсикантов согласно решению Целевой группы по выбросам Европейской экономической комиссии ООН, относительная доля во вкладе в общую техногенную нагрузку на среду обитания нефтяных углеводородов и тяжелых металлов наибольшая (Фрумин, 2013).

Анализ структурно-функционального состояния органов и тканей животных наиболее информативно отражает влияние факторов внешней среды на организм, поэтому целью работы явилось изучение состояния органов пищеварительной системы каспийского тюленя на тканевом уровне в условиях накопления токсикантов.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор биологического материала проводился во время проведения научно-исследовательских экспедиций на предзимние залежки зверя в местах массовых его концентраций вблизи о. Малый Жемчужный.

Период регулярных исследований охватывал 5 лет (с 2011 по 2015 гг.), в течение которых были отобраны и проанализированы пробы для токсикологических исследований от 38 экземпляров тюленей различных возрастно-половых генераций. Кроме этого, ежегодно анализу подвергались от 70 до 130 экз. обыкновенной кильки (*Clupeonella cultriventis caspia*), как основного пищевого объекта тюленя. Содержание углеводов и их ароматической фракции, свинца и кадмия осуществляли по общепринятым в токсикологии методикам (Методика 213/97, 1997, НДИ 05.14-2007).

Параллельно для гистологического анализа были отобраны образцы внутренних

органов пищеварительной системы (тонкого и толстого кишечника, желудка, печени) от 22 разновозрастных и разнополых зверей. Пробы фиксировали в жидкости Буэна и 10 % нейтральном формалине. Материал обрабатывали по общепринятым в гистологии методикам (Волкова, Елецкий, 1982). Гистологические срезы окрашивали гематоксилин-эозином; азур II-эозином; по методу Маллори.

Диагностику и оценку степени патологических изменений в органах и тканях гидробионтов осуществляли в соответствии с методикой Л.А. Лесникова и И.Д. Чинаревой (1987). Степень ранжировки:

I балл – реакция организма, не связанная с его повреждением;

II балла – легкие повреждения; слабая гиперемия сосудов, отеки;

III балла – повреждения средней тяжести; гиперемия сосудов, периваскулярные и перицеллюлярные отеки, очаговые кровоизлияния.

IV балла – тяжелые повреждения; множественные очаговые кровоизлияния, значительные отеки, дистрофия, некроз до 30 % тканей.

V баллов – симптомы летального отравления; наличие значительных повреждений внутренних органов при действии относительно невысоких концентраций токсических веществ, приближающихся к хроническим летальным концентрациям, и почти полное отсутствие симптомов повреждения при высоких летальных концентрациях, но за короткое время.

Для паразитологического анализа было обследовано 126 разновозрастных и разнополых животных. Паразитологические исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Скрябин, 1928; Делямуре, Скрябин, 1965; Инструкции по сбору..., 2011)

Идентификацию паразитических организмов осуществляли по определителям «Трематоды животных и человека» (Скрябин, 1953), «Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР» (1962), а также обращались к детальному описанию паразитов каспийского тюленя в ранее проведенных исследованиях (Курочкин, Заблоцкий, 1958; Курочкин, 1961; Делямуре и др., 1964)

3. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Морфофункциональные особенности организма находятся в прямой зависимости от состояния окружающей среды и качества пищи. Загрязняющие вещества медленно выводятся из органов и тканей, а при длительном влиянии на морских млекопитающих даже в небольших концентрациях происходит нарастание токсического эффекта (Черкашин, 2005). О высокой биоаккумуляционной способности тканей и органов каспийских килек, составляющей до 84% рациона *P. caspica*, свидетельствуют проведенные токсикологические

исследования.

Как известно, северная часть Каспийского моря обладает высоким потенциалом нефтегазоносности, здесь формируется крупный регион нефтегазодобычи (Серебряков, 2013). Среди токсикантов основными загрязнителями Северного Каспия продолжают оставаться нефтяные углеводороды. Так, среднемноголетняя (2006-2015 гг.) концентрация этих токсикантов в северо-каспийских водах выше предельно-допустимого уровня для водоемов рыбохозяйственного значения более, чем в 3 раза (Попова и др., 2017). В период 2011-2015 гг. среднее содержание нефтепродуктов в Северном Каспии менялось значительно – от 3.2 до 7.6 ПДК. Содержание углеводородов (УГВ) в тканях и органах представителей ихтиофауны Каспийского моря в последнее десятилетие колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен мкг/кг. В организме обыкновенной кильки показатели этих токсикантов в 2011-2015 гг. варьировали от 49,1 до 101,8 мг/кг, с максимумом в 2012 г. минимумом – в 2013 г. Ароматические углеводороды (АУ) при этом обнаруживались ежегодно в количестве от 5.9 до 12.1 мг/кг, также с максимумом в 2012 г. минимумом – в 2013 г. При этом пороговый уровень процентного содержания ароматики в общем количестве УГВ, равный 1% и принятый в качестве критерия загрязнения (Миронов и др., 1990), был превышен в 5.7-12.9 раза.

Результаты токсикологических исследований тканей каспийского тюленя показали, что в 2011-2015 гг. содержание УГВ изменялось в пределах 36.4-90.3 мг/кг, содержание АУ – 4.0-14.3 мг/кг. Доля ароматики составляла 5.0-18.2%. Динамика накопления углеводородов не была выраженной, возрастание показателей наблюдалось как в начале периода исследований (2011 г.), так и в конце (2015 г.). Усредненные значения содержания УГВ и АУ в печени тюленя за 5-летний период исследований составляли соответственно 65.9 и 9.7 мг/кг (т.е. 13,3%), в подкожной клетчатке – 64.5 и 6.8 мг/кг (т.е. 11.1%).

Сравнение разновозрастных особей выявило большее накопление углеводородов (общих и ароматических) как в печеночной, так и в жировой тканях тюленей старших возрастных групп. По сравнению с животными первых лет жизни в половозрелых самках и самцах увеличение составляло 16-37 и 12-19% соответственно. Общей тенденцией для всех возрастно-половых генераций было то, что накопление углеводородов в жировой ткани происходило более интенсивно, чем в печеночной (рис. 1).

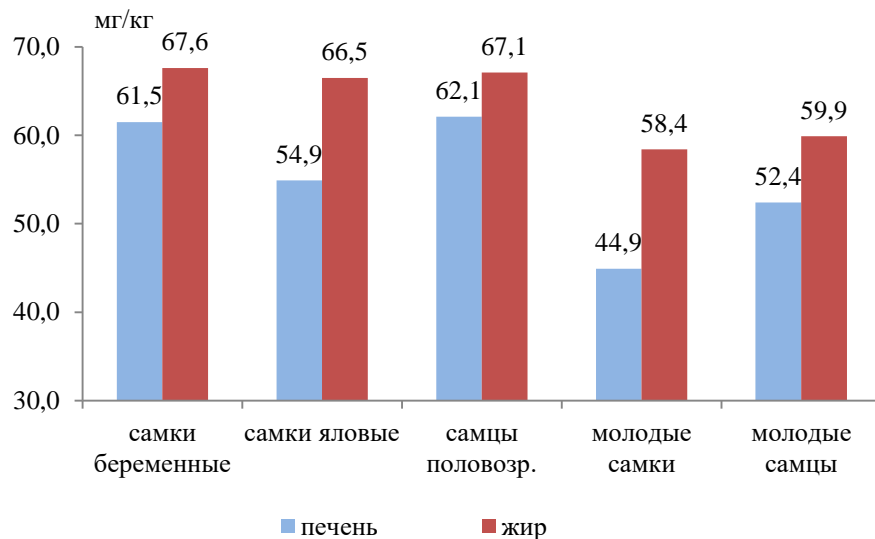


Fig. (1) – Содержание углеводов в печени и подкожно-жировой клетчатке тюленей различных возрастно-половых генераций

Возрастной фактор также влиял и на распределение АУ: увеличение от молодых к возрастным особям в печени и жире в целом составляло для самок 120-190%, для самцов – 25-52%. По содержанию ароматических соединений в печеночной и жировой тканях обнаружено разделение по половому признаку: у самок (молодых, яловых, беременных) накопление этих веществ происходило, преимущественно, в подкожном жире, у самцов – в печени (рис. 2).

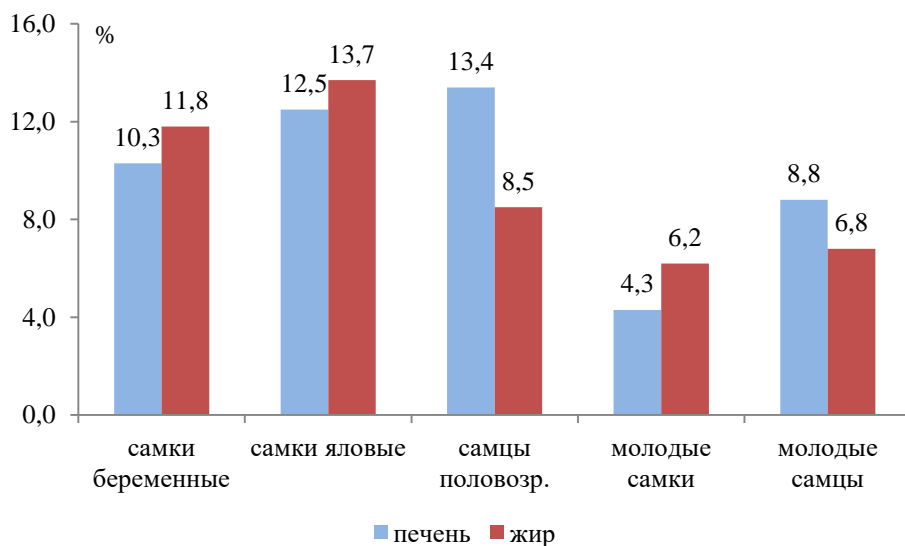
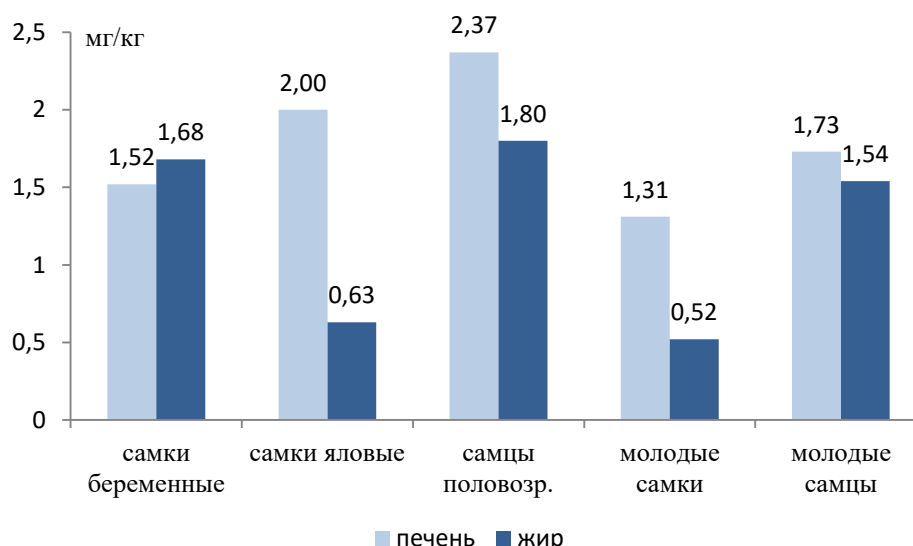


Fig. (2) – Содержание ароматических углеводов в печеночной и жировой ткани тюленей различных возрастно-половых генераций

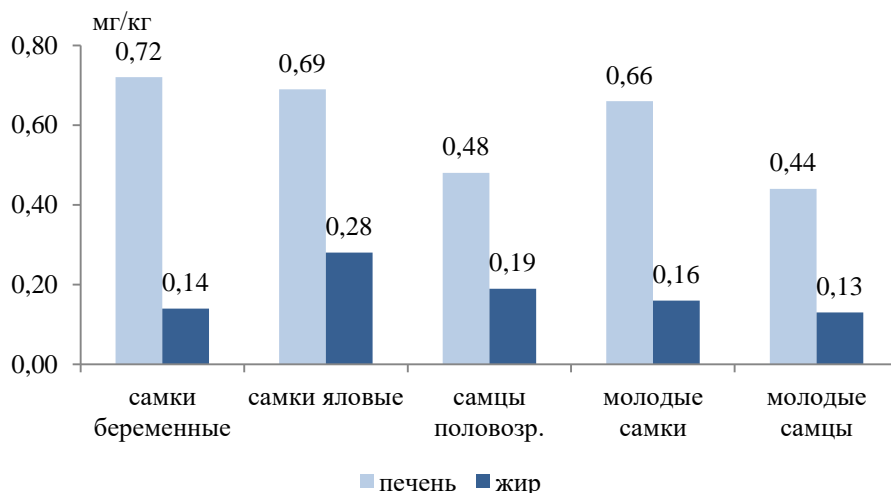
Помимо углеводов распространенными токсикантами Северного Каспия являются высокотоксичные металлы – свинец и кадмий, концентрации которых жестко нормируются в водоемах рыбохозяйственного значения. Их содержание в северо-каспийских

водах в многолетнем аспекте (2006-2015 гг.) изменялось слабо и не превышало нормативов. Не смотря на это, в организме каспийских гидробионтов эти токсиканты накапливались до количеств, зачастую превышавших уровень безопасного содержания, согласно гигиеническим требованиям СанПиН 2.3.2. 1078-01. Так, среднемноголетнее содержание Рb и Cd в организме обыкновенной кильки составляло 3.6 и 0.33 мг/кг соответственно, что выше нормативов в 3.6 и 1.7 раза. Максимального уровня значения достигали в 2013 г. Данные по содержанию Рb и Cd в тканях каспийского тюленя в 2011-2015 гг. были того же порядка, что и в организме кильки, и свидетельствовали о стабильности накопления: в печени их показатели изменялись в пределах 1.31-2.37 и 0.36-0.85 мг/кг, в подкожном жире – в пределах 0.47-1.93 и 0.13-0.30 мг/кг соответственно. Следует отметить, что превышение нормативов было зарегистрировано в подавляющем большинстве случаев. В динамике накопления свинца от 2011 г. к 2015 г. прослеживалось снижение, в динамике накопления кадмия в 2013 г. регистрировали максимум.

Анализ концентраций свинца и кадмия в печеночной и подкожно-жировой тканях каспийских тюленей выявил возрастное увеличение для самок соответственно на 16-223% и 10-56%, для самцов – на 17-37% и 9-46% (рис. 3). Максимальные концентрации свинца были зафиксированы в тканях половозрелых самцов, что, по-видимому, обуславливалось протеканием в организме других групп таких физиологических процессов, как роды, лактация, линька, способствующих выведению ТМ из организма. Кадмий в большей степени накапливали самки, чем самцы. Ранее проведенные исследования отмечали, что накопление этого металла достигает максимальной степени у лактирующих самок (Захарова, 2003).



а)



б)

Fig. (3) – Содержание свинца (а) и кадмия (б) в печеночной и жировой ткани тюленей различных возрастно-половых генераций

В печеночной ткани, по сравнению с подкожно-жировой клетчаткой, у всех возрастно-половых групп содержание кадмия было выше. Содержание свинца изменялось по тому же принципу, за исключением беременных самок.

В целом результаты токсикологических исследований свидетельствовали о хронической токсической нагрузке на организм обследованных зверей.

Исследования морфофункционального состояния внутренних органов ластоногих позволили выявить ряд патологий. Проведенный гистологический анализ показал, что слизистая оболочка *желудка* у обследованных тюленей была резко гиперемирована, имела довольно грубые складки, отмечены значительные участки слущивания клеток эпителия. Основная масса собственной пластинки слизистой оболочки желудка была представлена многочисленными желудочными железами. Просвет желез желудка плохо различался из-за отека собственной пластинки слизистой оболочки. Границы клеток желез также не определялись. У 30% желез на препарате эпителиальные клетки отслаивались от базальной мембраны, при этом все содержимое клеток концентрировалось в их апикальной части. Основная масса эпителиальных клеток дна желез имела пикнотичные ядра.

В собственной пластинке слизистой оболочки желудка у 86,4 % животных были выявлены участки инфильтрации лимфоцитами, как правило, эти участки локализовались в верхней трети слизистой оболочки.

В рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани собственной пластинки ближе к просвету желудка у 77,3% наблюдали мелкие кровоизлияния, отмечены разрывы капилляров с попаданием крови в желудочные ямки, а затем и в просвет желудка. У 72,7 % исследованных особей выявлялись некротизированные участки эпителиального слоя

слизистой оболочки. У 90.9% особей отмечены значительные участки разрастания соединительной ткани между железами, что приводило к замещению некротических очагов (рис. 4).

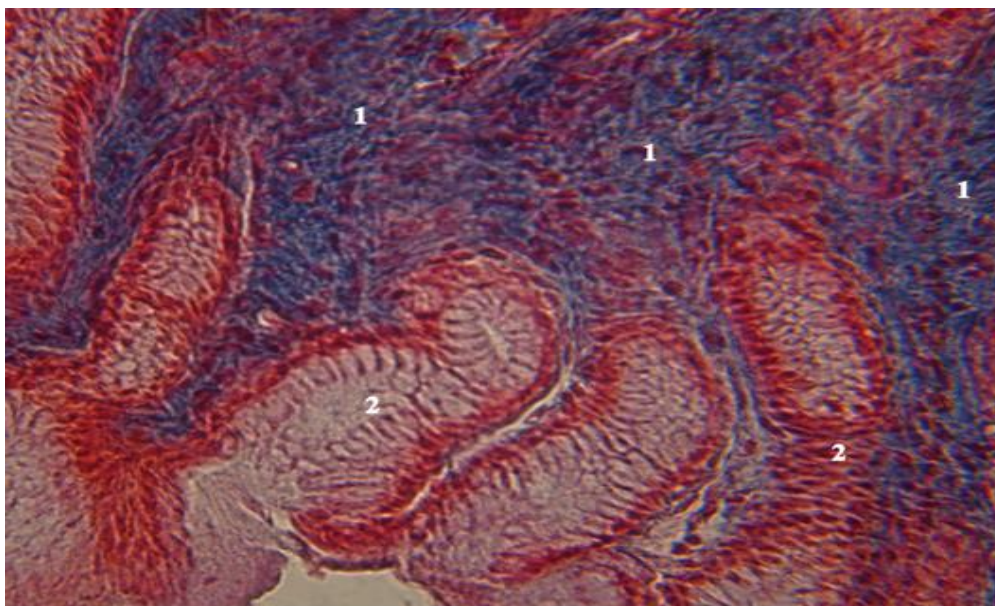


Fig. (4) – Слизистая оболочка желудка тюленя. ОК10 ОБ 40 Окраска по Маллори. 1. Мощные разрастания соединительной ткани. 2. Желудочные железы.

Подслизистая основа, отделенная от слизистой оболочки мощной мышечной пластинкой, была представлена рыхлой соединительной тканью, включала большое количество кровеносных сосудов различного диаметра. Сосуды были расширены и заполнены плазмой. Далее следовала очень мощная мышечная оболочка, состоящая из трех гладкомышечных слоев.

Таким образом, в результате исследования гистопатологического состояния желудка каспийских тюленей большинство образцов характеризовалось следующими значительными нарушениями: отеком слизистой оболочки, кровоизлияниями, некрозом тканей слизистой оболочки и замещением железистой ткани на соединительную, что свидетельствует о катаральном гастрите.

Анализ *тонкого кишечника* тюленей выявил разную высоту, толщину и длину кишечных ворсинок. Вершущки ворсинок были значительно расширены по сравнению с их основаниями. Именно на вершущках ворсинок и на их боковых поверхностях у 90,9% животных выявлены некротизированные эпителиальные участки. У некоторых эпителиальных клеток были разрушены апикальные части, выявлялись участки, где эпителиальные клетки были полностью разрушены до базальной мембраны. Выявлены целые эпителиальные пласты, отделившиеся от базальной мембраны.

Каемчатые клетки составляли основную массу эпителия, среди них, особенно на вершущках ворсинок, в 95.5 % случаев отмечены гипертрофированные бокаловидные клетки

(рис. 5).

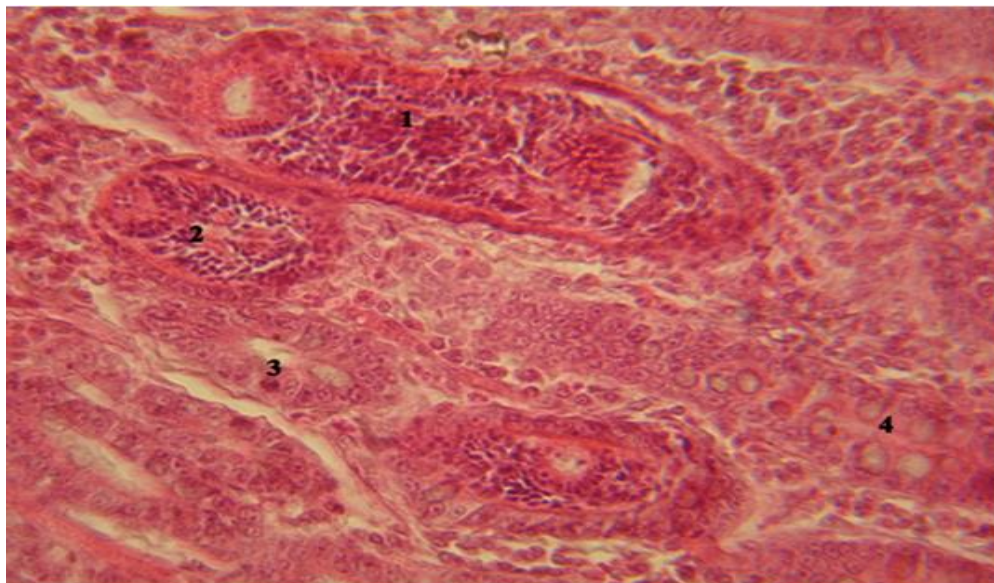


Fig. (5) – Тонкий кишечник каспийского тюленя. ОК10 ОБ90 Гематоксилин-эозин. 1, 2. Кишечные гельминты. 3. Кишечная крипта. 4. Бокаловидные клетки.

Каемчатые клетки имели мелкозернистую цитоплазму, базально лежащее овальное ядро с одним-двумя ядрышками. Из-за имеющегося отека у 81.8 % обследованных животных четко определить базальную мембрану было невозможно. Кишечные крипты были выстланы, в основном, малодифференцированными, более низкими клетками, по сравнению с эпителиальными клетками кишечных ворсинок. На границах ворсинок и крипт обнаружены отдельные клетки с ацидофильными гранулами (клетки Панета). Крипты были заполнены слизистым секретом. Интраэпителиальные лимфоциты постоянно присутствовали между эпителиоцитами кишки.

Собственная пластинка состояла из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани с высоким содержанием лимфоцитов и макрофагов. Кровеносные капилляры ворсинок были неравномерно расширены, заметны их значительные расширения в верхушках ворсинок; в соединительной ткани верхней части кишечных ворсинок были отмечены мелкие кровоизлияния.

В некоторых верхушках ворсинок некроз затрагивал не только эпителий, но и распространялся на соединительную ткань, причем были отмечены разрывы капилляров на верхушках кишечных ворсинок, от чего кровь попадала в просвет кишки. У 81.8% обследованных ластоногих зарегистрирован отек не только эпителия, но и подлежащей соединительной ткани.

У 86.4% ластоногих было обнаружено разрастание каемчатого эпителия боковых поверхностей кишечных ворсинок, что приводило к образованию широких эпителиальных пластинок. На всех гистологических препаратах были обнаружены инвазионные виды:

C
i
u

r Помимо трематод *C. badamschini* и *M. advena* паразитарное загрязнение органов пищеварительной системы каспийского тюленя осуществлялось за счет гельминтов: *Anisakis schupakovi*, *Pseudamphistomum truncatum*, *Corinosoma strumosum* и *Eustrongylides excisus*.

b Результаты паразитологического мониторинга показали, что среднемноголетняя зараженность каспийской нерпы нематодами *A. schupakovi* находилась на уровне $91.3 \pm 3.2\%$; круглыми червями *E. excisus* – $5.0 \pm 3.8\%$; скребнями *C. strumosum* – $78.1 \pm 5.1\%$; дигенетическими сосальщиками *P. truncatum* – $68.3 \pm 5.2\%$, при этом индекс обилия составил 48.9 ± 12.3 ; 0.8 ± 0.3 ; 47.6 ± 7.9 ; 2392.5 ± 484.1 экз./особь соответственно инвазионным видам.

s Паразиты не только механически разрушают ткани, но и негативно воздействуют на организм хозяина, отравляя его продуктами метаболизма живых гельминтов и продуктами распада, что вызывает дополнительную токсическую нагрузку на организм и приводит к ослаблению барьерных функций организма (Лысенко, 2002).

и *Mesenteric* и *Mesenteric* (рис. 6) токсическое воздействие паразитов на организм хозяина проявляется в виде дистрофии и десквамации эпителия, особенно на верхушках ворсинок. У 86.4 % животных отмечена дистрофия, а в 59.1 % случаев зарегистрирована десквамация эпителия, особенно на верхушках ворсинок.

Результаты исследований **толстой кишки** показали, что ее просвет выстлал однослойный призматический каемчатый эпителий с большим количеством бокаловидных клеток. В нем у 86.4 % животных были отмечены участки некроза эпителия (рис. 6).

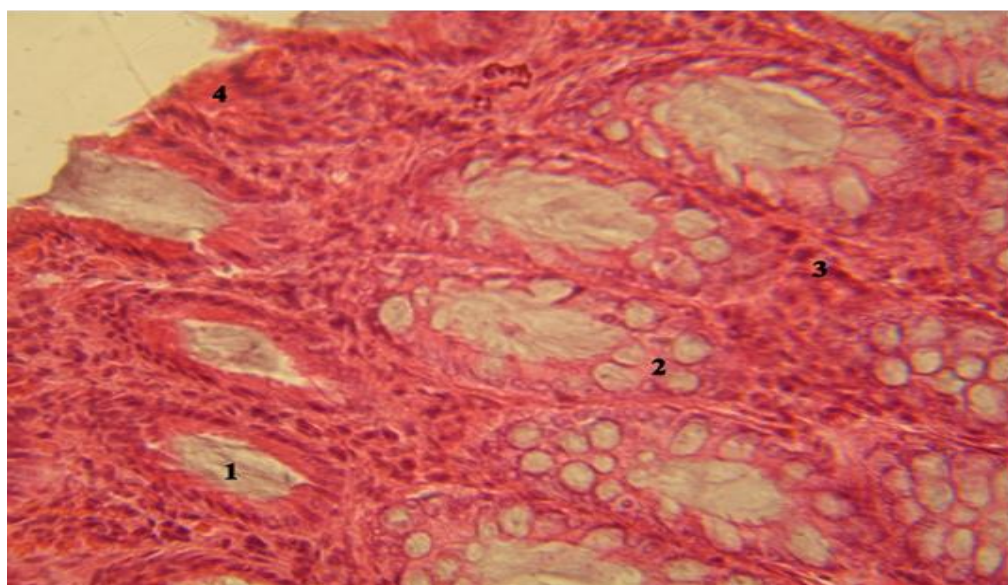


Fig. (6) – Толстый кишечник каспийского тюленя. ОК10 ОБ90 Гематоксилин-эозин.

1. Кишечная крипта.
2. Бокаловидные клетки.
3. Собственная пластинка слизистой оболочки.
4. Форменные элементы крови.

Слизистая оболочка была значительно гиперемирована, бокаловидные клетки у 90.9% особей гипертрофированы в связи с большим количеством вырабатываемого секрета. У также крипты, где эпителиальные клетки были наполовину разрушены. В 81.8% случаев зарегистрированы разноразмерные участки с признаками воспаления, причем инфильтрат распространялся и в подслизистый слой. Также в слизистой оболочке толстого кишечника были отмечены кровоизлияния разной величины. Данные изменения характерны для острого колита.

У некоторых особей слизистая оболочка толстой кишки была сильно инфильтрирована лимфоцитами, нейтрофилами и эозинофилами, сосуды ее были неравномерно расширены, имелись множественные эрозивные образования эпителия. Подобные изменения характерны для язвенного колита.

У отдельных особей выявлены признаки хронического колита, который характеризовался выраженными воспалительными явлениями. Обнаружены утолщения или десквамация поверхностного эпителия. В слизистой оболочке зарегистрированы множественные кровоизлияния и эрозии эпителиального слоя. Ближе к просвету в слизистой оболочке кишки у исследованных животных выявлены участки разрастания соединительной ткани, которая замещала участки кишечных крипт, ранее подвергавшихся некрозу. Отмечены атрофия и склероз слизистой оболочки при этом соединительнотканная строма складок, ворсинок была обнажена. У всех животных на гистологических препаратах зарегистрированы кишечные гельминты.

Исследование кишечника каспийских тюленей показало, что слизистая оболочка кишечника была полнокровной, отёчной, покрыта слизистым экссудатом. Выявлена дистрофия и десквамация эпителия, особенно на верхушках ворсинок. Перечисленные признаки свидетельствуют о катаральном десквамативном энтерите. Оценка степени патологических изменений показала, что у беременных самок степень повреждения органа была наиболее высокой и соответствовала в среднем 3.8 балла. В порядке убывания далее следовали яловые самки – 3.4 балла, половозрелые самцы – 3.5 балла, неполовозрелые самки и самцы – по 3.3 балла.

Как показывают ранее проведенные исследования (Семенова, 2001; Солнцева, 2002), выявленные изменения органов пищеварительного тракта каспийских тюленей имеют сходный характер с нарушениями, возникающими при экспериментальном токсическом воздействии на млекопитающих.

Результаты исследований *печени* свидетельствовали о ее подверженности патологическим изменениям. Необходимо пояснить, что при нормальных условиях жизнедеятельности тюленей уровень накопления токсикантов в печени выше, чем в подкожном жире. Это связано с тем, что печень осуществляет функцию детоксикации – переработки токсичных вредных веществ и вывод их из организма через пищеварительный тракт. Нарушение экскреторной функции печени приводит к накоплению токсических веществ в организме, а именно – в жировой ткани. Увеличение уровня токсиканта в жире, по сравнению с печенью, свидетельствует о нарушении в печени функции детоксикации и патологическом влиянии токсиканта на организм. Обнаруженные в *печени* патологические изменения проявлялись в венозной полнокровии органа, резком нарушении трабекулярной структуры печени, сопровождающимся интенсивным фиброзом и формированием ложных долек, состоящих из пролиферирующих гепатоцитов и пронизанных соединительнотканными прослойками. Большинство печеночных клеток были увеличены в размерах, имели мелкозернистую цитоплазму и плохо контурированные ядра. Границы клеток едва различимы.

Выявлена воспалительная реакция, которая сопровождалась развитием некробиотических и дистрофических процессов, отеком соединительной ткани паренхимы, лимфоцитарной инфильтрацией (рис. 7), имеющей локальный характер. Разноразмерные инфильтраты образовывались, как правило, вокруг сосудов.

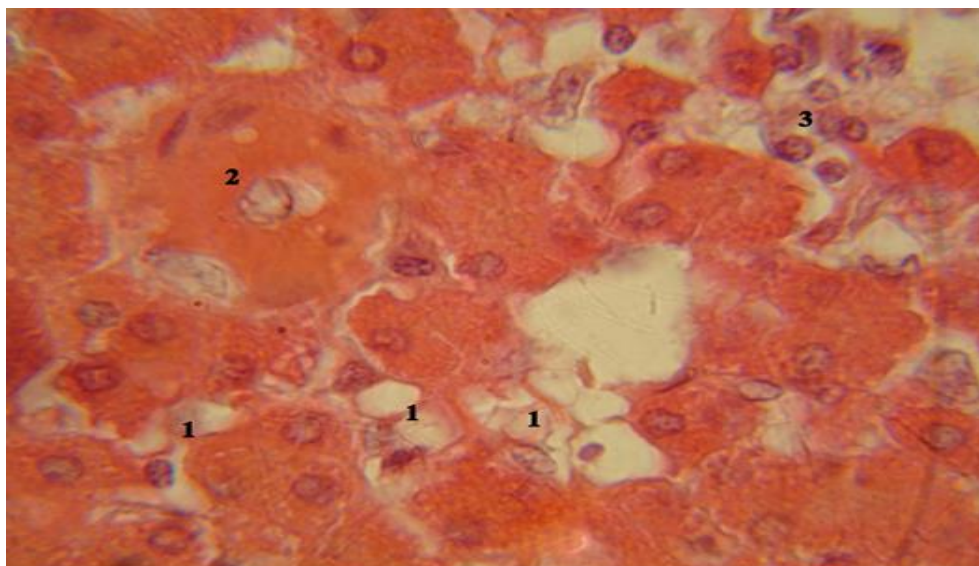


Fig. (7) – Печень каспийского тюленя. ОК10 ОБ90 Гематоксилин-эозин. 1. Жировая дистрофия клеток. 2. Ссуженный просвет сосуда. 3. Некроз гепатоцитов и инфильтрат из лимфоцитов

Гепатоциты характеризовались всевозможными дистрофическими изменениями: жировой, белковой зернистой дистрофией, светлым и мутным набухание клеток. Вышеуказанные нарушения сопровождались увеличением размеров клеток печени в среднем

в 1.5 раза (16.17 ± 0.73 мкн против 11.00 ± 0.60 мкн). Размеры клеток печени в среднем составили 14.10 ± 0.38 мкн. Четкие границы печеночных долек отсутствовали вследствие массивного отека органа, границы отдельных балок были размыты.

Печень, как известно, принимает активное участие в динамике гомеостаза, поскольку она занимает центральное место в регуляции обмена веществ и является связующим звеном между порталным и общим кругом кровообращения. Обеспечивая постоянство внутренней среды организма, печень также участвует в детоксикации ксенобиотиков, приносимых с кровью в составе веществ, усвоенных при пищеварении (Ежкова, 2006). Токсины оказывают преимущественно повреждающее воздействие на структурные элементы печени, первично контактирующие с порталным кровообращением (Бабанин и др., 2009).

У 45.5% обследованных животных выявлены мелкие и крупные некротические участки, приводящие к деструкционным изменениям паренхимы печени, участки активной регенерации и пролиферации клеток, особенно соединительной ткани вокруг мелких и крупных сосудов печени (фиброз). Вследствие пролиферативных, воспалительных и деструктивных изменений печеночной ткани у 95.5 % нерп дольчатая структура органа была нарушена. В паренхиме органа у 72.7 % зверей отмечены разноразмерные геморрагии.

В 95.5 % случаев зарегистрирован полиморфизм гепатоцитов, который, как правило, приводит к функциональному расстройству клеток печени вследствие неодинаковой биосинтетической активности.

Ядра гепатоцитов также характеризовались полиморфизмом. Размер ядра клеток печеночной ткани варьировал в широких пределах – от 3.85 ± 0.22 до 6.16 ± 0.50 мкн.

Около 20% клеток имели мелкие темные пикнотические ядра, у 60% клеток выявлены крупные светлые округлой формы ядра, по периферии содержащие гетерохроматин, обнаружены также и безъядерные клетки. В большинстве случаев ядро гепатоцитов из-за дистрофических изменений было расположено эксцентрично. Отмечено набухание клеток и содержание в них мелких гранул гемосидерина.

В целом у проанализированных тюленей в печеночной ткани зарегистрированы следующие патологические изменения: воспалительные реакции, которые сопровождались развитием некробиотических и дистрофических изменений; отеки соединительной ткани и паренхимы; лимфоцитарные инфильтрации, также обнаружена активная пролиферация соединительной ткани вокруг мелких и крупных сосудов печени. Дистрофические и некротические изменения гепатоцитов ведут к печеночно-клеточной недостаточности. Проведенное гистологическое исследование печени каспийских тюленей свидетельствует, что этот орган испытывает серьезные нагрузки.

Средние баллы оценки патогистологического состояния этого органа располагались в

убывающей последовательности, аналогичной наблюдавшейся в кишечнике: у беременных самок – 3.75 балла, у яловых самок – 3.6 балла, у самцов – 3.6 балла, у неполовозрелых самок и самцов – по 3.5 балла.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате токсикологических исследований тканей каспийского тюленя выявлено значительное количество ароматических углеводородов, свинца и кадмия, накапливающихся в его печени и жировой клетчатке. Большинство проб характеризовалось превышением допустимого уровня безопасного содержания этих токсикантов. Степень накопления токсикантов зависела от возраста животных и половой принадлежности.

Морфо-функциональные исследования выявили наличие у большого числа ластоногих патологических изменений желудка, тонкого и толстого кишечника, печени. Характер развития патологий в органах и тканях тюленей соответствовал хронической интоксикации, что закономерно, учитывая выявленный высокий уровень накопления токсикантов. Своеобразие гистологических нарушений внутренних органов при отравлениях заключается в том, что при остром отравлении гибель животного не сопровождается значительными патогистологическими изменениями, которые не успевают развиться. Напротив, длительное воздействие токсиканта, даже в незначительных количествах и не сопровождающееся гибелью животного, всегда приводит к значительным патологическим изменениям во внутренних органах.

Результаты исследований показали, что патологические процессы зависели от структурно-функциональных особенностей органов. Так, в период беременности внутренние органы млекопитающих испытывают дополнительную функциональную нагрузку, поэтому закономерно, что степень патологических проявлений у беременных самок каспийского тюленя была выше, чем у неполовозрелых особей. Наиболее характерным признаком негативных процессов являлось нарушение микроциркуляции крови в органах. Физиологическое состояние каспийских ластоногих было отягощено присутствием паразитических организмов, а, следовательно, и паразитарной интоксикацией.

Таким образом, материалы токсикологических, гистологических и паразитологических исследований свидетельствовали о снижении функции пищеварительной системы у обследованных особей каспийского тюленя на фоне накопления в их организме загрязняющих веществ.

5. ССЫЛКИ

Бабанин А.А., Захарова А.Н., Семенова Т.В. и др. Морфологическая оценка свободнорадикальных процессов при эндотоксиновом поражении печени // Морфология. 2009. Т. 3. № 2. С. 5-11.

- Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологической техники. М.: Медицина, 1982. 304 с.
- Делямуре С. Л., Скрябин А.С. К методике гельминтологических вскрытий морских млекопитающих (особенности сбора гельминтологического материала от ластоногих и китообразных) // Морские млекопитающие. – М.: Наука, 1965. С. 302-309.
- Делямуре С.Л., Курочкин Ю.В., Скрябин А.С. О гельминтофауне каспийского тюленя (*Phoca caspica* Gm.) // Труды Астраханского заповедника: Сб. паразитолог. работ. - Астрахань, 1964. Вып. IX. С. 105-118.
- Ежкова А.М. Биогеоценоз системы «почва-растение-животное» в различных техногенных зонах Республики Татарстан и корреляция ее местными бентонитами: автореф. дис...докт. биол. наук. Казань, 2006. 50 с.
- Захарова Н.А. Уровень накопления и влияния ряда токсикантов на состояние популяции каспийского тюленя: автореф. дис...канд. биол. наук. Астрахань, 2003. 21 с.
- Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань: КаспНИРХ, 2011. 193 с.
- Курочкин Ю.В. Гельминтофауна каспийского тюленя и его значение в биоценозах дельты Волги // Труды совещаний по экологии и промыслу морских млекопитающих. М.: Академия наук СССР. 1961. Вып. 12. С. 233-237.
- Курочкин Ю.В., Заблоцкий В.И. К гельминтофауне каспийского тюленя // Труды Астраханского заповедника. Астрахань, 1958. Вып. 4. С. 337-343.
- Лесников Л.А., Чинарева И.Д. Патогистологический анализ состояния рыб при полевых и экспериментальных токсикологических исследованиях // Тезисы докладов I Всесоюз. симпозиума по методам ихтиотоксикологических исследований. Л. 1987. С. 81-82.
- Лысенко А.Я. Клиническая паразитология // Женева. 2002. С. 515-520.
- Методика 213/97. Определение содержания суммы углеводов и ароматических углеводов в жировой мышечной ткани, яичном желтке и молоке. М.: ГосНИИсинтезбелок, 1997. 4 с.
- Мионов О.Г., Щекатурина Т.Л., Писарева Н.А., Копыленко Л.Р., Лапин Б.П. Фоновые уровни ароматических углеводов в черноморских гидробионтах. Т.26. №5. 1990. С. 52.
- НДИ 05.14 – 2007. Методика выполнения измерений массовых долей кадмия, меди, свинца и цинка в пробах гидробионтов методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией. Ростов-на-Дону. 2007. 12 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР (в 3-х) томах – М.: Наука, 1984-1987.

Попова О.В., Карыгина Н.В., Львова О.А и др. Современное эколого-токсикологическое состояние водной среды Северного Каспия / Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: мат-лы II Международной научно-практической Интернет-конференции, 28 февраля 2017 года. с. Соленое Займище, Астраханская обл. Россия – Составление Н.А. Щербакова / ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», 2017. С.150-154

Семенова В.И. Клинико-морфологическая характеристика гастроэнтеритов у телят и их терапия терфуменами: автореф. дис. канд. биол. наук. Воронеж, 2001. 25 с.

Серебряков А.О. Нефтегазоносные ресурсы Каспийского моря // Геология, география и глобальная энергия. 2013. №2. С.80-88.

Скрябин К. И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: Изд-во Первого Моск. гос. ун-та, 1928. С. 1 – 45.

Скрябин К.И. Трематоды животных и человека. М.: Академия наук СССР, 1947-1978. 621 с.

Солнцева Г.Н. Влияние загрязнений черноморского бассейна на развитие патологических процессов в органах дельфинов (*TURSIOPS TRUNCATUS*, *DELPHINUS DELPHINIS*) // Морские млекопитающие. 2002. С. 433-441.

Черкашин С.А. Отдельные аспекты влияния углеводородов нефти на рыб и ракообразных // Вестник ДВО РАН. 2005. № 3. С. 83-91.

Attril M.J., Depledge M.H. Community and population indicators of ecosystem health: targeting links between levels of biological organization // *Actual. Toxicol.*, 1997. V.38. P.183-197

Моисеенко Т.И. Водная токсикология: фундаментальные и прикладные аспекты. М.: Наука. 2009. 367 с.

Page D.S., Gilfillan E.S., Neff J.N., Stoker S.W., Boehm P.D. 1998 shoreline conditions in the Exxon Valdez oil spilt zone in Prince William Sound // *Proceedings on the 1998 International Oil Spill Conference*. 1997. P.277-295

Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. М.: Издательство ВНИРО. 2001. 247 с.

OSPAR (OSPAR Commission for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic), Quality Status Report. 2000. Region II – Greater North Sea/ London: OSPAR Commission, 2000. 136 p.

Фруммин Г.Т. Экологическая токсикология (экоотоксикология). Санкт-Петербург: РГГМУ. 2013. 179 с.