

*На правах рукописи*

**СУЮНОВА АЯГОЗ БАКТЖАНОВНА**

**МОНИТОРИНГ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ  
НА ИХТИОФАУНУ КАЗАХСТАНСКОГО СЕКТОРА КАСПИЙСКОЙ  
АКВАТОРИИ**

06.02.05 – ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и  
ветеринарно-санитарная экспертиза

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата ветеринарных наук

Санкт-Петербург – 2021

Работа выполнена на кафедре «Ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов животноводства и гигиены сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

**Научный руководитель:** **Заболотных Михаил Васильевич**  
доктор биологических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Никитин Дмитрий Анатольевич**  
доктор ветеринарных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет», доцент кафедры морфологии, акушерства и терапии.

**Кадиков Ильнур Равилевич**  
доктор биологических наук, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», заведующий лабораторией техногенных экотоксикантов

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН)

Защита диссертации состоится « 30 » сентября 2021 г. в 13.00 ч. на заседании диссертационного совета Д 220.059.04 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» по адресу: 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5, тел/факс: 8(812) 388-36-31.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» по адресу: 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5 и на официальном сайте: [https:// www.spbgovm.ru](https://www.spbgovm.ru)

Автореферат размещен на сайтах ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации: <https://vak.minobrnauki.gov.ru> и ФГБОУ ВО «СПбГУВМ» <http://spbgovm.ru> « 23 » июня 2021 г.

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Иванова Ирина Викторовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Проблемы, связанные с экологическим состоянием водных ресурсов Каспийского моря, сопряжены с их применением в жизни человека. Действия человека вызывают существенные изменения в статусе акватории Каспия. Анализ факторов, определяющих модификацию состояния экологии, позволяет выделить в качестве основного фактора - воздействие функционирования комбинатов по переработке нефти и газа на экологические параметры.

Добыча нефтяных углеводородов связана вредным влиянием на биологические объекты Каспийского моря. Мероприятия ранних этапов: сейсмическая разведка, взрывные работы вызывают гибель большого количества рыбы (П.П. Гераскин, 2006).

Значимыми зонами пристального экологического внимания являются: изменение качества окружающей среды; мониторинг и прогноз экологической обстановки в Каспийском регионе; проблемы воспроизводства и сохранения биологических ресурсов, медицинские проблемы, связанные с воздействием токсикантов различной природы на организм человека и сопряжённые с этим нерешенные вопросы социально-экономического характера (Ю.С. Чуйков, 2011).

Показатели состояния внешней среды модифицируют количество биологических объектов. Пестициды, являющиеся производными хлора, углеводороды нефтяного ряда представляются главными факторами, определяющими поступление токсических соединений в рыбу, планктон, бентос. Находясь в природном секторе, указанные вещества с использованием цепочек питания попадают в ткани и клетки человека и млекопитающих, вызывая отрицательные изменения их состояния, взаимосвязь «качественные корма – здоровые животные – здоровые люди» для современной цивилизации совершенно очевидны (А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов, 2020). Поэтому актуальной задачей является постоянный ветеринарно-санитарный контроль за качеством и безопасностью рыбных продуктов, поступающих на торговые и перерабатывающие предприятия.

**Степень разработанности темы.** Считается, что продукты нефтяного происхождения влияют на водных животных различными путями: пленка из нефтепродуктов уменьшает переход газообразных веществ в воду и модифицирует обмен газов водного сектора, определяя кислородный недостаток; вязкие соединения, нарушают работу жабр, изменяют кислородный статус рыб. Естественное развитие рыбы, нарушение ее качества, параметров миграции связано с токсичным влиянием продуктов нефтяного производства. (Е.С. Лебедева, 2001; П.П. Гераскин, 2006; В.Г. Головин, 2006; Н.М. Абдулаева, 2007; А.М. Никаноров, 2008; В.В. Исакова, 2009; О.С. Маркова, 2010; Ю.С. Чуйков, 2011; Н.С. Лиджиева, 2017; И.А. Немировская, 2017).

В связи с этим биологические объекты могут быть использованы для определения показателей экологической ситуации в Каспийском море. Требуется контролирующие мероприятия, а также мониторинговые исследования состояния внешней среды, а также рыбы, на которую влияют токсические компоненты Каспийского водного бассейна.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования - определить влияние ксенобиотиков на водные биологические ресурсы Казахстанского сектора Каспийской акватории и дать ветеринарно-санитарную оценку рыбе при воздействии на нее определенных поллютантов.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Произвести химическое исследование проб воды из центральной и северной частей Казахстанского сектора Каспийского моря на уровень поллютантов.
2. Осуществить отбор проб рыб и провести анализ мышечной ткани и органов на содержание нефтяных углеводородов, хлорорганических пестицидов и тяжелых металлов.
3. Определить биоиндикаторы аккумулятивной активности морской экосистемы Каспия поллютантами (нефтяные углеводороды, тяжелые металлы, хлорорганические пестициды).
4. Определить органолептические, физико-химические и микробиологические показатели рыбы, содержащей некоторые поллютанты.
5. Дать ветеринарно-санитарную оценку рыбе при воздействии на нее определенных поллютантов.

**Научная новизна.** В работе впервые представлена динамическая характеристика содержания углеводородов нефтяного ряда и токсичных металлов в воде северной и центральной частей Казахстанского сектора Каспийского моря. Показано, что в пробах воды, отобранных по двум экспедициям, наблюдается превышение уровня предельно допустимой концентрации (ПДК) по содержанию углеводородов нефтяного ряда от двух до двадцати раз. Выяснено, что наибольшее содержание нефтяных углеводородов отмечается в пробах воды, отобранных в районах действующих нефтяных месторождений.

Впервые в динамике проведена оценка уровня нефтяных углеводородов, хлорорганических пестицидов, тяжелых металлов в мышечной ткани, ткани печени и жабрах рыб Каспийской акватории. В результате анализа полученных данных в качестве индикаторов кумулятивной активности предложены: мышечная ткань особей семейства карповых (для хлорорганических пестицидов); мышечная ткань особей семейств карповых и сельдевых (для нефтяных углеводородов); жаберная ткань и ткань печени особей семейства карповых (для тяжелых металлов).

Дана комплексная ветеринарно-санитарная оценка рыбы при наличии в ней различных поллютантов и определены пути ее использования и утилизации.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Получена новая информация о сезонном характере уровня нефтяных углеводородов, токсичных металлов в водном секторе северной и центральной частей Каспийского моря. Установлены новые данные о содержании нефтяных углеводородов, хлорорганических пестицидов, тяжелых металлов в мышечной ткани, ткани печени и жабрах рыб Каспийской акватории. Обоснована значимость биоиндикаторов аккумулятивной активности загрязнителей. Полученные результаты используются для оценки и мониторинга экологической ситуации водных бассейнов и ихтиофауны Каспийской акватории; для проведения ветеринарно-санитарной оценки рыбной продукции, подготовки нормативной, правовой, регламентирующей, методической документации в отношении сельскохозяйственной, нефтедобывающей сфер деятельности человека; для подготовки специалистов в областях экологии, ветеринарии, гидроэкологии, ихтиологии, сельского хозяйства, нефтедобывающей отрасли. Материалы диссертационной работы включены в методические рекомендации «Мониторинг и влияние нефтяных загрязнителей на ихтиофауну Казахстанского сектора Каспийского моря», утвержденные Министерством сельского хозяйства и продовольствия Омской области и в ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» г. Алматы, для специалистов предприятий, организаций и учреждений, осуществляющих работу по оценке качества и безопасности продукции животноводства. Результаты исследований внедрены и используются в работе отдела ветеринарно-санитарной экспертизы БУ Омской области «Омская областная ветеринарная лаборатория» РФ; в научных исследованиях ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» г. Алматы, РК; ТОО «Эко-Люкс-Ас» г. Степногорск, РК; ТОО «Научно-аналитический центр «Биомед-препарат» г. Степногорск и РГП «Национальный центр биотехнологии Министерства образования и науки республики Казахстан г. Нур-Султан, РК. Теоретические положения и методические рекомендации, полученные при выполнении диссертационной работы, внедрены и используются в учебном процессе вузов: ФГБОУ ВО Омский ГАУ; ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»; ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия»; ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет»; ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ.

**Методология и методы исследований.** Комплексный подход с использованием различных современных методов являлся основным методологическим принципом всех исследований. Объектами исследования служили образцы воды и рыбы, отобранные в северной и центральной частях Казахстанского сектора Каспийского моря. Применялись как общепринятые, так и специальные, высокотехнологичные методы исследования. Оценка результатов

исследования проводилась комиссионно, с участием специалистов и заинтересованных сторон, с применением статистических методов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. В пробах воды северной и центральной частей Казахстанского сектора Каспийского моря наблюдается неравномерное превышение уровня концентрации углеводородов нефтяного ряда.

2. По видовому составу представителей ихтиофауны Каспийской акватории по различным загрязнителям наиболее значимыми в экологическом плане представляются особи семейств: карповых, сельдевых и осетровых.

3. Рыба при превышении предельно допустимых уровней нефтяных углеводородов, хлорорганических пестицидов, содержания тяжелых металлов имеет пониженную пищевую и биологическую ценность.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность результатов обусловлена значительным объемом экспериментального материала, полученного с использованием современных, высокоинформативных методов исследования с применением программ Microsoft Excel 2010, Statistica 6.0. В качестве основных характеристик описательной статистики применяли медиану (Me), нижний 25-й (L) и верхний 75-й (H) квантили. Оценку статистической значимости различий проводили с использованием непараметрических критериев: Манна-Уитни (для двух независимых выборок), применимого для любых распределений и для которого в качестве нулевой применяется гипотеза о совпадении медианных значений двух независимых выборок, и критерия Вилкоксона (для связанных выборок).

Основные положения работы изложены и представлены в статьях журналов, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, методических рекомендациях.

Результаты научных исследований доложены, обсуждены и одобрены на различных научных форумах:

1. VII международная научно-практическая конференция «Современные проблемы развития фундаментальных и прикладных наук» 87.00.00 Охрана окружающей среды. Экология человека (Чехия г.Прага, 2016 г.);

2. совместное заседание научно-технического совета и комиссии ученого совета по научной, инновационной и международной деятельности ФГБОУ ВО Омский ГАУ от 08 июля 2018 года выписка из протокола №6;

3. заседание Ученого совета Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства г. Алматы от 02 июля 2018 года, выписка №2 из протокола №3;

4. национальная научно-практическая онлайн-конференция «Актуальные проблемы ветеринарной науки и практики» факультета ветеринарной медицины ИВМиБ ФГБОУ ВО Омский ГАУ / Министерство сельского хо-

зйства Российской Федерации, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина (г. Омск, 13 ноября 2020).

**Публикации результатов исследований.** Материалы исследований опубликованы в 10 научных статьях, в том числе 3 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ и одна статья в журнале, индексируемом в базе данных Scopus. По результатам исследований изданы методические рекомендации.

**Объем и структура работы.** Диссертация изложена на 202 страницах текста и включает в себя введение, собственные исследования, заключение, библиографический список и приложения. Список использованной литературы включает в себя 140 источников, в том числе 15 зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 19 таблицами и 134 рисунками.

## 2 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### 2.1 Материалы и методы исследований

Объектами исследования служили образцы воды, отобранные в 20 точках северной и центральной частей Казахстанского сектора Каспийского моря, совместно с сотрудниками НПЦ Рыбного хозяйства АО «КазАгроИновация» (г. Алматы). Точки отбора проб воды представлены на рисунке 1.

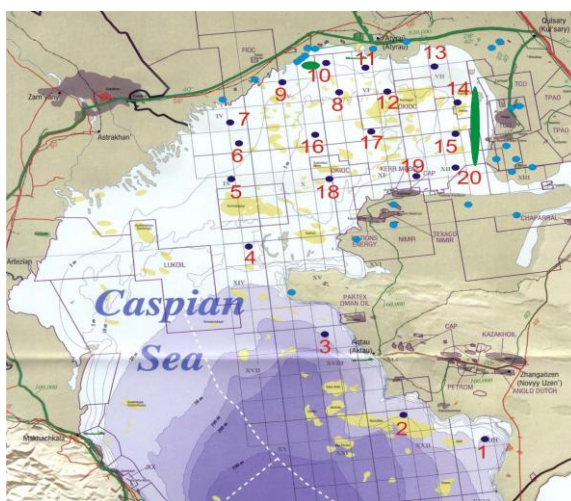


Рисунок 1 - Точки отбора проб воды в центральной и северной частях Каспийского моря

Примечания: черные точки – точки отбора проб воды; голубые точки – действующие нефтяные месторождения; зеленый цвет – район заброшенных скважин; желтый цвет – нефтяные месторождения.

В качестве материалов для исследований использовались мышечная ткань, печень и жабры рыб различного видового состава, семейств: карповых (Cyprinidae), осетровых (Acipenser), сельдевых (Clupeidae), отловленных в северной и центральной частях Казахстанского сектора Каспийского моря рисунок 2.

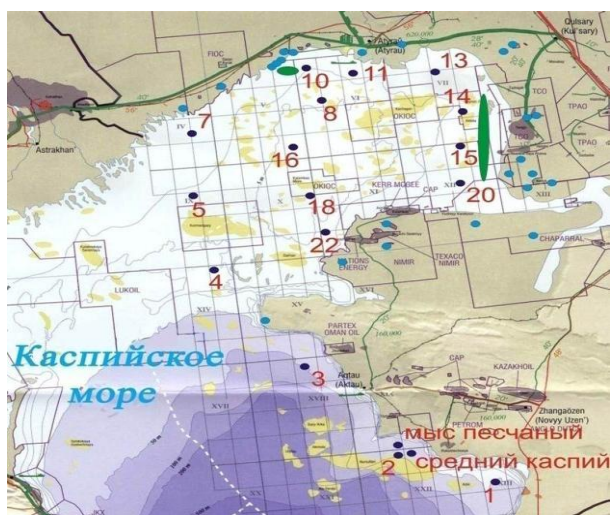


Рисунок 2 - Точки отлова рыб в центральной и северной части Каспийского моря

Примечания: черные точки – точки вылова рыбы;

Отбор проб воды и рыб проводился при температуре от +1 до +5 °С.

Анализ проб воды и рыб производился согласно требованиям к аккредитованным лабораториям СТ РК 17025-2009, где микроклимат составляет  $20 \pm 5$  °С.

Органолептические и физико-химические исследования рыбы проводили согласно действующим нормативным документам: «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры» (2009г.), ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукты из них. Методы определения органолептических и физических показателей».

Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАМ) осуществляли в соответствии ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. БГКП проводили в соответствии с ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). Для определения наличия *S. aureus* руководствовались ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*.

Пробоподготовку рыб к анализу на определение содержания нефтепродуктов и хлорорганических пестицидов проводили согласно общепринятым методикам. Определение содержания нефтепродуктов и хлорорганических пестицидов в рыбе проводили методом ГЖХ на газовом хроматографе Hewlett Packard 6890 с пламенно-ионизационным детектором. Содержание тяжелых металлов определяли методом атомной абсорбции на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst. В контроль вошли те экземпляры рыб, которые не превышали нормам согласно ТР ТС 021/2011.



## 2.1.1 Схема проведения исследований



## 2.2 Результаты собственных исследований

### 2.2.1 Оценка содержания нефтяных углеводородов и тяжелых металлов в пробах воды Казахстана сектора Каспийского моря

Основным критерием качества морских вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ. Проведенные исследования воды весной и осенью 2015г. в северной и центральной частях Казахстана сектора Каспийского моря выявили наличие углеводородов нефтяного ряда в двенадцати и шестнадцати точках, что составило 60% и 80% случаев, соответственно. Анализ полученных результатов позволяет говорить о превышении значительном (до 18 раз) уровня ПДК в пробах воды, отобранных в районе нефтяных месторождений, либо в зонах заброшенных скважин.

Существенное повышение (до 12 раз) выявлено в районах нефтяных месторождений. Особое внимание обращает на себя появление углеводородов нефтяного ряда с превышением ПДК в осенний период в районах месторождений нефти, расположенных вдоль береговой линии, что может свидетельствовать о техногенных источниках причин, связанных с проведением работ в летний период года. Таким образом, в пробах воды северной и центральной частей Казахстана сектора Каспийского моря наблюдается неравномерное превышение уровня концентрации углеводородов нефтяного ряда.

В пробах воды, отобранных в Казахском секторе Каспийского моря, отмечается повышение уровня цинка в точках действующих месторождений нефти в 3,9-8,0 раза; содержание кадмия не превышает ПДК; уровень свинца повышен в точках действующих нефтяных месторождений от 8,7 до 25 раз; за исключением точек 4, 11, уровень ртути превышает ПДК от 1,5 до 19 раз.

### 2.2.2 Содержание нефтяных углеводородов в тканях и органах рыб

#### 2.2.2.1 Оценка содержания нефтяных углеводородов в мышечной ткани рыб

Результаты химических анализов мышечной ткани рыб на наличие нефтяных углеводородов методом ГЖХ (газожидкостной хроматографии) представлены на рисунках 3 – 5.

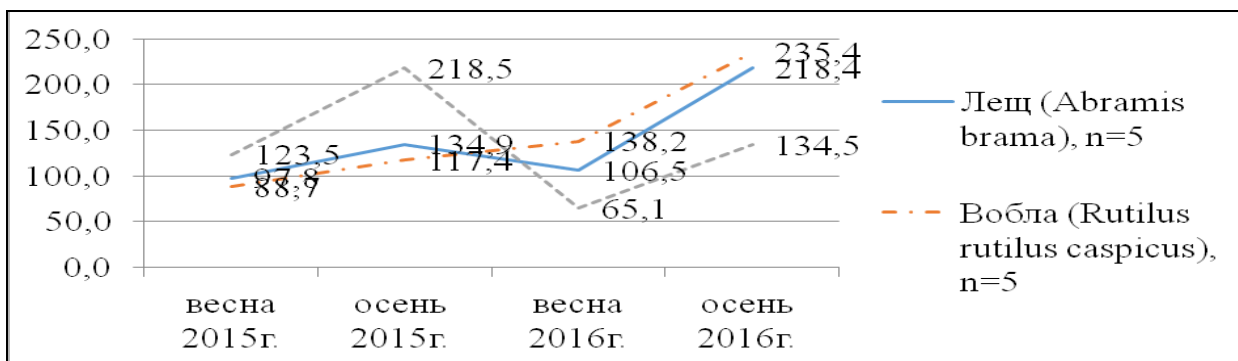


Рисунок 3 - Динамика содержания нефтяных углеводородов в мышечной ткани особей семейства карповых в точке действующих месторождений нефти

Данные анализа динамики содержания нефтяных углеводородов в мышечной ткани рыб семейства карповых свидетельствуют об увеличении их содержания на 77% при оценке за 2015г. с последующим снижением в 2016 году на 70% (жерех) ( $pW < 0,05$ ). В мышечной ткани леща и воблы за указанный период содержание углеводородов повышалось на 44% и 67% ( $pW < 0,05$ ), соответственно.

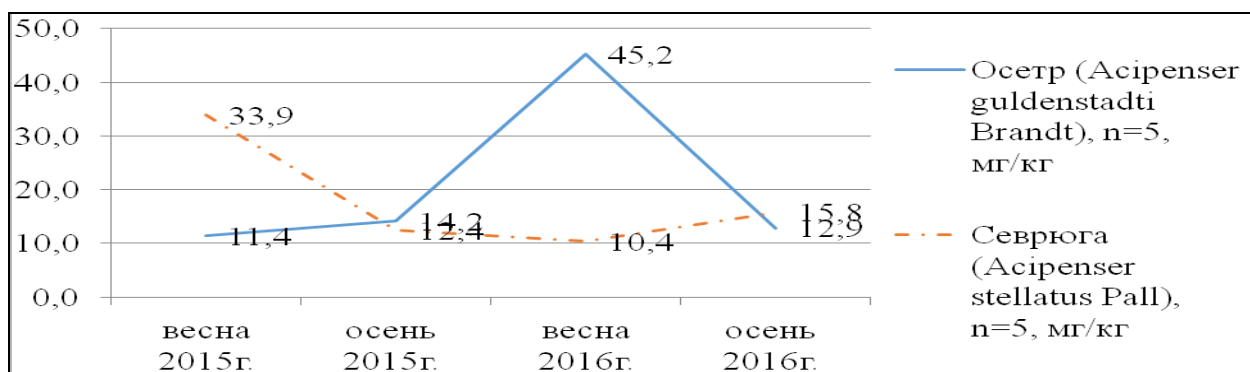


Рисунок 4 - Динамика содержания нефтяных углеводородов в мышечной ткани особей семейства осетровых в точке, расположенной на береговой линии Каспийского моря

Исследование мышечной ткани особей семейства осетровых в точке, расположенной на береговой линии Каспийского моря, показательно свидетельствует о трехкратном увеличении нефтяных углеводородов с осени 2015г. к весне 2016 года ( $pW < 0,05$ ) с последующим снижением содержания до прежних уровней. Данный «скачок» показателей может быть объясним резким антропогенным, токсическим воздействием на зону береговой линии.

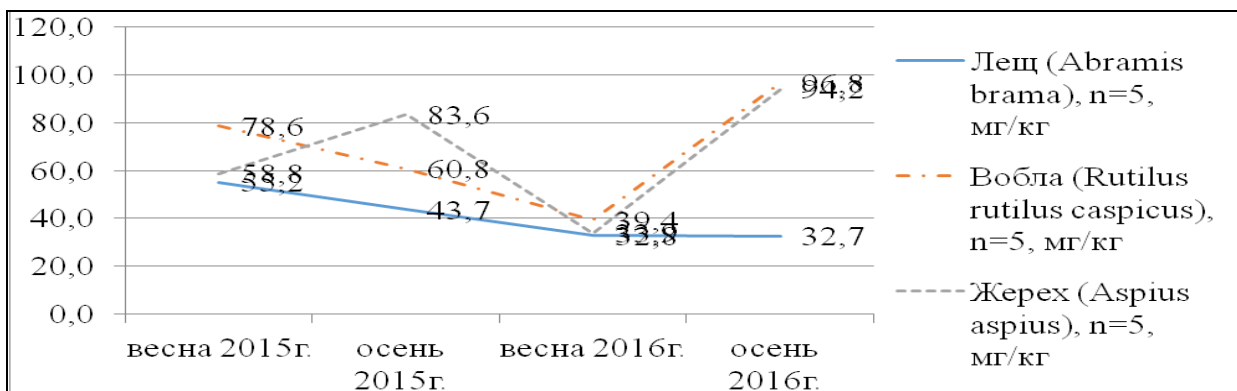


Рисунок 5 - Динамика содержания нефтяных углеводородов в мышечной ткани особей семейства карповых в точке, расположенной в центральной части Каспийского моря

Динамика содержания нефтяных углеводородов в мышечной ткани особей семейства карповых в точке, расположенной в центральной части Каспийского моря, говорит о резком повышении показателей в ткани в 2,5 и 2,8 раза, в ткани воблы и жереха, соответственно, с весны 2016г. до осени 2016 года ( $pW < 0,05$ ), что свидетельствует о неблагоприятном влиянии на центральную зону Каспийского моря.

#### 2.2.2.2 Оценка содержания нефтяных углеводородов в печени рыб

При оценке уровня нефтяных углеводородов в печени особей семейства карповых в точке действующих месторождений нефти обнаружено, что в ткани печени воблы их содержание увеличивается в 4,2 раза в период с весны 2015 г. до осени 2016 г. Результаты представлены на рисунке 6.

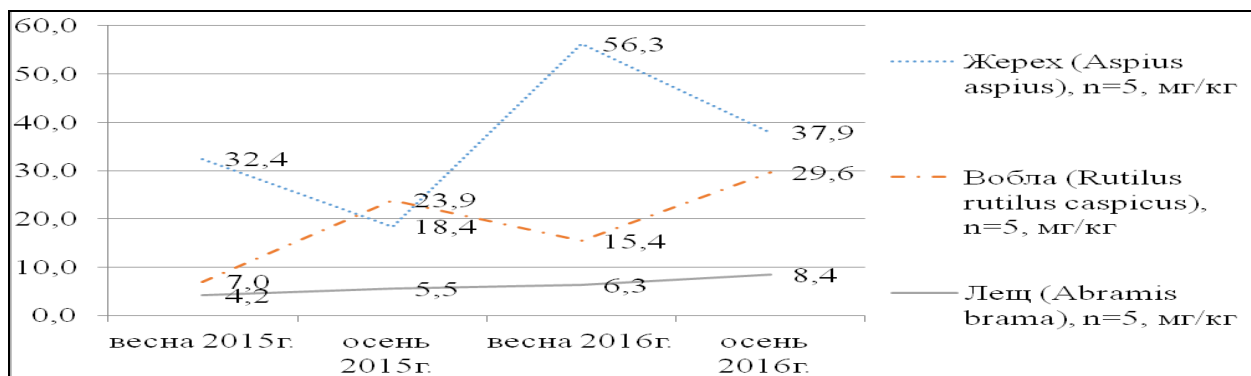


Рисунок 6 - Динамика содержания нефтяных углеводородов в печени особей семейства карповых в точке действующих месторождений нефти

Также резкое увеличение уровня нефтяных углеводородов в печени жереха отмечается в период с осени 2015 г. до весны 2016 года ( $pW < 0,05$ ). При оценке динамики содержания нефтяных углеводородов в печени особей семейства сельдевых в точке заброшенных нефтяных скважин наблюдается повышение показателя на 33,9% в ткани печени каспийского пузанка. Резкие изменения в ткани печени воблы отмечаются в период с 2015г., когда уро-

вень нефтяных углеводородов повышается в 1,3 раза и в 2016г., когда, наоборот, данный показатель снижается в 2,6 раза.

### 2.2.2.3 Оценка содержания нефтяных углеводородов в жабрах рыб

При статистическом анализе данных о содержании нефтяных углеводородов в жабрах особей семейства карповых в точке действующих месторождений нефти обнаружено повышение показателя в жабрах леща в 2,4 раза и в жабрах воблы за периоды 2015г. и 2016г. в 2,8 раза и 3,3 раза ( $pW < 0,05$ ), соответственно. Уровень углеводородов нефтяного ряда в ткани осетра, выловленного в центральной части Каспия, повышался в динамике сроков исследования в 1,8 раза.

### 2.2.3 Содержание хлорорганических пестицидов в тканях и органах рыб

#### 2.2.3.1 Оценка содержания хлорорганических пестицидов в мышечной ткани рыб

Анализ уровня ГХЦГ в мышечной ткани особей семейства карповых в точке действующих месторождений нефти показал в динамике снижение его уровня в мышечной ткани воблы в 4,2 раза и повышение в 2016г. в мышечной ткани леща в 6,7 раза ( $pW < 0,05$ ). Результаты представлены на рисунке 7.

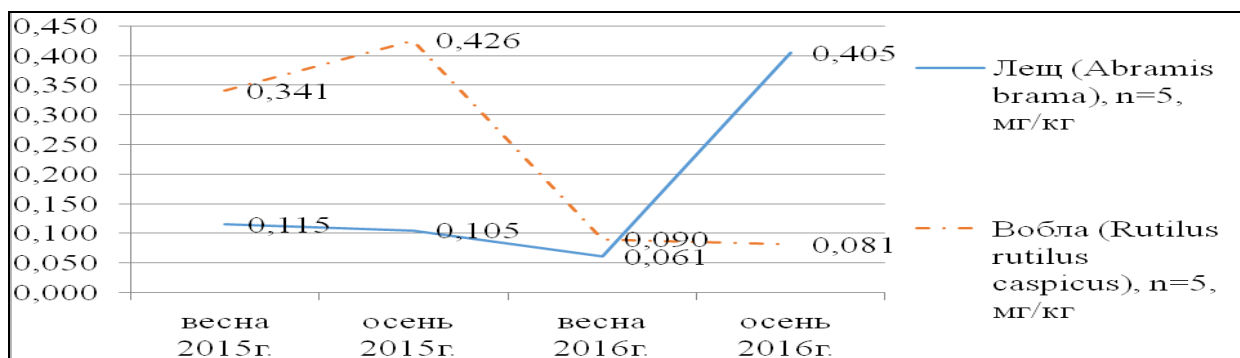


Рисунок 7 - Уровень изомеров ГХЦГ в мышечной ткани особей семейства карповых в точке действующих месторождений нефти

Кроме того, оценка суммарного содержания изомеров ГХЦГ в мышечной ткани особей семейства карповых в точке заброшенных нефтяных скважин обнаружила значимое повышение показателя в мышцах леща в 2016г. в 6,6 раза и снижение в мышцах севрюги в 2,6 раза. Оценка динамики содержания ДДТ в мышечной ткани особей семейства карповых в точке, расположенной на береговой линии Каспийского моря, показала, что уровень ДДТ в мышечной ткани жереха увеличен в 2,0 раза за 2015г. ( $pW < 0,05$ ).

#### 2.2.3.2 Оценка содержания хлорорганических пестицидов в печени рыб

Статистически достоверных изменений при анализе уровня ГХЦГ и ДДТ в ткани печени рыб Казахстанского сектора Каспийской акватории не выявлено.

### 2.2.3.3 Оценка содержания хлорорганических пестицидов в жабрах рыб

Уровень изомеров ГХЦГ в жабрах особей семейства карповых в точке действующих месторождений нефти увеличен за 2016г. в 6,5 раза (мышечная ткань леща), ( $pW < 0,05$ ). Результаты определения ДДТ в жабрах рыб семейства сельдевых Казахстанского сектора Каспийской акватории представлены на рисунке 8.

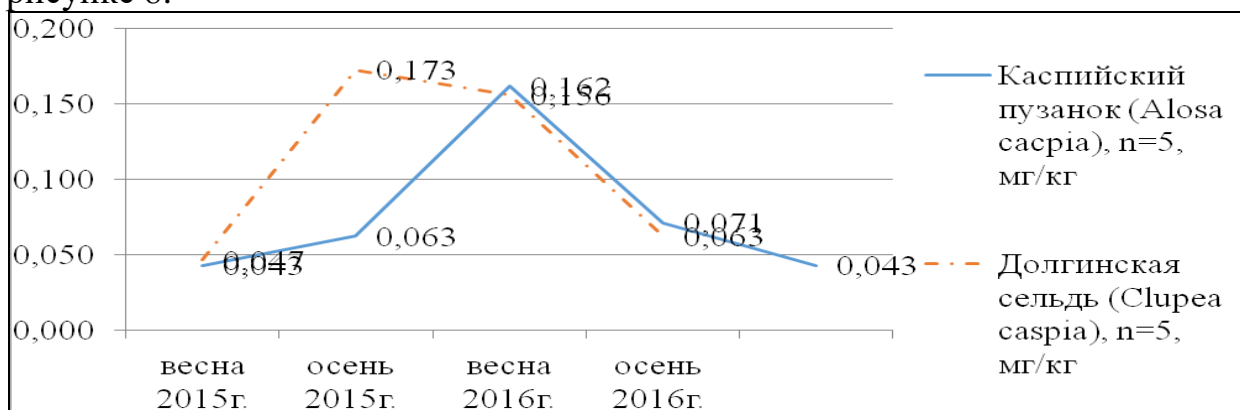


Рисунок 8 - Сумма метаболитов ДДТ в жабрах особей семейства сельдевых в точке действующих месторождений нефти

Анализ суммы метаболитов ДДТ в жабрах особей семейства сельдевых в точке действующих месторождений нефти показал повышение в 3,4 раза в мышечной ткани каспийского пузанка с осени 2015г. по весну 2016г. ( $pW < 0,05$ ), а также увеличение в 4,0 раза ткани долгинской сельди за 2015г. ( $pW < 0,05$ ). При определении ДДТ в других точках значимых изменений не выявлено.

### 2.2.4 Содержание тяжелых металлов в органах и тканях рыб

#### 2.2.4.1 Оценка содержания тяжелых металлов в мышечной ткани рыб

Результаты определения содержания ртути в мышечной ткани рыб Казахстанского сектора Каспийской акватории представлены на рисунке 9.

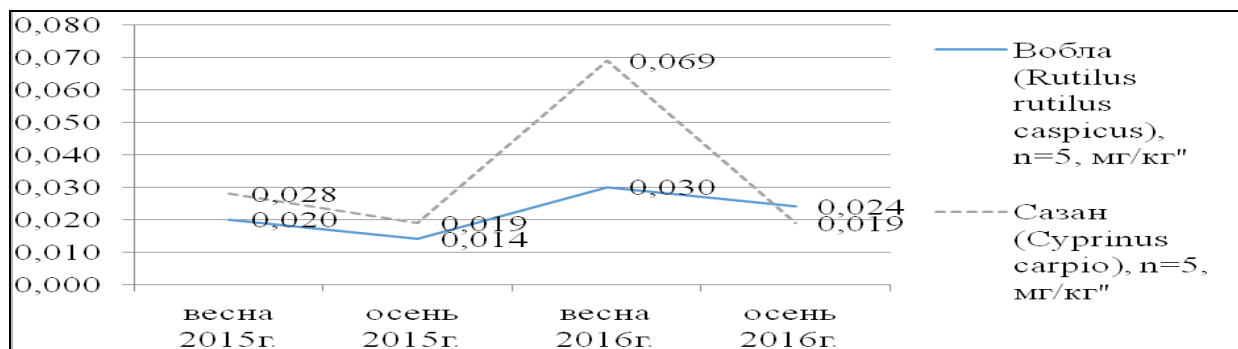


Рисунок 9 - Содержание ртути в мышечной ткани особей семейства карповых в точке заброшенных нефтяных скважин

Содержание ртути в мышечной ткани особей семейства карповых в точке заброшенных нефтяных скважин повышено за период осень 2015г.- весна 2016г. в 3,6 раза ( $pW < 0,05$ ). Статистический анализ содержания цинка в мышечной ткани рыб выявил повышение его уровня за весь оцениваемый период у представителей семейства осетровых в 2016 году в 2,3 раза ( $pW < 0,05$ ). Оценка содержания свинца в мышечной ткани рыб показала, что в точке действующих месторождений нефти у особей семейства карповых уровень свинца повышен в 2016 году в 8,1 раза, у осетровых в 3,5 раза ( $pW < 0,05$ ). В точке заброшенных скважин, наоборот, выявлено статистически значимое снижение показателя в 12,7 раза у особей семейства осетровых в 2016 году ( $pW < 0,05$ ). Уровень кадмия в мышечной ткани рыб семейств карповых и осетровых снижен за весь исследуемый период в 40,1 и 3,1 раза, соответственно ( $pW < 0,05$ ) при оценке в зоне действующих нефтяных месторождений. Содержание данного тяжёлого металла снижается в течение всех исследуемых периодов у особей семейств осетровых и сельдевых до следовых количеств.

#### 2.2.4.2 Оценка содержания тяжелых металлов в печени рыб

Содержание ртути в ткани печени особей семейства карповых (ткань сазана) в точке заброшенных нефтяных скважин статистически значимо повышено за период с осени 2015 года по весну 2016 года в 5,0 раза ( $pW < 0,05$ ). Результаты представлены на рисунке 10.

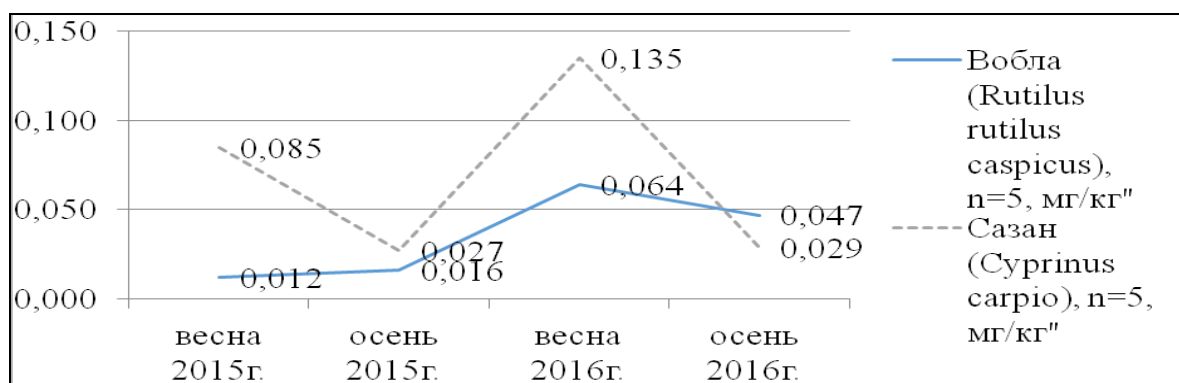


Рисунок 10 - Содержание ртути в ткани печени особей семейства карповых в точке заброшенных нефтяных скважин

Динамика содержания ртути в ткани печени особей семейства карповых в точке, расположенной на береговой линии Каспийского моря, свидетельствует об увеличении показателя с весны 2015 года по осень 2016 года (ткань сазана) в 5,0 раза ( $pW < 0,05$ ), а также повышен уровень ртути в ткани воблы за период с осени 2015 года по весну 2016 года в 2,0 раза ( $pW < 0,05$ ).

При оценке динамики изменений содержания свинца в ткани печени рыб выявлено снижение показателя за весь период исследования в ткани печени

особей семейства карповых (ткань воблы) в зоне действующих месторождений нефти в 2,3 раза ( $pW < 0,05$ ), повышение в зоне береговой линии в 2,1 раза ( $pW < 0,05$ ) и снижение в центральной части Каспия в 5,4 раза ( $pW < 0,05$ ). При оценке содержания цинка в ткани печени рыб обнаружено статистически значимое увеличение уровня цинка в точке заброшенных нефтяных скважин в динамике всего периода исследования у особей семейства карповых в 1,4 раза и в зоне береговой линии в 4,8 раза ( $pW < 0,05$ ).

При исследовании содержания кадмия в ткани печени рыб обнаружено статистически значимое повышение уровня кадмия в точке заброшенных нефтяных скважин в динамике всего периода исследования у особей семейства карповых в 5,4 раза ( $pW < 0,05$ ) и в зоне береговой линии в 8,3 раза ( $pW < 0,05$ ).

#### **2.2.4.3 Оценка содержания тяжелых металлов в жабрах рыб**

Уровень ртути в жабрах особей семейства карповых (ткань сазана) в точке действующих месторождений нефти увеличивается за период с осени 2015 года по весну 2016 года в 3,0 раза ( $pW < 0,05$ ). Содержание ртути в жабрах особей семейства карповых в точке заброшенных нефтяных скважин повышается в динамике исследования за весь период в ткани воблы в 7,2 раза ( $pW < 0,05$ ), в ткани сазана в 2,9 раза ( $pW < 0,05$ ). Уровень ртути в жабрах особей семейства карповых в точке, расположенной на береговой линии Каспийского моря, в динамике 2016 года повышается в ткани воблы в 10,0 раза ( $pW < 0,05$ ), в ткани сазана в 2,2 раза ( $pW < 0,05$ ).

Оценка уровня свинца в ткани печени представителей ихтиофауны Каспийского моря выявила повышение свинца в жабрах особей семейства карповых в точке заброшенных месторождений нефти в 14,8 раза ( $pW < 0,05$ ) за 2016 год и увеличение показателя при исследовании за весь период в 7,1 раза ( $pW < 0,05$ ) в зоне береговой линии. Выявлено статистически значимое повышение уровня цинка в точке заброшенных скважин в 2,0 ( $pW < 0,05$ ) раза и в зоне береговой линии в 5,2 ( $pW < 0,05$ ) раза у особей семейства карповых при оценке динамики за весь период исследования.

#### **2.2.5 Органолептические, физико-химические и микробиологические исследования рыбы, содержащей некоторые поллютанты**

Для комплексной ветеринарно-санитарной оценки были проведены органолептические, биохимические и бактериологические исследования рыб с различным уровнем контаминации различными поллютантами. На первом этапе исследования нами был проведён отбор рыб различных семейств, в которых не было выявлено или выявлялось в пределах допустимых концентраций содержание различных поллютантов. Данные особи рыбы являлись контрольными для изучения органолептических свойств.

Полученные результаты органолептических исследований опытных образцов рыбы свидетельствуют о незначительных отклонениях показателей от контрольных экземпляров. Так, у рыб семейства карповых высокое содержание свинца в мышечной ткани отмечалось некоторым снижением упругости

мышечной ткани. Рыбы семейства карповых с высоким содержанием ГХЦГ в мышечной ткани имели сниженный тургор печени. Для рыб семейства карповых с высоким содержанием нефтяных углеводов в мышечной ткани было характерно уменьшение упругости кожи.

По результатам определения рН фильтрата из мяса рыбы семейства карповых с повышенным содержанием поллютантов: углеводов, хлорорганических пестицидов и тяжелых металлов, а также семейства сельдевых с высокой концентрацией углеводов нефтяного ряда, рыбу необходимо отнести к доброкачественной. При исследовании мышечной ткани рыб семейства осетровых, где отмечали высокую концентрацию ртути, регистрировали отрицательную реакцию на пероксидазу с вытяжкой из жабр, что не отвечало ветеринарно-санитарным требованиям по качеству рыбы. В то же время исследуемый материал, отобранный от рыб семейств карповых, осетровых и сельдевых с высоким содержанием поллютантов дал положительную реакцию на пероксидазу, что позволило нам отнести рыбу к доброкачественной.

Статистически значимое превышение содержания колониеобразующих единиц КМАФАМ наблюдается в образцах особей рыб семейств карповых, осетровых и сельдевых с высоким содержанием нефтяных углеводов по сравнению с контрольной группой в 4,6; 4,9 и 4,2 раза ( $p < 0,05$ ), соответственно.

### **2.2.6 Химический состав, пищевая ценность, ветеринарно-санитарная оценка рыбы при воздействии различных поллютантов**

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о статистически значимом увеличении уровня влаги в мышечной ткани воблы, леща (семейство карповых) на 8,8% ( $pU=0,009$ ) и 9,4% ( $pU=0,08$ ) по сравнению с контролем, соответственно. Особи семейств осетровых и сельдевых также проявляют повышенное содержание воды в ткани мышц на 12,4% ( $pU=0,009$ ) и 163,7% ( $pU=0,02$ ) при сопоставлении с данными контрольной группы, соответственно. Повышенное содержание воды в мышечной ткани рыб может быть связано с тем, что для обеспечения биотрансформации поступающих чужеродных соединений требуется повышенное количество энергии в форме аденозинтрифосфата, образование которого непосредственным образом сопряжено с формированием конечного продукта обмена веществ – воды. Поскольку в организме рыбы по массе превалирует мышечная ткань и для рыб ярко выражена биологическая функция локомоции, то образование воды и в физиологических условиях происходит в значительном количестве, а развитие патологических изменений внутренних органов вызывает дополнительное формирование воды. Увеличенное содержание воды можно рассматривать и в качестве процесса компенсаторного характера. Это обусловлено тем, что при избыточном количестве воды в ткани возникает относительное (относительно объема меж- и внутриклеточной жидкости) уменьшение концен-



трации поллютантов. Кроме того, увеличение доли водного сектора организма в большей мере способствует элиминации ксенобиотиков из организма. Результаты представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 - Пищевая ценность рыбы при воздействии различных поллютантов

Согласно рисунку 11 данные исследований показывают, что при воздействии токсичных поллютантов в мышечной ткани рыб происходит снижение содержания белка. В ткани воблы уровень белка уменьшен на 23,3% ( $pU=0,02$ ), в ткани леща на 9,1% ( $pU=0,043$ ), в ткани сельди на 11,4% ( $pU=0,03$ ) по сравнению с контролем. Содержание жира снижено в 1,23 раза в ткани рыб семейств карповых ( $pU=0,02$ ) и осетровых ( $pU=0,03$ ) при сравнении с группой контроля.

В результате снижения показателей, влияющих на энергообразование в клетках организма, выявляется соответствующее изменение калорийности. Калорийность рыб семейства карповых уменьшена на 19,9% ( $pU=0,021$ ) и 13,5% ( $pU=0,02$ ) в ткани воблы и леща, соответственно. У рыб семейства Осетровые калорийность снижена на 14,6% ( $pU=0,018$ ), у сельдевых – на 9,4% ( $pU=0,043$ ). Фактическое уменьшение доли жира связывают с усилением липолитических процессов: происходит мобилизация запасов жиров из депо с последующей транспортировкой свободных жирных кислот в матрикс митохондрий для бета-окисления. Энергия, высвобождаемая при этом, интенсивно расходуется на биосинтез макромолекул с каталитической функцией и на проведение реакций неспецифической защиты (фагоцитоз). Смещение синтетических процессов в сторону синтеза ферментов отражается соответствующим образом на интенсивности синтеза структурных мышечных

белков, что в нашем исследовании выражается падением содержания белка в образцах рыб, в которых были определены опасные концентрации углеводов нефтяного ряда, тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов.

В целом, представленные данные свидетельствуют о снижении пищевой и биологической ценности рыбы, а также об изменениях в химическом составе мяса рыб, носящих компенсаторную и приспособительную направленность.

На основании проведенных исследований рыбы: органолептических, физико-химических, микробиологических, биохимических показателей, а также определения содержания углеводов нефтяного ряда, хлорорганических соединений и тяжелых металлов в различных тканях рыбы, представляется возможным дать ей полную ветеринарно-санитарную оценку.

1. Рыбу семейств карповых, осетровых и сельдевых, содержащую углеводороды нефтяного ряда, хлорорганические соединения и тяжелые металлы в предельно допустимых концентрациях, при отсутствии органолептических изменений и нормальных биохимических показателей и допустимой микробной обсемененности использовать без ограничений;

2. Рыбу семейств карповых, осетровых и сельдевых с обнаружением в мышечной ткани нефтяных углеводородов, тяжелых металлов, хлорорганических пестицидов в пределах максимально допустимых уровней и повышенной общей микробной обсемененностью, но хороших органолептических и биохимических показателей возможно выпускать только для кормовых целей после термической обработки;

3. Рыбу семейств карповых, осетровых и сельдевых при содержании углеводов нефтяного ряда, хлорорганических соединений и тяжелых металлов, превышающих максимально допустимые уровни и повышенной общей микробной обсемененностью, но хороших органолептических и биохимических показателей возможно использовать только в качестве 50%-ной кормовой добавки после термической обработки;

4. Рыбу семейств карповых, осетровых и сельдевых при содержании углеводов нефтяного ряда, хлорорганических соединений и тяжелых металлов, превышающих максимально допустимые уровни и наличии изменений органолептических показателей, биохимических и бактериологических показателей направлять на техническую утилизацию, а при превышении в 3-4 раза направить на полное уничтожение.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Высокие темпы индустриального развития, активный процесс урбанизации, развитие пищевой промышленности, интенсификация нефтяной отрасли в Каспийском регионе оказывают существенное влияние экологическую ситуацию как в местном, локальном аспекте, так и в плане глобального природопользования. В этой связи особую актуальность приобретает анализ воздействия различных групп ксенобиотиков на важнейший экологический компонент Каспия – водные биологические ресурсы.

При попадании токсикантов в водную среду происходит их распределение между составляющими водной экосистемы. В тканях рыб возможна аккумуляция токсикантов вследствие того, что рыбы представляются главными видами гидробионтов и выступают в роли одного из последних звеньев в пищевых цепях.

Примененный нами комплексный подход в изучении действия различных поллютантов на ихтиофауну Каспийского моря, связанный с определением органолептических, физико-химических, бактериологических показателей и предельно допустимых уровней углеводородов нефтяного ряда, хлорорганических соединений и тяжелых металлов позволило дать полную ветеринарно-санитарную оценку качеству и безопасности исследуемой рыбы.

На основании полученных результатов исследования мы пришли к следующим выводам:

1. В пробах воды из точек отбора, расположенных вдоль береговой линии и локализованных в районах действующих месторождений нефти Каспийского сектора Каспийского моря, имеет место существенное повышение содержания нефтяных углеводородов с одновременным превышением уровня ПДК цинка, свинца, ртути в осенний период. Результаты исследования позволяют сделать заключение о сопряженности данных изменений с высокой активностью работ по нефтедобыче и переработке продуктов нефтяной отрасли и, соответственно, высоком риске воздействия ксенобиотиков на ихтиофауну исследуемого региона.

2. Анализ динамики содержания нефтяных углеводородов в мышечной ткани, ткани печени, жабрах особей семейства карповых в точках действующих месторождений нефти, расположенных в зоне береговой линии и центральной части Каспия, а также данные об уровне углеводородов нефтяного ряда в ткани печени и жабрах семейства сельдевых свидетельствует об увеличении углеводородов нефтяного ряда в тканях рыб как верхней, так и нижней части акватории, и объясняется повышенным содержанием указанных параметров в воде.

3. Уровень ГХЦГ и ДДТ в мышечной ткани особей семейства карповых в зонах действующих месторождений нефти и заброшенных скважин Каспийского моря увеличен в 6,6 раза и 6,7 раза за исследуемые периоды, соответственно. В тоже время в зоне береговой линии в мышечной ткани исследуемых особей уровень ДДТ был повышен в 2,0 раза. Значимые изменения показателей выявлены в осенние периоды исследования, что, можно полагать, обусловлено сезонностью характера функционирования нефтедобывающей отрасли, а также высокой промышленной и антропогенной нагрузкой в предшествующий летний период года.

4. Обнаруженное статистически значимое повышение уровня ртути, свинца, цинка в ткани печени и жабрах рыб в зоне береговой линии в динамике всего периода исследования в диапазоне от 2,3 раза до 7,2 раз, вероятно, определяется существенные увеличением доли урбанизированности исследуемой акватории.

дуемого региона и соответствующим повышением объема использования потенциально токсичных промышленных и бытовых жидкостей.

5. Воздействие токсикантов, представленных углеводородами нефтяного ряда и ГХЦГ, сопровождается сдвигом интегральных показателей, отражающих пищевую и биологическую ценность рыбы. А именно, увеличивается содержание воды в мышечной ткани до 9,4%; уменьшается доля жира на 1,23% и белка на 23,3%; понижается калорийность на 19,9%, соответственно; увеличена в 4-5 раз бактериальная обсемененность. Превышение предельно допустимых уровней данных чужеродных веществ приводит к непригодности рыбы для использования в пищевых целях.

6. В качестве биоиндикаторов аккумулятивной активности морской экосистемы Каспия могут быть представлены: мышцы особей семейства карповых (для хлорорганических пестицидов); жабры особей семейства карповых и сельдевых (для нефтяных углеводородов); жабры и печень особей семейства карповых (для тяжелых металлов).

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

Результаты проведенных комплексных исследований на соответствие требованиям регламентирующих документов позволяют нам предложить следующие рекомендации по использованию исследуемой рыбы:

а) рыбу без изменений органолептических, биохимических, показателей и наличием ксенобиотиков в минимально допустимых уровнях можно использовать без ограничений;

б) для рыбы с обнаружением в мышечной ткани нефтяных углеводородов, тяжелых металлов, хлорорганических пестицидов (ГХЦГ, ДДТ) в пределах максимально допустимых уровней и повышенной общей микробной обсемененностью, но хороших органолептических показателях – возможна термическая обработка при 100 °С в течение 30 минут– использовать в ограниченном количестве в дальнейшем применении для технических нужд;

в) при наличии в мышечной ткани рыб нефтяных углеводородов, тяжелых металлов (свинец – выше 0,5 мг/кг; кадмий – выше 0,1 мг/кг) или пестицидов (ГХЦГ – выше 0,02 мг/кг; ДДТ – выше 0,01 мг/кг), превышающих максимально допустимые уровни, и повышенной общей микробной обсемененностью – возможна термическая обработка при 100° С в течение 30 мин. с последующим скармливанием животным в виде 30%-ной кормовой добавки;

г) при наличии в мышечной ткани рыб нефтяных углеводородов, тяжелых металлов (свинец – выше 0,5 мг/кг; кадмий – выше 0,1 мг/кг) или пестицидов (ГХЦГ – выше 0,02 мг/кг; ДДТ – выше 0,01 мг/кг), превышающих максимально допустимые уровни и наличии патологических изменений во внутренних органах – необходимо потрошение с последующим уничтожением внутренних органов и использованием мышечной ткани после термической обработки для скармливания животным в виде 50%-ной кормовой добавки;

д) при наличии в мышечной ткани рыб нефтяных углеводородов, тяжелых металлов (свинец – выше 0,5 мг/кг; кадмий – выше 0,1 мг/кг) или пести-

цидов (ГХЦГ – выше 0,02 мг/кг; ДДТ – выше 0,01 мг/кг), превышающих максимально допустимые уровни и при наличии изменений органолептических, биохимических и бактериологических показателей необходимо полное уничтожение продукции.

### **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ**

#### ***Статьи в журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ***

1. Суюнова, А. Б. Экологический мониторинг загрязнения ихтиофауны нефтепродуктами и тяжелыми металлами Казахстанского сектора Каспийского моря / А. Б. Суюнова, М. В. Заболотных // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (116). – С. 83-90.

2. Суюнова, А. Б. Исследование мышечной ткани рыб, отловленных в Каспийском море, на содержание хлорорганических пестицидов / А. Б. Суюнова, М. В. Заболотных // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (22). – С. 194-199.

3. Суюнова, А. Б. Исследование воды Казахстанского сектора Каспийского моря на загрязнения нефтепродуктами и токсичными элементами / А. Б. Суюнова, М. В. Заболотных, И. В. Якушкин // Научно-практический журнал. – 2019. – Т. 238 (II). – С. 200-205.

#### ***Публикации индексируемые в Scopus***

4. Zabolotnykh, M.V. Comparative evaluation of the efficiency of Biological products for cleaning-up of the Caspian coast soils polluted with oil Products / M.V. Zabolotnykh, A. B. Suyunova, V. D. Conway // International Journal of Pharmaceutical Research. – 2018. – V. 10. – Issue 4. – P. 811-815.

#### ***Основные публикации в сборниках научных трудов, материалах конференций и других изданиях***

5. Суюнова, А. Б. Оценка влияния различных поллютантов (нефтяных углеводородов и ХОС) на ихтиофауну Казахстанского сектора Каспийской акватории / А. Б. Суюнова, И. В. Якушкин, Н. Б. Довгань, К. В. Порошин // Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань. – 2018. – Т. 2. – С. 272-276.

6. Суюнова, А. Б. Мониторинг и влияние нефтяных загрязнений на ихтиофауну Казахстанского сектора Каспийского моря: методические рекомендации / А. Б. Суюнова. – Степногорск, 2018. – 24 с.

7. Суюнова, А. Б. Изучение изменений химического состава и пищевой ценности мышечной ткани рыб при действии различных поллютантов Казахстанского сектора Каспийской акватории / А. Б. Суюнова, М. В. Заболотных // Тенденция развития науки и образования. – 2019. – № 49 (10). – С. 78-87.

8. Суюнова, А. Б. Мониторинг различных поллютантов в водах Казахстанском секторе Каспийской акватории / А. Б. Суюнова, И. В. Якушкин, Н. Б.

Довгань, К. В. Порошин // Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань. – 2018. – Т. 2. – С. 267-272.

9. Суюнова, А. Б. Органолептические, биохимические и микробиологические исследования рыбы казахстанского сектора каспийского моря, содержащей некоторые поллютанты / А. Б. Суюнова, М. В. Заболотных // Актуальные проблемы ветеринарной науки и практики ISBN 978-5-89764-942-6: Материалы национальной научно-практической онлайн-конференции факультета ветеринарной медицины ИВМИБ. – 2020. – С. 116-120.

10. Суюнова, А. Б. Оценка содержания ртути в мышечной ткани, печени и жабрах рыб казахстанского сектора каспийского моря / А. Б. Суюнова, М. В. Заболотных // Актуальные проблемы ветеринарной науки и практики ISBN 978-5-89764-942-6: Материалы национальной научно-практической онлайн-конференции факультета ветеринарной медицины ИВМИБ. – 2020. – С. 131-134.

### **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

- ГЖХ – газо-жидкостная хроматография;
- ГХЦГ – гексахлорциклогексан;
- ДДТ – дихлордифенилтрихлорметилметан;
- МДУ – максимально допустимый уровень;
- ХОП – хлорорганические пестициды.