

Департамент образования и науки города Севастополя  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
Центр дополнительного образования «Малая академия наук»  
Центр выявления и поддержки одаренных детей  
города Севастополя «Альтаир»

Номинация: Зоология и экология позвоночных животных

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СУЛТАНКИ *MULLUS BARBATUS* (MULLIDAE) В  
ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЯХ ЧЕРНОГО МОРЯ ПО КОМПЛЕКСУ БИОЛОГИЧЕСКИХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

**Работу выполнила:**

Черезова Екатерина Валериевна,  
учащаяся творческого объединения  
«Экотоксикология» ГБОУ ЦДО «Малая  
академия наук», ГБОУ СОШ №45, 11  
класс;

**Научный руководитель:**

Скуратовская Екатерина Николаевна,  
педагог дополнительного образования,  
руководитель творческого объединения  
«Экотоксикология» ГБОУ ЦДО «Малая  
академия наук», к.б.н., вед.н.с. ФИЦ  
ИнБИОМ

г. Севастополь 2022 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	3
РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	5
РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	10
2.1. Биологическая характеристика объекта исследований.....	10
2.2. Материал и методы исследований .....	11
РАЗДЕЛ 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.....	14
3.1. Биохимические показатели султанки из двух районов.....	14
3.2. Размерно-массовые и морфофизиологические характеристики султанки из двух районов.....	15
3.3. Показатели флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков султанки из двух районов .....	18
ВЫВОДЫ .....	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	23

## ВВЕДЕНИЕ

**Обоснование и анализ актуальности выбранной темы.** Султанка (барабуля) *Mullus barbatus* – морской демерсальный вид рыб семейства султанковые (Mullidae). Распространена в Восточной Атлантике: от Британских о-вов и Скандинавии на севере до Дакара, Сенегала, Канарских островов и архипелага Кабо-Верде на юге. В Средиземном и Чёрном морях встречается у всех берегов. Заходит в Азовское море, где распространяется до акватории Таганрогского залива [14, 21]. Барабуля является ценным, но весьма ограниченным в настоящее время по объемам вылова промысловым видом. Примерно 100 лет назад возле крымских берегов вылавливали в среднем 1,3 тыс. т, в основном под Севастополем, Феодосией и Керчью. В 90-е годы прошлого века общий вылов в Черном и Азовском морях составил лишь 26 т, тогда как в последние годы наблюдается рост численности популяции султанки. Ее уловы на шельфе Крыма, Северного Кавказа и в Керченском проливе значительно подвержены колебаниям и могут составлять приблизительно от 100 до 900 т в год [2, 3].

В черноморских водах Российской Федерации обитают северокавказское и крымское промысловые стада (единицы запаса). Ареал взрослых особей кавказского стада охватывает шельфовые воды с глубинами менее 80 - 100 м от Адлера до Керченского пролива, крымского стада – от Тендровской косы до Керченского пролива. Главные места промысла кавказского стада барабули расположены между портовыми пунктами Туапсе и Адлер, а крымского – между Алуштой и Севастополем. Значительная часть кавказского стада весной и в начале лета мигрирует на нагул в Азовское море, преодолевая большие расстояния. Барабуля крымского стада размножается вдоль крымского побережья [5, 17, 23].

Биологические особенности султанки часто оказываются в фокусе внимания исследователей. В значительной степени это обусловлено её важным хозяйственным значением и необходимостью организации промысла [14]. Однако

биологические особенности барабули, обитающей в прибрежных акваториях Крыма и Кавказа в современных условиях, а также эколого-географические закономерности изменчивости жизненного цикла данного вида остаются малоизученными. Учитывая высокую промысловую значимость и существенные колебания уловов, необходимо проводить исследования, направленные на оценку состояния султанки в разных районах промысла.

Цель работы - оценить состояние султанки *Mullus barbatus* в двух промысловых районах Черного моря (Адлер и Севастополь) по комплексу биологических показателей.

На основании цели были поставлены следующие задачи:

- Проанализировать биохимические параметры печени султанки.
- Исследовать размерно-массовые и морфофизиологические характеристики султанки.
- Изучить показатели флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков султанки.

**Объект исследования:** султанка *Mullus barbatus*.

**Предмет исследования:** зависимость биологических характеристик султанки от условий обитания.

**Методы исследования:** ихтиологические, спектрофотометрические, статистический анализ.

**Научная новизна.** Впервые исследованы биохимические, размерно-массовые и морфофизиологические характеристики, а также показатели флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков султанки из основных промысловых районов Черного моря - Адлер и Севастополь.

**Теоретическое и практическое значение полученных результатов.** Полученные результаты имеют теоретическое значение, так как вносят вклад в понимание механизмов адаптаций рыб к разным условиям обитания. Полученные результаты могут быть полезными для оценки состояния единиц запаса султанки в разных районах промысла, а также для разработки нормативно-правовых документов, регламентирующих добычу водных биологических ресурсов.

## РАЗДЕЛ 1

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Экосистема Черного моря во второй половине XX века подверглась сильнейшему воздействию антропогенного фактора (загрязнение вод токсическими веществами различной природы, рост интенсивности рыбного промысла), а также влиянию нового вселенца – гребневика *Mnemiopsis leidyi*, давшего вспышку численности и вступившего в жесткую пищевую конкуренцию с личинками и молодь рыб. В результате в 1970–1990е гг. ихтиофауна Черного моря существенно изменилась: наблюдалось сокращение видового разнообразия ихтиоценов, численности важных промысловых рыб и даже исчезновение отдельных видов из промысла, произошла смена доминирующих видов в пользу малоценных рыб. Экологический кризис достиг своего максимума в конце 1980-х – начале 1990-х гг., и только на стыке XX и XXI веков появилась тенденция к улучшению экологической ситуации в Черном море [11, 18].

Рыбы на неблагоприятные условия среды реагируют изменением морфофизиологических и биохимических показателей, снижением линейного и весового роста, размерно-массовых характеристик, поэтому регулярные исследования отдельных видов рыб с использованием комплекса биологических параметров позволяют оценить их состояние в конкретный временной период [12, 18, 24].

Биохимические показатели позволяют в краткие сроки и на ранних стадиях выявить негативное воздействие неблагоприятных факторов [20, 22, 24, 25].

Применение показателей печени для оценки состояния рыб и среды их обитания представляет несомненный интерес в связи многофункциональностью данного органа. Печень выполняет несколько функций: вырабатывает желчь, которая активизирует ферменты, является кроветворным органом, нейтрализует вредные продукты распада, в ней также обезвреживаются ядовитые вещества и накапливаются углеводы [6-8, 12, 24, 25].

Наиболее важными биохимическими параметрами печени, отражающими физиологическое состояние рыб при воздействии неблагоприятных факторов, а также качество среды их обитания, являются активность антиоксидантных ферментов и показатели окислительного стресса [22, 24, 25]. Например, сравнительный анализ некоторых биохимических показателей печени морского ерша *Scorpaena porcus* из акваторий г. Севастополя с разным уровнем комплексного загрязнения показал более высокий уровень параметров окислительного стресса - продуктов окислительной модификации белков (ОМБ), перекисного окисления липидов (ПОЛ), повышение активности ключевых антиоксидантных ферментов в более загрязненных бухтах по сравнению с условно чистыми районами [22]. Результаты биохимических исследований печени бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* из разных акваторий Азовского моря позволил установить смещение прооксидантно-антиоксидантных реакций в сторону интенсификации процессов ОМБ, снижение активности супероксиддисмутазы и повышение активности каталазы в районе с высоким уровнем загрязнения тяжелыми металлами и пестицидами [25].

Для оценки состояния популяций рыб широко применяют различные морфофизиологические индексы, в частности индекс печени, гонадосоматический индекс, коэффициент упитанности. Многочисленные исследования указывают на сопряженность динамики этих индексов с реальным физиологическим состоянием рыб [1,6-8, 12, 16, 18].

Так, Дзюбук И.М., Клюкиной Е.А. проведен морфофизиологический анализ локальной популяции ерша *Gymnocephalus cernuus* района острова Раантасаари Ладожского озера. Исследование популяций ерша из различных водоемов методом морфофизиологических индикаторов позволило оценить и прогнозировать состояние популяций вида в меняющихся условиях среды. Установлено, что каждый из изучаемых морфофизиологических показателей вносит свой вклад в общее представление о биологическом своеобразии популяций ерша из различных водоемов [6,7].

Разнообразные функции печени обуславливают лабильность массы и варьирование индекса этого органа. Индекс печени широко применяется в ихтиомониторинге в качестве чувствительного индикатора для оценки состояния рыб и среды их обитания [6-8, 12, 24].

В водной токсикологии информативным индикатором состояния рыб является индекс иммунокомпетентного органа – селезенки [12, 16]. Исследование этого параметра для черноморских рыб показало, что данный индекс слабо зависит от пола, а также сезона года, однако тенденция его снижения отмечена для придонно-донной ихтиофауны, испытывающей влияние хронического загрязнения [12]. Также успешно ИС используется в острых, подострых экспериментах на рыбах. Так, для этого органа характерна фазность реагирования при попадании пестицида перметрина: сначала масса органа снижается в результате выбросов клеток депо в кровяное русло, после чего происходит возврат показателя к контрольному уровню как результат более интенсивного кровообразования [16].

Информативными индикаторами состояния рыб и среды их обитания являются показатели флуктуирующей асимметрии (ФА). ФА представляет собой следствие несовершенства онтогенетических процессов и неспособности организмов развиваться по точно определенным путям. ФА - это отклонение от строгой билатеральной симметрии, а также следствие зависимости онтогенетических процессов от внутренних и внешних факторов. Показатель ФА позволяет характеризовать изменения индивидуального развития организмов, что дает уникальную возможность для простой и доступной ее оценки [9,10,13,20].

В силу стохастической природы этого явления анализ ФА оказывается возможным лишь на индивидуальном уровне – уровне групп особей. Поэтому исследование флуктуирующей асимметрии требует подхода, совмещающего рассмотрение биологических явлений в двух аспектах: популяционном и онтогенетическом, а точнее, фенотипическом, связанном с выявлением

особенностей реализации наследственной информации в индивидуальном развитии [9,10].

Являясь по своей природе популяционно-феногенетическим показателем, ФА позволяет получать новую, практически недоступную при использовании иных подходов характеристику природных популяций. Особенность показателей ФА заключается в их высокой чувствительности. При этом появляется возможность для выявления незначительных обратимых изменений в состоянии популяций, которые могут еще не сказываться на жизнеспособности особей [9, 10].

Рядом исследователей была показана возможность использования флуктуирующей асимметрии для оценки состояния окружающей среды по средствам определения состояния природных популяций разных видов. Это представляется крайне важным, так как от состояния конкретных природных популяций зависит как сохранение отдельных видов, так и нормальное функционирование экосистем в целом [9,10,13,20].

В некоторых работах было установлено, что уровень флуктуирующей асимметрии (как отражение определенной стабильности развития) соответствует конкретным условиям среды и может меняться при изменении условий развития. Это положение было подтверждено на кете *Oncorhynchus keta*, условия развития которой на рыбноводном заводе не соответствовали природным, что проявилось в повышенном уровне флуктуирующей асимметрии у рыб заводского происхождения по сравнению с особями, произошедшими от естественного нереста [20].

Показана возможность оценки стабильности развития серебряного карася из некоторых водоемов Дальнего Востока с помощью различных показателей флуктуирующей асимметрии. Разница в уровне флуктуирующей асимметрии, а значит и стабильности развития карася из разных водоемов Дальнего Востока, обусловлена, на наш взгляд, различиями в условиях эмбрионального развития и раннего постэмбрионального развития во время закладки и морфогенеза структур исследованных признаков. Высокий уровень флуктуирующей асимметрии у

карася из большинства водоемов объясняется значительным химическим загрязнением антропогенного характера, а в некоторых, кроме того, и с обсыханием развивающихся эмбрионов и личинок [20].

Одним из ценных промысловых видов рыб Азово-Черноморского бассейна является султанка. Однако ее запасы и уловы отличаются большой неустойчивостью [2-5]. Примерно 100 лет назад возле крымских берегов вылавливали в среднем 1,3 тыс. т, в основном под Севастополем, Феодосией и Керчью. В 90-е годы прошлого века общий вылов в Черном и Азовском морях составил лишь 26 т, тогда как в последние годы наблюдается рост численности популяции султанки [3]. Ее уловы на шельфе Крыма, Северного Кавказа и в Керченском проливе значительно подвержены колебаниям и могут составлять приблизительно от 100 до 900 т в год. Так, в 2016 г. крымскими рыбаками у черноморских берегов полуострова было добыто около 354 т, а в Азовском море и Керченском проливе – 100 т [2, 3].

На основании вышеизложенного необходимо проводить исследования, направленные на оценку состояния султанки в разных районах ее обитания с использованием комплекса информативных показателей.

## РАЗДЕЛ 2

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 2.1. Характеристика объектов исследований

Объектом исследования служила султанка *Mullus barbatus* (рис. 2.1). Султанка обитает по всем берегам Чёрного моря, однако в его северо-западной части редка, распространена также в Азовском море до Таганрогского залива. Достигает максимальной длины около 20 см; чаще встречаются рыбы не более 15 см. Барабуля – обитатель песчаного и илистого дна. Здесь она находит себе пищу (многощетинковых червей, ракообразных, моллюсков). Нерест султанок продолжается с мая по август, икра у неё пелагическая, развивается в верхних слоях воды. Плодовитость – 10,3-28 тыс. икринок. В поверхностных слоях воды мальки держатся около 1,5 – 2 месяцев, после чего подходят к берегам и опускаются на дно, приобретая облик и окраску взрослых. В холодный период рыбы отходят от берегов на большие глубины (более 100 м), весной появляются обычно в мае. Продолжительность жизни 10-12 лет [2, 3].



Рис. 2.2 Султанка *Mullus barbatus ponticus*

## 2.2. Материал и методы исследований

Ихтиологический материал собирали в прибрежных акваториях Севастополя (крымское промысловое стадо) и Адлера (северокавказское промысловое стадо) в декабре 2021 г. (рис. 2.2). Проводили полный биологический анализ: определяли общую (TL) и стандартную длину (SL), массу рыбы (P рыбы), массу тушки (P туш.), а также массу печени (Pп), гонад (Pг), пол, возраст. Возраст рыб оценивали по чешуе [19].



Рис. 3.2. Районы отбора проб

Учитывая тот факт, что в уловах существенно доминировали самки в возрасте 2+, сравнительный анализ комплекса биологических параметров из двух районов проводили на данной выборке рыб.

Исследовали биохимические, размерно-массовые и морфофизиологические характеристики, а также флуктуирующую асимметрию (ФА) билатеральных признаков.

В качестве биохимических показателей исследовали активность антиоксидантного фермента каталазы (КАТ) и содержание ТБК-активных продуктов (ТБКАП) – показателя окислительного стресса, отражающего интенсивность перекисного окисления липидов. Материалом для биохимических исследований служила печень рыб. Печень несколько раз промывали холодным

0.85% физиологическим раствором, затем гомогенизировали. Для получения супернатантов гомогенаты центрифугировали 15 мин при 10000 g и температуре 0–4°C в рефрижераторной центрифуге MPW-352R (MPW Med. Instruments, Польша). Все биохимические показатели определяли в супернатантах. Измерения

Содержание ТБК-АП регистрировали по реакции с тиобарбитуровой кислотой. Активность КАТ определяли по реакции взаимодействия перекиси водорода с молибдатом аммония [25].

В качестве морфофизиологических параметров рассчитывали индекс печени (ИП, %), гонадосоматический индекс (ГСИ, %), коэффициент упитанности по Фультону (КУ по Фультону, %), коэффициент упитанности по Кларку (КУ по Кларку, %) по следующим формулам [19]:

$$\text{ИП} = \frac{m(\text{печень})}{m(\text{тушки})} * 100\%$$

$$\text{ГСИ} = \frac{m(\text{гонад})}{m(\text{тушки})} * 100\%$$

$$\text{КУ по Кларку} = \frac{m(\text{тушки})}{SL(\text{стандарт})^3} * 100\%$$

$$\text{КУ по Фультону} = \frac{m(\text{рыбы})}{L(\text{стандарт})^3} * 100\%$$

Материалом для исследований ФА являлись парные органы рыб: жабры, грудные и брюшные плавники.

В ходе работы анализировали следующие билатеральные признаки:

1. число лучей грудных плавников;
2. число лучей брюшных плавников;
3. количество тычинок на передней жаберной дуге.

ФА вышеперечисленных признаков оценивали по следующим показателям [20]:

- доля симметричных и асимметричных рыб в выборке (%);

- доля асимметричных рыб по разному числу признаков от общего количества асимметричных рыб в выборке (%);

- доля случаев асимметрии по каждому из признаков от общего числа случаев асимметрии в выборке (%);

Показатель асимметрии (ПА) рассчитывали по формуле:

$$|L - R|/|L + R|,$$

где  $|L - R|$  – модуль разности между величиной признака на левой и правой стороне тела;  $|L + R|$  – модуль суммы величин признака на обеих стороне тела [6, 8].

Статистическую обработку значений ПА проводили по Лакину [15]. Вычисляли среднее арифметическое ( $M$ ), стандартное отклонение ( $\sigma$ ), ошибку среднего арифметического ( $m$ ). Сравнительный анализ данных осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента. Различия между сравниваемыми рядами считали достоверными и статистически значимыми при  $p \geq 0,05$ .

### РАЗДЕЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### 3.1. Биохимические показатели султанки из двух районов

Активность каталазы в печени султанки в районе Адлера была достоверно выше, чем в акватории г. Севастополя (рис. 3.1).

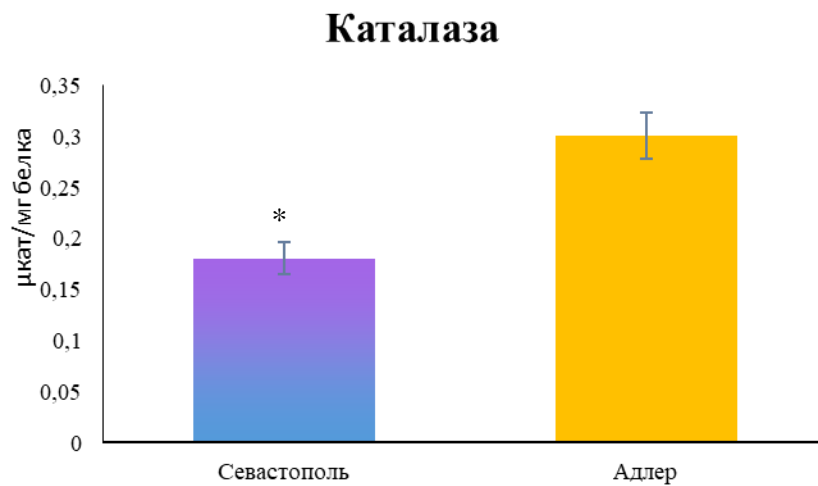


Рис. 3.1 Активность каталазы в печени султанки из двух промысловых районов

По содержанию ТБК-реактивных продуктов достоверных различий не установлено (рис. 3.2).

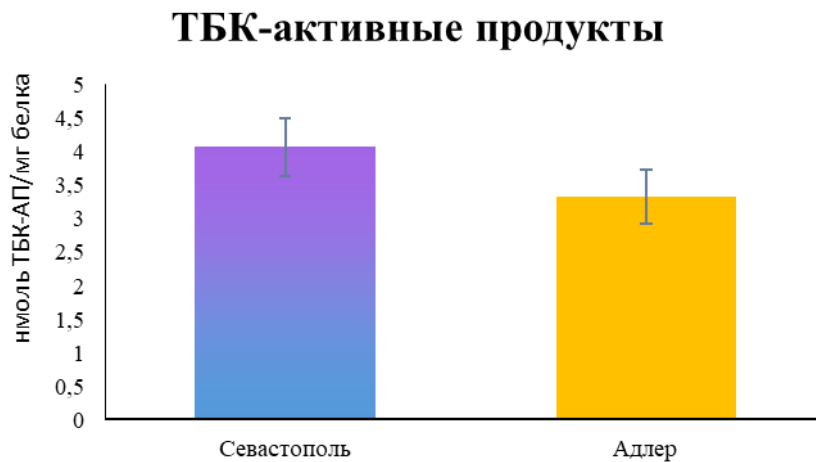


Рис. 3.2 Содержание ТБК-АП в печени султанки из двух промысловых районов

Антиоксидантный фермент КАТ разлагает перекись водорода ( $H_2O_2$ ), которая является активной формой кислорода.  $H_2O_2$  образуется в организме в высоких концентрациях при воздействии неблагоприятных факторов, в том числе различных токсикантов, и может вызывать окислительное повреждение белков и липидов [24,25]. В данном исследовании повышение активности КАТ в печени султанки в районе Адлера является адаптивной ответной реакцией, направленной на обезвреживание высоких концентраций  $H_2O_2$  и может быть обусловлено более высоким уровне загрязнения акватории Адлера по сравнению с Севастополем. О высоком уровне адаптивной реакции со стороны антиоксидантной системы может свидетельствовать отсутствие отличий в содержании ТБКАП у рыб из двух районов.

Аналогичные данные были получены другими исследователями. Установлено повышение активности КАТ и уровня окислительной модификации белков в печени бычка-кругляка из наиболее загрязненной акватории (Темрюкский залив) по сравнению с менее загрязненным районом (Ясенский залив) Азовского моря. В то же время достоверных отличий по содержанию ТБК-активных продуктов у рыб из двух районов не обнаружено [25].

### **3.2. Размерно-массовые и морфофизиологические характеристики султанки из двух районов**

В наших исследованиях не установлено достоверных отличий по общей и стандартной длине, массе рыбы, массе тушки султанки из двух локаций (рис. 3.3).

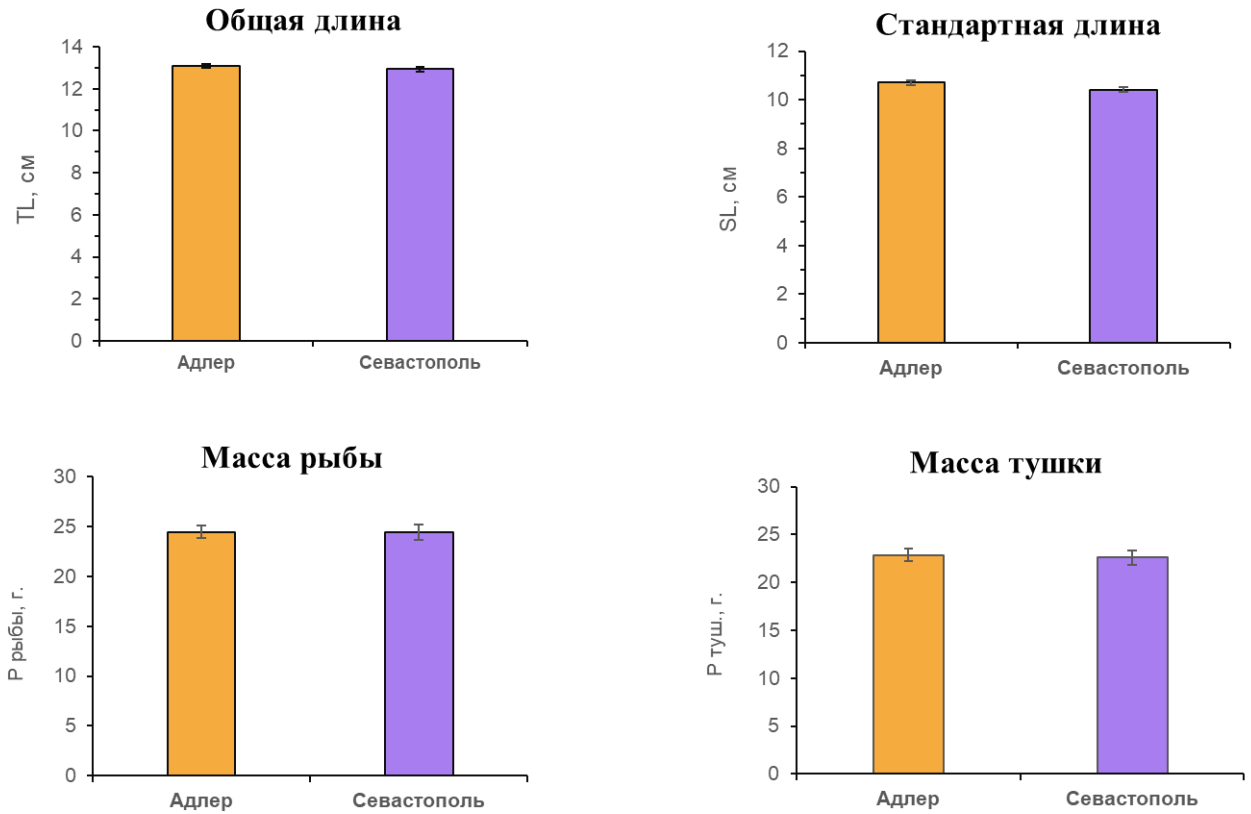


Рис. 3.3 Размерно-массовые характеристики султанки из двух промысловых районов

В то же время морфофизиологические параметры (ИП, ГСИ, КФ по Кларку, КФ по Фультону) рыб, отловленных в районе Севастополя, были достоверно выше соответствующих значений экземпляров из прибрежной акватории Адлера (рис. 3.4).

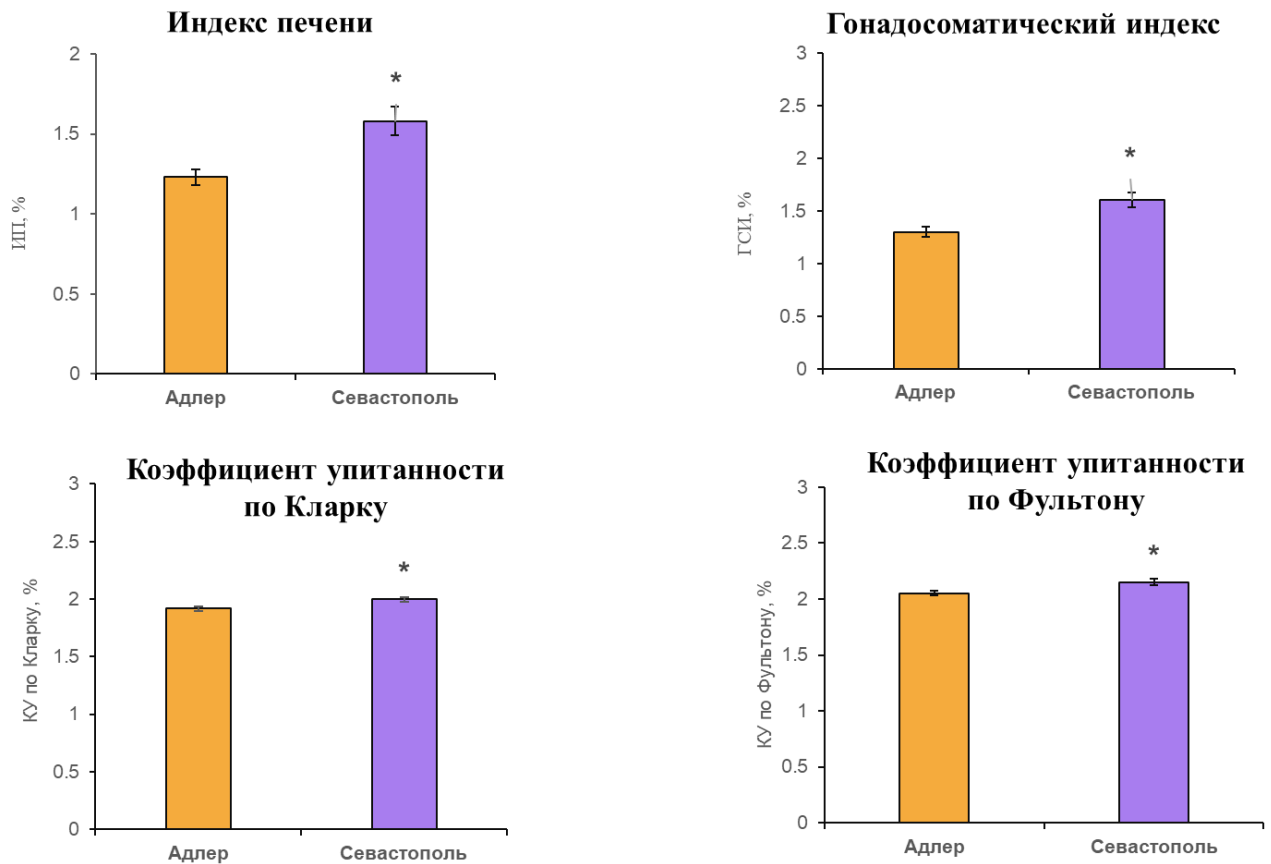


Рис. 3.4 Морфофизиологические параметры султанки из двух промысловых районов

Примечание: \* - различия достоверны по сравнению с Адлером при  $p \leq 0,05$

Обнаруженные отличия морфофизиологических параметров могут быть обусловлены как разными условиями обитания (кормовая база, уровень загрязнения района и др.), так и особенностями нагульных миграций двух популяций.

Характерной особенностью северокавказского стада являются протяженные нагульные и зимовальные миграции. В весенне-летний период значительная часть кавказского стада мигрирует в Керченское предпроливье и Азовское море. С наступлением холодов рыба уходит от берегов на зимовку [5, 17, 23].

Крымское стадо ведет более оседлый образ жизни. Считается, что зимовальный ареал барабули крымского стада охватывает исключительно черноморский шельф, прилегающий к южной оконечности Крымского

полуострова. Зимовка обычно происходит на участке от м. Херсонес до м. Меганом на глубинах 50 - 90 м, иногда – на глубинах 100 м и более [5, 17, 23].

Таким образом, более продолжительные миграции северокавказского стада требуют больших энергетических затрат и, вероятно, могут являться причиной более низких значений индексов органов и коэффициентов упитанности рыб по сравнению с крымским стадом.

В то же время отсутствие достоверных отличий между размерно-массовыми показателями на фоне низких значений ГСИ рыб из Адлера может свидетельствовать о реорганизации метаболизма в ущерб генеративному росту, необходимой для поддержания процессов нормального соматического роста.

### 3.3. Показатели флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков султанки из двух районов

Показатели ФА билатеральных признаков султанки из двух локаций существенно различаются. Доля асимметричных экземпляров в районе Адлера составила 70%, в акватории Севастополя – 58%. (рис. 3.5).

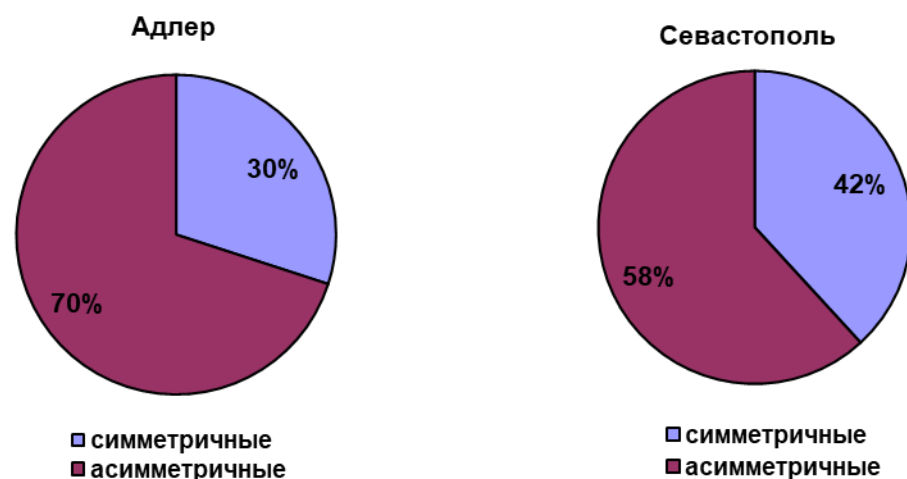


Рис. 3.5 Процентное соотношение симметричных и асимметричных рыб

Процентное соотношение асимметричных особей по разному числу признаков от общего количества асимметричных рыб в районе Адлера составило 33% по одному, 67% по двум признакам; в акватории Севастополя - 80% по одному, 20% по двум признакам (рис. 3.6).

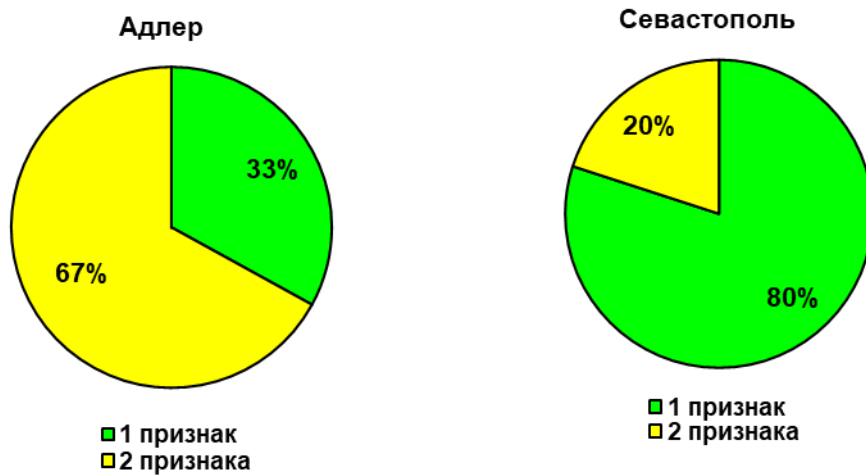


Рис. 3.6 Процентное соотношение асимметричных рыб по разному числу признаков

В акватории Адлера и Севастополя наибольшую долю составили экземпляры, асимметричные по числу тычинок на передней жаберной дуге (60% и 59% соответственно), 40% и 41% - по числу лучей в грудных плавниках. Не обнаружено случаев асимметрии по числу лучей в брюшных плавниках (рис. 3.7).

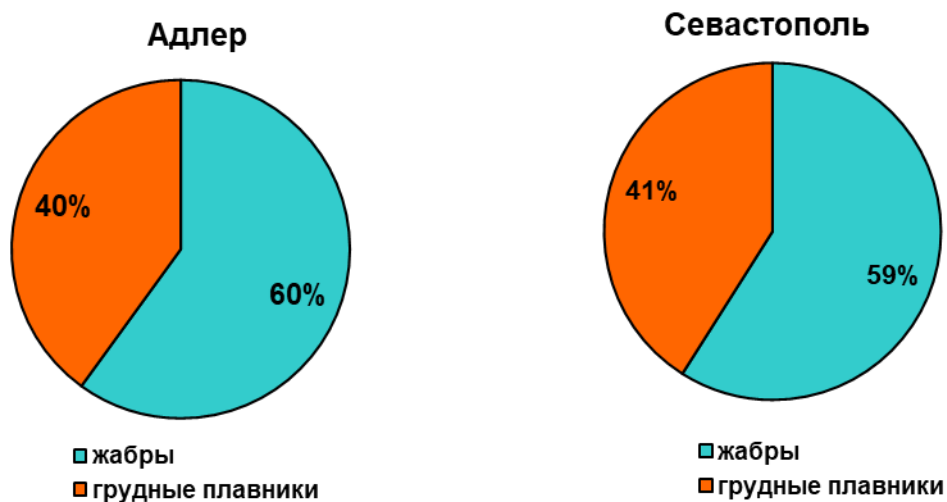


Рис. 3.7 Процентное соотношение случаев асимметрии по различным признакам

Полученные результаты статистически подтверждены значениями показателя асимметрии. ПА по жабрам и грудным плавникам у рыб из прибрежной акватории Адлера достоверно выше, чем в районе Севастополя (рис. 3.8).

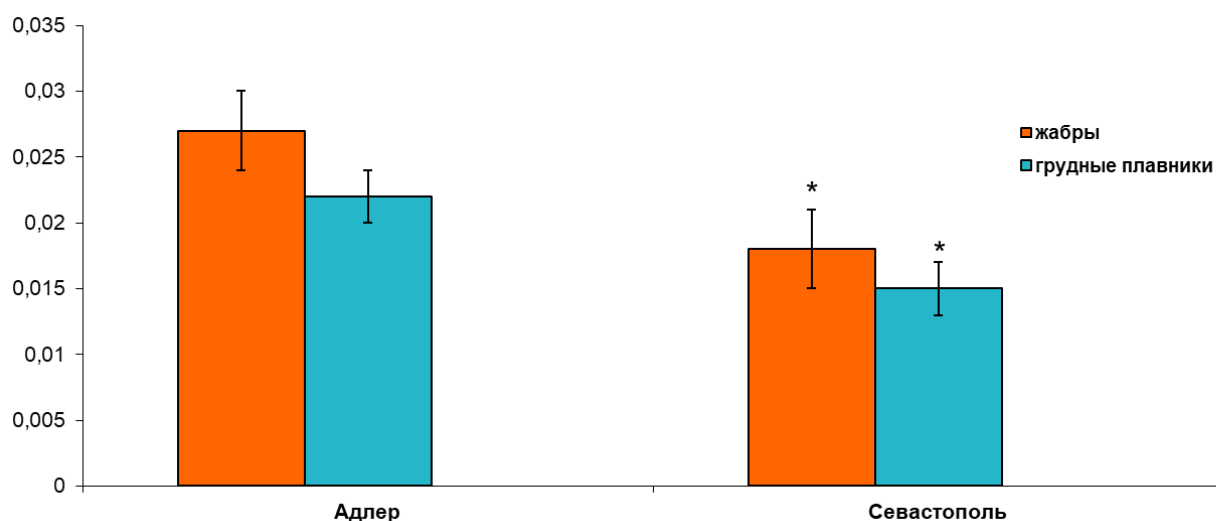


Рис. 3.8 Показатели асимметрии рыб по разным признакам

Примечание: \* - различия достоверны по сравнению с Адлером при  $p \leq 0,05$

Таким образом, показатели ФА рыб, обитающих в районе Адлера, превышают соответствующие значения экземпляров из акватории Севастополя.

Выявленные отличия показателей ФА, вероятно, связаны с различными условиями эмбрионального и раннего постэмбрионального развития. Неблагоприятные условия окружающей среды (в том числе химическое загрязнение) в данный период способствуют возникновению мутаций и являются причиной появления высокой доли рыб с асимметричными признаками.

Развитие икры и личинок султанки происходит в поверхностных слоях воды, где мальки держатся около 1,5 – 2 месяцев, после чего опускаются на дно [2,3]. Икра и личинки крымского стада развиваются в прибрежной акватории Крыма, тогда как северокавказского – в прибрежных водах Северного Кавказа. Повышенные значения показателей ФА билатеральных признаков рыб в акватории Адлера могут свидетельствовать о высоком уровне загрязнения и менее благоприятных условиях обитания рыб на ранних стадиях развития в прибрежных водах Северного Кавказа по сравнению с Крымским побережьем.

## ВЫВОДЫ

1. Активность каталазы в печени султанки в районе Адлера была достоверно выше, чем в акватории Севастополя.
2. Морфофизиологические параметры (коэффициенты упитанности, индекс печени и гонадосоматический индекс) рыб, обитающих в районе Севастополя, превышали соответствующие значения особей из прибрежной акватории Адлера.
3. Доля асимметричных экземпляров в выборке султанки в районе Адлера составила 70%, в акватории Севастополя – 58%.
4. Процентное соотношение асимметричных особей по разному числу признаков от общего количества асимметричных рыб в районе Адлера составило 33% по одному, 67% по двум признакам; в акватории Севастополя - 80% по одному, 20% по двум признакам.
5. Показатели ФА билатеральных признаков султанки в районе Адлера были достоверно выше, чем в акватории Севастополя.
6. По размерно-массовым характеристикам крымская (Севастополь) и северокавказская (Адлер) популяции не отличались.
7. Результаты исследований свидетельствует о менее благоприятных условиях обитания султанки в районе Адлера по сравнению с акваторией Севастополя.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Багнюкова Т. В., Русинова О. С., Лушак В. И. Сезонные изменения некоторых физиолого-биохимических и морфологических показателей султанки *Mullus barbatus ponticus* Essipov // Гидробиологический журнал. – 2000. – Т. 36, № 3. – С. 23–30.
2. Болтачев А.Р., Карпова Е.П. Морские рыбы Крымского полуострова. – Симферопль: Бизнес-Информ, 2012. – 224 с.
3. Болтачев А.Р., Карпова Е.П. Морские рыбы Крымского полуострова. – Симферопль: Бизнес-Информ, 2017. – 376 с.
4. Данилевский Н. Н. Биология черноморской султанки // Труды научной рыбохозяйственной и биологической станции Грузии. – 1939. – Т. 2. – С. 77–151.
5. Данилевский Н.Н., Вискребенцева Л.И. 1966. Динамика численности барабули // К вопросу динамики численности основных промысловых рыб Азовского и Чёрного морей. Вып. 24. С. 71–80.
6. Дзюбук И.М., Клюкина Е.А. Морфофизиологический анализ локальной популяции ерша (*Gymnocephalus cernuus* (L)) района острова Раантасаари Ладожского озера методами вариационной статистики // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2014. – № 4 (1). – С. 214-221.
7. Дзюбук И.М., Клюкина Е.А. Морфофизиологические исследования ерша Лахтинской губы Онежского озера // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: Материалы III Международной конференции с элементами школы для молодых ученых, аспирантов и студентов 22 июня – 26 июня 2010 года. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. – С. 46-48.

8. Жиденко А.А. Особенности пластического обмена карпа разного возраста под действием гербицидов // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. 2008. – Вип. 16. – Т. 1. – С. 84-92.
9. Захаров В.М. Асимметрия животных. – М.: Наука, 1987. – 215 с.
10. Захаров В.М. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию существ. – М., 2003. - 25 с.
11. Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного загрязнения. 1993. Киев: Наук. Думка, 144 с.
12. Кузьминова Н.С. Видовые, сезонные, половые отличия индекса селезенки черноморских рыб и его подверженность антропогенному фактору // Вестн. зоол. 2008. – Т. 42(2). – С. 135-142.
13. Куртяк Ф.Ф., Синявская И.А. Асимметрия билатеральных меристических признаков ужа водяного (*Natrix tessellata* L.) Закарпатской области // Вестник Запорожского национального университета. - 2009. - № 1. - С. 57 – 66.
14. Куцын Д. Н. Возраст, рост, созревание и смертность султанки *Mullus barbatus* (Mullidae) Крыма, Чёрное море // Вопросы ихтиологии. 2022. Т. 62, № 2. С. 188-197.
15. Лакин Г.Ф. Биометрия. М: Высшая школа, 1990. – 352 с.
16. Лапирова Т.Б. Реакция иммунофизиологических показателей молоди сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) на действие перметрина // Вестн. Томск. гос. ун-та. Биология. 2011. – № 4(16). – С. 124-135.
17. Надолинский В.П. Черноморская барабуля: распределение, состояние популяции, запасы и промысел в Азово-Черноморском бассейне // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: Сборник научных трудов (2008-2009 гг.). – Ростов-на-Дону: Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, 2011. – С. 130-140.
18. Овен Л.С., Салехова Л.П., Кузьминова Н.С. 2009. Современное состояние популяции черноморской султанки *Mullus barbatus ponticus*, обитающей в

- прибрежной зоне у Севастополя // вопросы ихтиологии. Т. 49. № 2. С. 214–224.
19. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. 4-е издание. Под ред. проф. П.А. Дрягина и канд. биол. наук В.В. Покровского. М.: Пищевая промышленность. 1966. 376 с.
20. Романов Н.С., Ковалев М.Ю. Флуктуирующая асимметрия серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (cyprinidae) из некоторых водоемов Дальнего Востока // Вопр. ихтиологии. – 2004. – Т. 44, № 1. – с. 109 – 117.
21. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. Л.: Наука, 1964. – 550 с.
22. Чеснокова И. И., Сигачева Т. Б., Скуратовская Е. Н. Сравнительный анализ биомаркеров печени морского ерша *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 из Севастопольских акваторий (Черное море) с разным уровнем загрязнения // Водные ресурсы. 2020. Т. 47, № 3. С. 330-335.
23. Шляхов В.А., Гуцал Д.К. К определению величины запаса и допустимого вылова барабули *Mullus barbatus ponticus* Essipov в украинских водах Черного моря // Водные биоресурсы азово-черноморского бассейна. – 2012. – С. 29 – 35.
24. Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / под ред. И. И. Рудневой. – М.: ГЕОС, 2016. – 360 с.
25. Sigacheva T., Skuratovskaya E. Application of biochemical and morphophysiological parameters of round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) for assessment of marine ecological state // Environmental Science and Pollution Research. 2022. Vol. 29, iss. 26. P. 39323–39330.