

УДК 597.5:597-14

**ТЕРАТОГЕНИЯ У ПИЛЕНГАСА *MUGIL SOIUU* (BAS.)
ИЗ САМОВОСПРОИЗВОДЯЩЕЙСЯ ЧЕРНОМОРСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ**

Е.В. Микодина, С.В. Пьянова, Н.Г. Сторожук (ВНИРО)

У рыб в естественных водоемах встречаются различные отклонения от нормы в строении тела и внутренних органов, например, деформация туловища, аномалии строения плавников либо их отсутствие, макрофтальмия, слепота, изменения формы и размеров головы [Patten, 1968; Vladykov, 1973; Шварц, 1993; Koumoundouros et al., 1995]. Таких особей называют уродливыми, или тератогенными, а само явление — тератогенией. Число уродливых рыб в различных внутривидовых группировках обычно невелико и редко превышает доли процента. Однако в последнее время все чаще отмечается увеличение количества половозрелых тератогенных рыб в основном в пресных водах, реже — в морских. Полагают, что это связано с усилением антропогенного воздействия на водные экосистемы. В загрязненных водоемах встречаются экземпляры с нарушениями морфологии тела, асимметрией или отсутствием одной из гонад, патологической резорбцией половых клеток в гонадах, стерильностью, новообразованиями в яичниках, на коже, в печени, изменениями строения и окраски печени и селезенки, нефро-кальцитозом, причем количество рыб с такими аномалиями в отдельных случаях достигает десятков процентов [Legendre et al., 1992; Решетников, 1995; Савваитова и др., 1995; Акимова, Рубан, 1996; Моисеева и др., 1997]. Аномалии ухудшают адаптивные возможности рыб, а наличие большой доли патологических изменений в органах воспроизводительной системы и печени приводит к снижению репродуктивного потенциала и численности популяций.

В конце 80-х годов XX столетия в Азовском и Черном морях вследствие акклиматизационных работ генеративно дальневосточный вид пиленгас *Mugil soiuu* Bas. образовал самовоспроизводящуюся популяцию, достигшую в 1993 г. промысловой численности. Несмотря на то, что пиленгас является акклиматизантом, он занял прочное место в ихтиофауне Азово-Черноморского бассейна и продолжает оставаться важным промысловым видом уже в течение 9 лет. В соответствии с прогнозом общих допустимых уловов (ОДУ) совместный с Россией и Украиной вылов этого вида на 2000 г. составил 7,0–7,5 тыс. т. [Отчет АзНИИРХ, 2000], на Дальнем Востоке его добывают только в Приморье и не более 50 т [Отчет ТИПРО, 2000].

В стадах пиленгаса, обитающего в Азово-Черноморском бассейне, часто встречаются особи с аномалиями в строении тела и органов [Микодина, 1994; Демьянко, 1995]. Постоянство тератогении и высокая частота встречаемости аномалий у рыб свидетельствуют, по мнению Ю.С. Решетникова и О.А. Поповой [1996], о неблагоприятном состоянии популяций и могут привести к снижению их численности.

Задачами настоящей работы были описание и количественная оценка встречающихся аномалий тела и внутренних органов у черноморского пиленгаса в период роста его численности и промыслового освоения, а также анализ причин возникновения этого феномена.

Материал методика. Материал для настоящей работы собирали в Черном море вблизи города Анапа, в Кизилташской системе лиманов с мая по декабрь 1992–2000 гг. (рис. 1). Кроме того, мы располагаем небольшим количеством материалов, полученных в июне – июле 1996–1998 гг. у черноморского побережья Южного берега Крыма в районе города Судак, у мыса Меганом, в июне 1999 г. — в Геленджикской бухте, в июне 2000 г. — в Канакской бухте Южного берега Крыма и марте 1998 г. — из садков пресноводного водоема-охладителя Курской АЭС, куда пиленгас был завезен из Кизилташских лиманов с целью биомелиорации. В 2000 г. впервые получено небольшое количество данных по приморскому пиленгасу, выловленному в бухте Юго-Западная, вблизи города Советская Гавань, на западном побережье Татарского пролива.

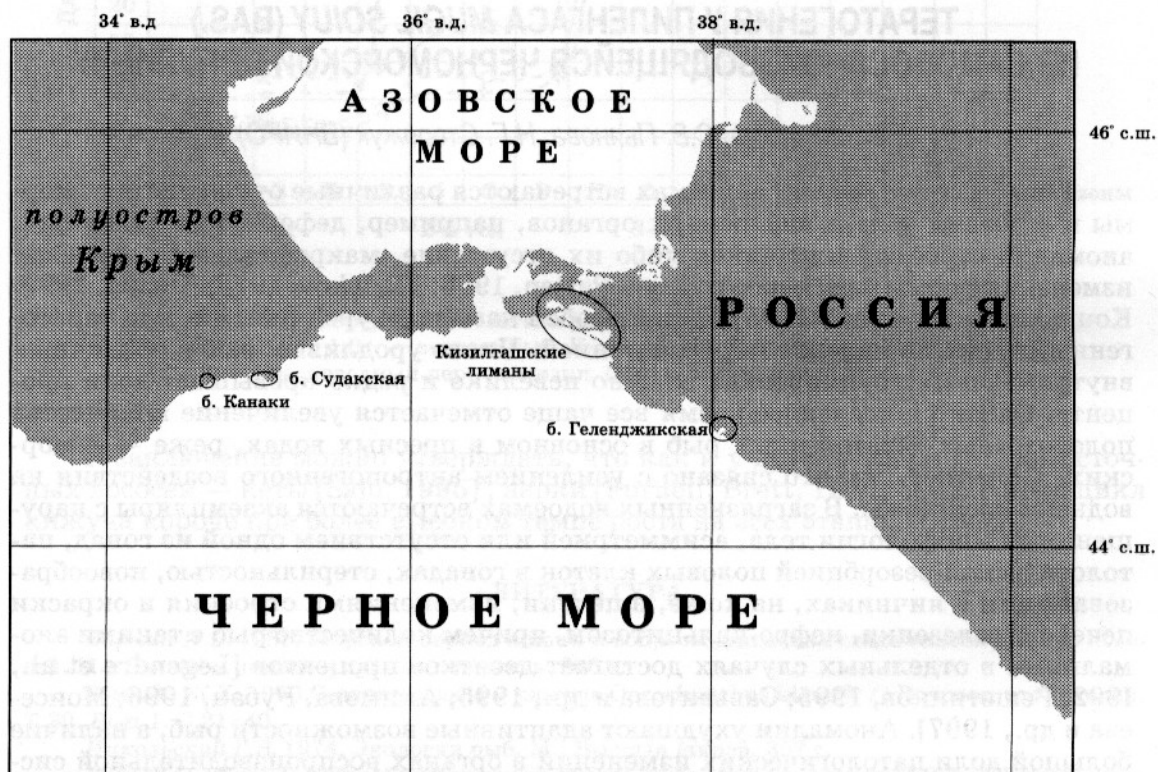


Рис. 1. Районы сбора материала в Азово-Черноморском бассейне

Аномалии строения тела и органов разновозрастных особей пиленгаса регистрировали визуально и фотографически. Всего исследовано 2515 экз. рыб. Содержание тяжелых и переходных металлов в воде, органах и тканях пиленгаса определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии [Методические указания..., 1981].

Результаты и обсуждение. Аномалии в строении тела и органов пиленгаса. Аномалии строения тела и органов стали постоянно встречаться у пиленгаса, вылавливаемого у северо-кавказского побережья Черного моря, в Кизилташской системе лиманов, в течение последних 8 лет, начиная с 1992 г. [Микодина, 1994; Демьянко, 1995; Mikodina et al., 1999; Смирнов и др., 2000; Mikodina et al., 2000]. С 1996 г. обнаружены уродства у пиленгаса, обитающего у черноморского побережья Крыма, в частности, вблизи мыса Меганом, а в 1998 г. — у рыб, выращенных в водоеме-охладителе Курской АЭС, куда они были завезены в 4-месячном возрасте из Кизилташских лиманов. В 2000 г. впервые обнаружены аномалии у дальневосточного пиленгаса, выловленного в бухте Юго-Западная, на западном побережье Татарского пролива.

В Кизилташских лиманах чаще всего встречаются особи с искривлениями позвоночника, туловищного и хвостового отделов в латеральном (лордоз) и дорзовентральном (сколиоз) направлениях (рис. 2). Попадаются единичные особи с

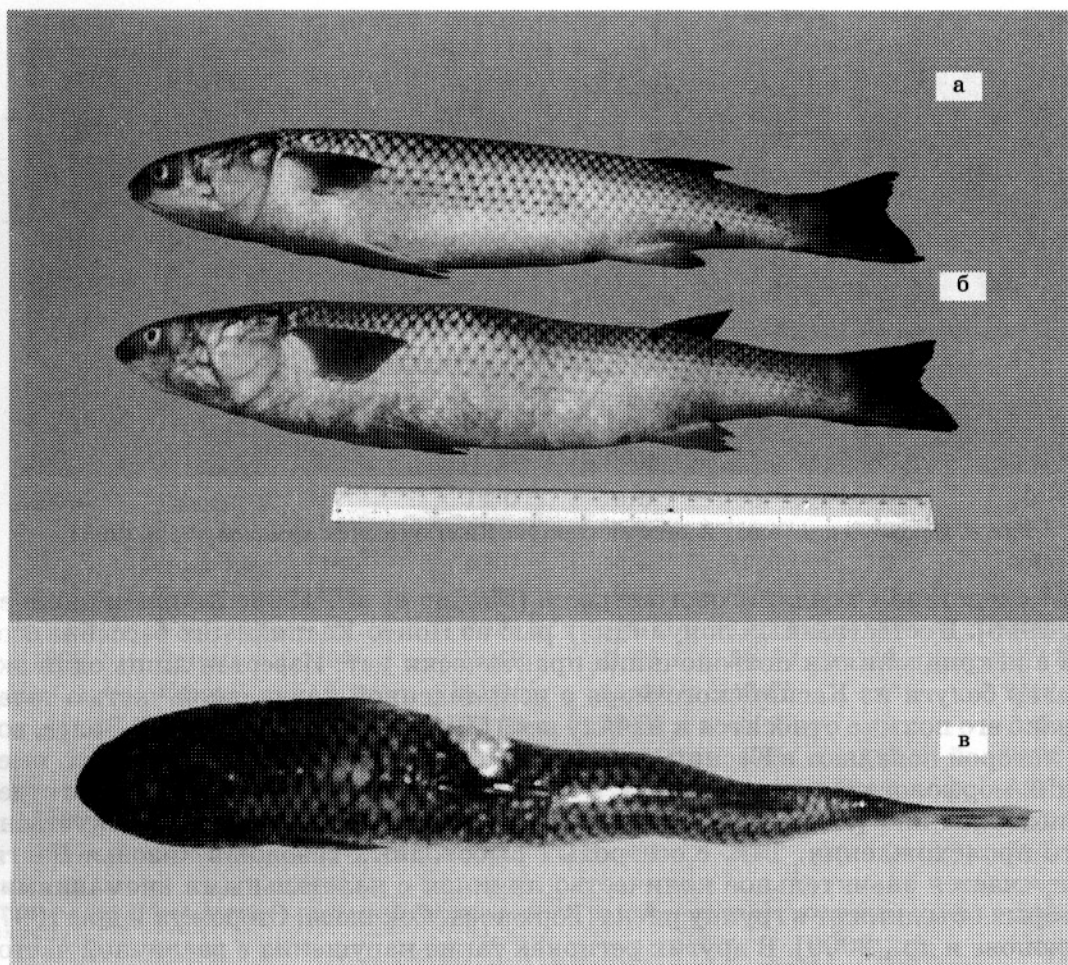


Рис. 2. Пиленгас с искривлениями тела: *а* — нормальная особь; *б* — искривление тела в латеральном направлении (сколиоз) у самца из Кизилташских лиманов, июнь 1993 г.; *в* — у отнерестившейся самки из Судакской бухты, июнь, 1998 г.

укорочением хвостового стебля, что может быть связано с недоразвитием позвонков в каудальном отделе позвоночника, а также с клювовидной и иными аномальными формами головы (рис. 3), что обусловлено сколиозом позвоночника в шейном отделе. Последняя аномалия встретилась у молоди пиленгаса, выращивавшейся в водоеме-охладителе Курской АЭС, куда она была завезена сеголетками из Кизилташской системы лиманов. Доля искривленных рыб в отдельные годы составляла более 70%. Они присутствуют уже у мальков, также встречаются и у сеголеток, двухлеток (рис. 4), трехлеток и половозрелых рыб.

При искусственном воспроизводстве других видов морских рыб зарегистрированные частоты искривлений скелета в раннем онтогенезе могут достигать 65% (*Sparus auratus*) и 34% (*Dicentrarchus labrax*), что счи-



Рис. 3. Аномальная (мопсовидная) форма головы у пиленгаса из Кизилташской системы лиманов, май 2000 г.

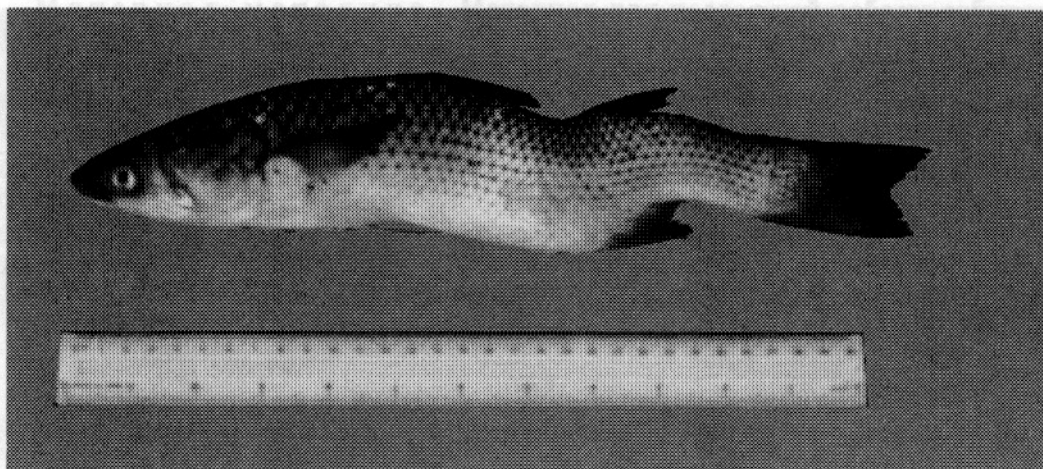


Рис. 4. Искривление тела у 2-летки пиленгаса Кизилташских лиманов, июнь 1993 г.

тают следствием хендлингового стресса [Marino et al., 1993; Koumoudouros et al., 1995]. В естественных популяциях рыб из Понто-Каспийского бассейна особей с искривлениями позвоночника практически нет. Известен лишь один экземпляр белуги из Каспийского моря с искривленной каудальной частью тела, однако его поимка относится к началу века [Шварц, 1993]. В нижней Волге, воды которой попадают в Каспий, отмечено до 40% предличинок осетровых, имеющих морфологические аномалии, в том числе искривления туловищного отдела позвоночника [Лепилина, 1997]. Нельзя исключать, что это особи искусственного происхождения. Так, с осетровых рыбоводных заводов в низовья Волги выпускается значительное количество личинок с нелетальными аномалиями, которых объединяют в группу риска [Горюнова, Соколова, Сторожук и др., 1997; Горюнова и др., 2000]. В других регионах такие нарушения с различной частотой встречаются, как правило, у рыб в пресноводных водоемах, расположенных вблизи крупных промышленных предприятий. Так, Ю.С. Решетников [1995] отмечает разнообразные аномалии, в том числе искривление позвоночника, у сиговых рыб из озер Куетсиярв, Имандра, реки Обь и связывает их с двумя факторами: эвтрофированием и загрязнением водоемов, ведущим к накоплению в рыбах тяжелых металлов. Однако в Норило-Пясинской водной системе, загрязненной стоками Норильского горно-металлургического комбината, аномалии строения тела у рыб (фенодевианты) единичны, однако в то же время доля рыб с нарушениями строения и патологическими изменениями внутренних органов может достигать 83% [Савваитова и др., 1995; Павлов и др., 1999].

У пиленгаса наибольшая доля тератогенных особей отмечалась нами в 1993–1995 гг., причем аномалии преобладали среди 2-леток (табл. 1). Число аномальных сеголеток обычно невелико и лишь в 1993 г. было значимым, причем их количество коррелировало с высокой долей искривленных 2-леток, отловленных в следующем году. Доля последних во все годы исследований была сходной, около 40%. Их количество в 1993–1994 гг. коррелировало с долей уродливых 3-леток в 1994–1995 гг., однако в 1992–1993 гг. такой связи не наблюдали. Наименьшее число уродливых 3-леток было зафиксировано в 1993 г. (табл. 2), в связи с чем в следующем, 1994 г., среди производителей такие рыбы отсутствовали. Если число 3-леток с искривлением позвоночника было велико, как в 1994 г., то и среди половозрелых рыб в следующем году их было много. Соотношение доли самок и самцов с искривленными позвоночниками в разные годы отличается, например, в 1992 г. было больше тератогенных самок, в 1995 г. — самцов.

В связи с этим впоследствии мы обращали особое внимание на рыб младших возрастных групп. Так, в июне 1997 г. среди личинок массой $0,18 \pm 0,01$ г доля аномалий скелета составила 9,86% (см. табл. 2), а у мальков массой до 0,88 г в 1996–2000 гг. искривления скелета не отмечались. В последующие годы у сеголеток в возрасте от 3-х месяцев массой от $2,92 \pm 0,24$ до $12,0 \pm 0,2$ г

Таблица 1

**Частота встречаемости пиленгаса с морфо-физиологическими нарушениями
в Кизилташской системе лиманов Черного моря, %**

| Год | Пол рыб | Число рыб, экз. | Аномалии | | | | |
|------|-----------|--------------------|--------------------|--------|-------------------|-------|-----------------------------|
| | | | желчного пузыря | печени | луковицы аорты | гонад | искривление позвоночника |
| 1992 | Самцы | 50 | 0/3 | 0 | 0 | 0 | 0/16 |
| | Самки | 44 | 0/4 | 0/64 | 0 | 0/9 | 0/34 |
| | 2-летки | 83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/42 |
| 1993 | Самцы | 8 | 0 | 25/0 | 0 | 0 | 0 |
| | Самки | 6 | 0 | 17/0 | 0 | 0 | 0 |
| | Сеголетки | 79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29/0 |
| | 2-летки | 25 | 0 | 14/0 | 0 | 0 | 7/36 |
| | 3-летки | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5/0 |
| 1994 | Самцы | 7 | 14/0 | 0/0 | 86/0 | 0 | 0 |
| | Самки | 8 | 13/0 | 0/0 | 33/0 | 0 | 0 |
| | Сеголетки | 400 | 50/0 | 0/0 | 100/0 | 0 | 1/0 |
| | 2-летки | 218 | 49/83 | 2/0 | 0/10 | 0 | 11/22 |
| | 3-летки | 69 | 70/4 | 0 | 10/10 | 0 | 10/35 |
| 1995 | Самцы | 60 | 10/52 | 3/36 | 20/50 | 0 | 16/17 |
| | Самки | 50 | 20/35 | 58/24 | 50/75 | /3 | 9/12 |
| | Сеголетки | 118 | 63/92 | 29/33 | 14/0 | 0 | 1/3 |
| | 2-летки | 100 | 0/45 | 0/2 | 0/2 | 0 | 25/13 |
| | 3-летки | 30 | 0/27 | 0 | /10 | 0 | 0/37 |
| 1996 | Сеголетки | 55 | 6/0 | 0 | 0 | 0 | 33/0 |
| 1997 | Самки | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21/0 |

Примечание. Перед косой — рыбы из Бугазского гирла, за ней — из устья пресноводного магистрального канала.

Таблица 2

**Биологические показатели молоди пиленгаса и динамика доли уродств
в Кизилташских лиманах Черного моря в 1996–2000 гг.**

| Дата вылова | Число рыб, экз. | Масса, г | Длина, см | Аномалии, % |
|-------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| 1.06.96 | 69 | — | 0,006±0,002 | 0 |
| 10.06.97 | 45 | — | 0,15±0,004 | 0 |
| 06.06.2000 | 10 | 0,19±0,04 | 1,96±0,19 | 0 |
| 10–24.06.97 | 273 | 0,18±0,01 | 2,03±0,03 | 9,86 |
| 06.96 | 90 | 0,83±0,03 | 3,4±0,03 | 0 |
| 10.08.99 | 7 | 0,88±0,26 | 4,15±0,60 | 0 |
| 05.10.98 | 20 | 2,92±0,24 | 6,46±0,16 | 6,45 |
| 01–10.08.99 | 77 | 7,66±0,19 | 8,81±0,10 | 9,01 |
| 07–10.08.99 | 62 | 12,0±0,20 | 10,22±0,07 | 14,52 |

средняя доля аномальных особей составляла 9,99% при вариациях в разные годы от 6,45 до 14,52% (см. табл. 2).

Относительно пространственного распределения тератогенных особей в разных участках акватории Кизилташских лиманов можно заметить, что и в 1997–2000 гг. они встречались повсеместно, в 1992 г. — также везде, за исключением района Бугазского гирла, соединяющего лиманы с Черным морем, а в 1996 и 1997 гг. они отмечены только в устье пресноводного канала, обеспечивающего распреснение лиманов.

Помимо нарушений в морфологии тела, у особей в морских и пресных водах встречаются аномалии в строении внутренних органов. У пиленгаса первыми зарегистрированными в 1992 г. аномалиями оказались патология окраски печени, придающая ей мозаичный вид, наряду с искривлениями туловища у

16–42% рыб [Микодина, 1994]. Помимо мозаичности, отмечаются различные варианты патологического изменения цвета печени — от темно-коричнево-красного до анемичного бледно-коричневого (рис. 5,а), а также изменения цвета желчного пузыря до зеленого (рис. 5,б), желто-зеленого, бурого, красно-зеленого.

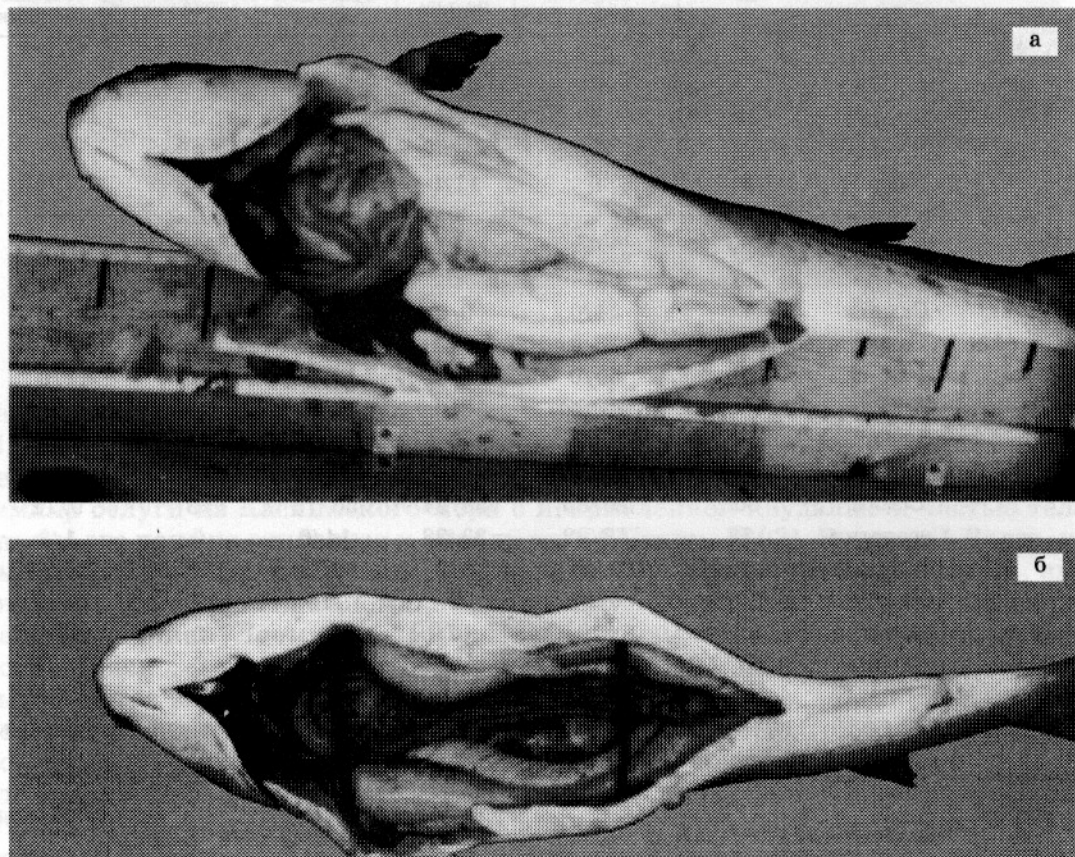


Рис. 5. Изменение нормального цвета печени на светло-желтый (а) и цвета желчного пузыря на сине-зеленый (б) у пиленгаса из Геленджикской бухты, июнь 1999 г.

У самок и самцов пиленгаса отмечены также отклонения в анатомическом строении яичников и семенников, в частности, уменьшение гонад в размерах или отсутствие одной гонады, кровоизлияния. Аномалии гонад встречаются реже, чем печени и других органов, что может объясняться наибольшей устойчивостью репродуктивной системы (см. табл. 1). У части рыб наблюдается патологическое ожирение луковицы аорты (см. табл. 1). Характерно, что доля особей с анатомо-физиологическими нарушениями в Бугазском гирле обычно ниже, чем в предустьевых участках и устье пресноводного канала, как в 1996–1997, так и в 1999–2000 гг. (см. табл. 1). Так, в предустьевых и устьевых участках встречаемость особей с тератогенными изменениями скелетной системы в 2,4 раза выше, чем в районе гирла; с нарушением цвета секрета желчного пузыря — в 2,6 раз выше, патологией окраски печени — в 4,5, а с ожирением луковицы аорты — в 6 раз. Их количество в выборках рыб разных возрастных групп колеблется в широких пределах, достигая в отдельные годы 100%. Не исключено, что у генеративно морского вида пиленгаса морфофизиологические аномалии могут появляться вследствие влияния распроснения среды обитания.

В отличие от пиленгаса Кизилташских лиманов, у Южного берега Крыма этот вид имеет меньшее разнообразие аномалий. Они затрагивают только гонады у самцов и печень у особей обоего пола. Количество аномалий значительно (рис. 6), доля самцов пиленгаса с нарушениями строения гонад достигла в 1997 г. 15%, а в 2000 г. 29,41% (рис. 7). У самцов из Судакской бухты они заключа-

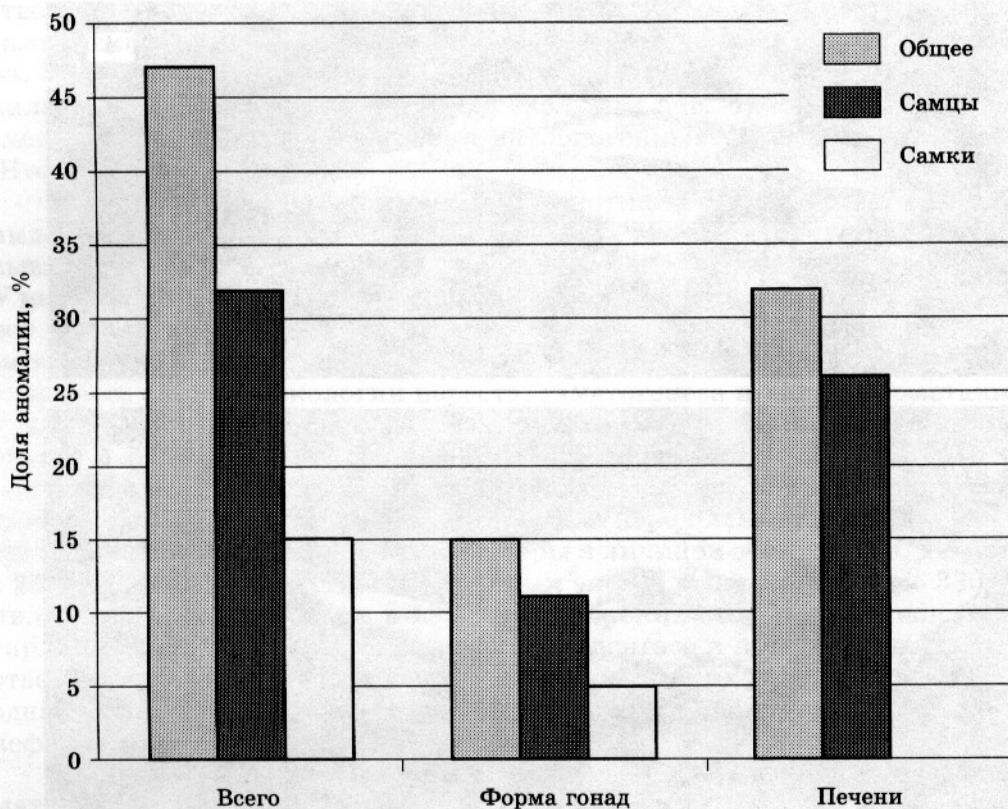


Рис. 6. Количество аномалий гонад и печени у пиленгаса из Судаковской бухты, июнь 1997 г.

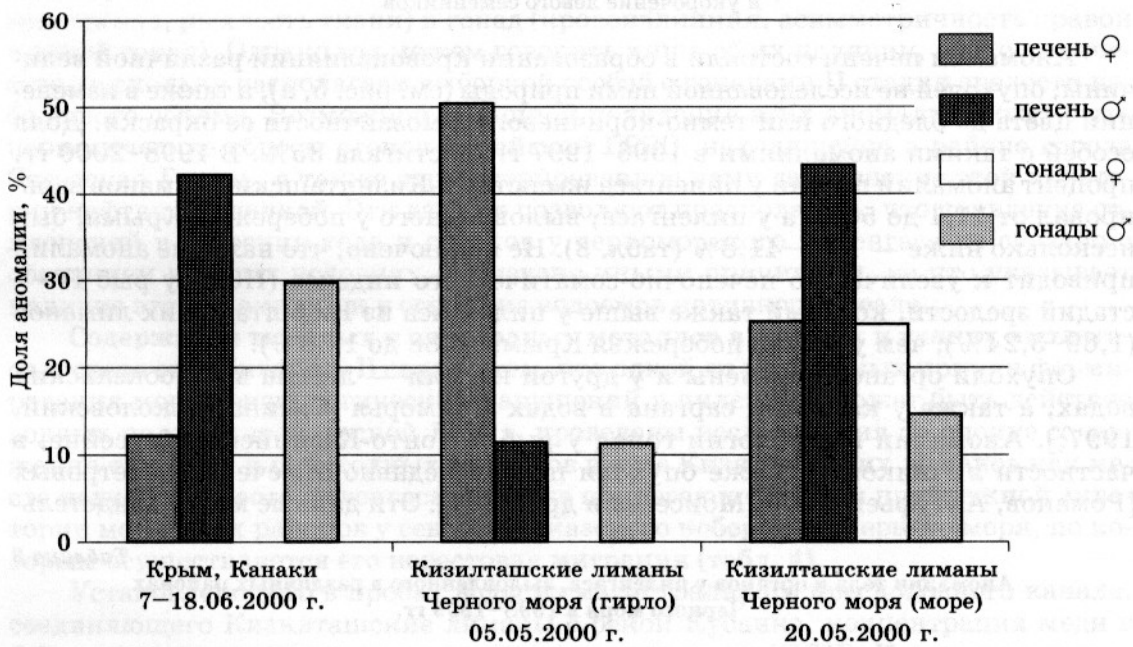


Рис. 7. Количество аномалий гонад и печени у черноморского пиленгаса в 2000 г.

лись в изменении морфологии семенников, например в уменьшении размеров одной гонады, перетяжек или образовании фестончатой каудальной части семенника (см. рис. 5,а, рис. 8), наличии кровоизлияний.

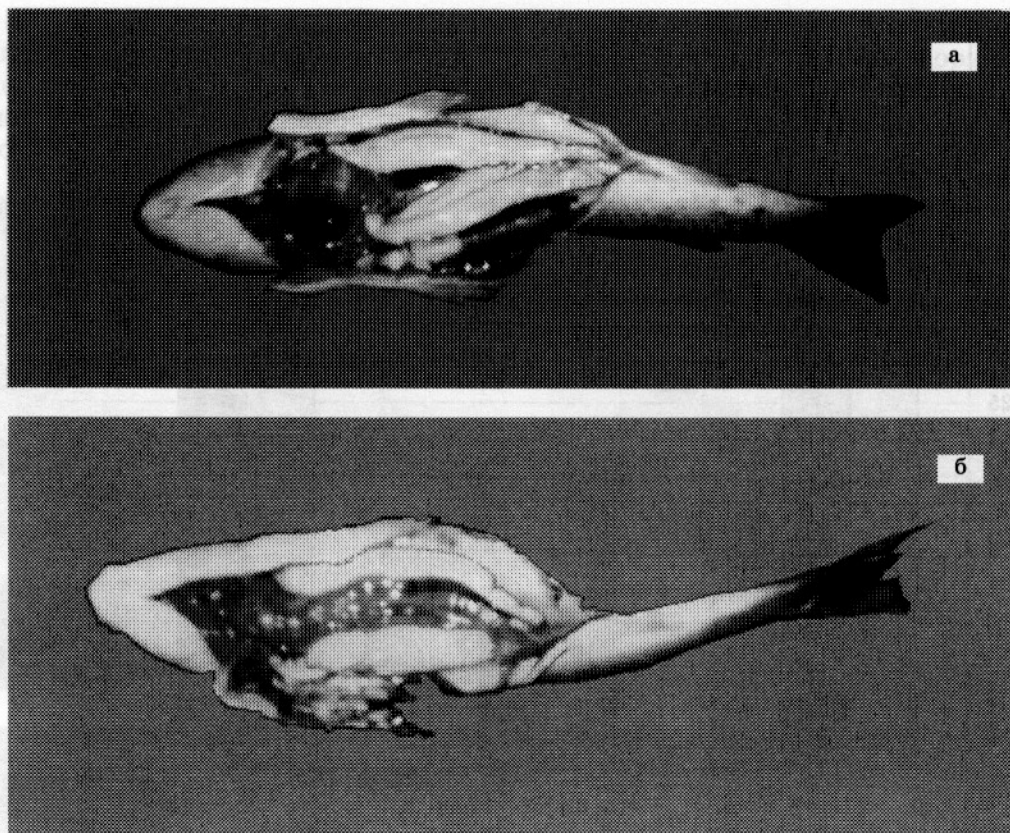


Рис. 8. Аномалии морфологии семенников у пиленгаса из Судакской бухты, июнь 1997 г.:
а — нормальная форма семенников; *б* — дольчатая каудальная часть правого
и укорочение левого семенников

Аномалии печени состояли в образовании кровоизлияний различной величины, опухолей не исследованной нами природы (см. рис. 5, *а*), а также в изменении цвета до бледного или темно-коричневого и мозаичности ее окраски. Доля особей с такими аномалиями в 1996–1997 гг. достигала 35%. В 1998–2000 гг. процент аномалий печени у пиленгаса из системы Кизилташских лиманов варьировал от 11,1 до 50,0, а у пиленгаса, выловленного у побережья Крыма, был несколько ниже — 10,5–41,8% (табл. 3). Не исключено, что наличие аномалий приводит к увеличению печеночно-соматического индекса (ПСИ) у рыб IV–V стадий зрелости, который также выше у пиленгаса из Кизилташских лиманов (1,69–3,24%), чем у особей побережья Крыма (0,88 до 1,68%).

Опухоли органов отмечены и у другой кефали — лобана в тихоокеанских водах, а также у камбал и саргана в водах Приморья [Сяпина, Соколовский, 1997;]. Аномалии морфологии гонад у рыб в Понто-Каспийском бассейне, в частности яичников, а также опухоли печени недавно отмечены у осетровых [Романов, Алтуфьев, 1990; Моисеева и др., 1997]. Эти данные могут свидетель-

Таблица 3

Аномалии тела и органов у пиленгаса, выловленного в различных районах Черного моря в 1998–1999 гг.

| Район вылова | Дата вылова | Средняя масса, г | Всего аномалий, % |
|--|-------------|------------------|-------------------|
| Крым, Судакская бухта | 01–27.06.98 | 2068±102,6 | 55,56 |
| Кизилташские лиманы Черного моря (гирло) | 07–10.08.99 | 12,0±0,20 | 14,52 |
| | 05.10.98 | 2,92±0,24 | 6,45 |
| | 10–12.06.99 | 1926,82±175 | 18,2 |
| Кизилташские лиманы Черного моря (море) | 01–10.08.99 | 7,66±0,19 | 9,01 |
| Крым, Геленджикская бухта | 01–19.06.99 | 2145±377 | 77,8 |

ствовать о более неблагоприятном эколого-токсикологическом состоянии Кизилташских лиманов по сравнению с крымской частью акватории Черного моря. В 1998–2000 гг. наметилась тенденция роста доли аномальных особей среди пиленгаса у побережья Крыма (см. табл. 3 и рис. 6). Вероятно, это является следствием усиления воздействия антропогенных факторов в данном районе [Никитенко, 2000].

Встречаются единичные особи, в фенотипе которых имеются признаки и пиленгаса, и аборигенной кефали — лобана *Mugil cephalus*, например, слабо-выемчатый хвостовой плавник, как у пиленгаса, и жировое веко, как у лобана. У некоторых рыб, по внешнему виду являющихся пиленгасами, имеется жировое веко, что типично только для лобана. По-видимому, такие рыбы являются межвидовыми гибридами пиленгаса и лобана. На возможность гибридизации указывает сходство экологии нереста, гаметогенеза и типа икрометания кефалей. Кизилташские лиманы издавна используются для нереста в конце июня — начале августа лобаном [Суханова, 1956], а в последние годы — и пиленгасом в конце мая — начале июня [Mikodina, Glubokov, 1996]. В годы с ранней и теплой весной периоды нереста пиленгаса и лобана перекрываются, о чем свидетельствует присутствие в ихтиопланктоне икры и личинок обоих видов. Так, в 1995 г., с 25 мая по 6 июня в ихтиопланктонных уловах было обнаружено 336 икринок пиленгаса и 8 — лобана, а в 1997 г. на морских станциях вблизи Бугазского гирла 2–3 июля поймано по 3 икринки пиленгаса и лобана и 1 и 4 личинки соответственно. У гибридных особей морфологических аномалий не обнаружено, однако их появление может отрицательно сказаться на сохранении обоих видов кефалей.

Приведенные выше материалы касаются рыб, обитающих в ареале акклиматизации. Сведений об аномалиях строения органов и тканей пиленгаса из водоемов его нативного ареала в доступной нам литературе обнаружить не удалось. По нашим данным, в 2000 г. у дальневосточного пиленгаса из бухты Юго-Западная на западном побережье Татарского пролива, вблизи города Советская Гавань, также отмечены аномалии печени (мелкие опухоли, мозаичность, анемия органа, рыхлость ткани) и гонад (кровоизлияния, асимметричность правой и левой гонад). Однако мы можем говорить лишь об их наличии, а не о количестве, поскольку располагаем выборкой особей с гонадами II стадии зрелости небольшого объема. Возможной причиной появления этих аномалий могут быть периодические сбросы стоков с Майской ГРЭС, находящейся в районе города Советская Гавань, а также зарегистрированное нами загрязнение этой акватории нефтяной пленкой. Эти данные позволяют предполагать, что появление отклонений в строении тела и органов у черноморского пиленгаса не связано с обитанием в новых условиях, а вызвано иными причинами, на что указывает наличие этих аномалий и у особей из водоемов нативного ареала.

Содержание тяжелых и переходных металлов в органах и тканях пиленгаса и среде его обитания. В связи с тем, что одной из возможных причин формирования морфофизиологических нарушений у пиленгаса может быть действие водных поллютантов, весной 1996 г. проведены исследования по оценке содержания тяжелых и переходных металлов в воде Кизилташских лиманов как места нагула и нереста пиленгаса, а также прилегающей к ним прибрежной акватории моря и тех районов у северо-кавказского побережья Черного моря, по которым осуществляется его нерестовая миграция (табл. 4).

Установлено, что в пробах воды из магистрального пресноводного канала, соединяющего Кизилташские лиманы с рекой Кубанка, концентрация меди в 2,5 раза превышает предельно-допустимую величину (ПДК). Кроме того, в этом канале отмечен более высокий уровень содержания свинца, чем в лиманах. Высокое содержание меди в воде магистрального канала коррелирует с уровнем этого металла в Кизилташских лиманах, где концентрация меди также превышает ПДК. Здесь важно отметить, что пробы воды в Кизилташских лиманах, куда и несет свои воды магистральный канал, брали на тех участках, где происходит нерест пиленгаса. Содержание остальных металлов в пробах воды из других мест системы Кизилташских лиманов не превышало ПДК для морских рыбохозяйственных водоемов.

Содержание тяжелых и переходных металлов весной 1996 г. в пробах воды из различных участков Кизилташских лиманов и Черного моря, мкг/л

| Место отбора проб, дата | Железо | Цинк | Медь | Марганец | Никель | Свинец |
|--|--------|------|------|----------|--------|--------|
| Пресноводный канал, 18.03 | 20,6 | 10,4 | 12,2 | 1,38 | 2,25 | 4,5 |
| Кизилташский лиман, 18.03 | 14,9 | 10,9 | 6,93 | 1,37 | 0,59 | 1,87 |
| Бугазский лиман, 07.04 | 11,3 | 1,84 | 4,09 | 2,34 | 0,06 | 1,92 |
| Море вблизи Бугазского гирла, 07.04 | 22,8 | 35,4 | 7,65 | 5,67 | 0,01 | 14,7 |
| 28.04 | 132,5 | 11,7 | 4,62 | 3,35 | 0,01 | 13,7 |
| Анапская бухта, 26.04 | 14,5 | 10,8 | 7,73 | 5,56 | 1,36 | 12,1 |
| Новороссийская бухта, 30.04 | 12,6 | 16,6 | 5,46 | 4,54 | 0,18 | 8,19 |

При исследовании содержания металлов в пробах воды Черного моря на участке, расположенном перед входом в Бугазский лиман, были обнаружены высокие концентрации свинца, превышающие уточненную ПДК в 2 раза. Примечательно, что эта часть акватории Черного моря служит районом миграции молоди пиленгаса, идущей на нагул в систему Кизилташских лиманов из других районов, а также является завершающей частью пути нерестовой миграции производителей северокавказского стада.

На северокавказском побережье Черного моря, на юго-востоке от Кизилташских лиманов, расположены Анапская и Новороссийская бухты. Несмотря на то, что Анапская бухта находится в стороне от основных морских транспортных магистралей, в ее воде в апреле, в период нерестовой миграции пиленгаса, также обнаружены высокие концентрации свинца (2 ПДК). Видимо, сказывается влияние мелкого каботажного пассажирского транспорта. Однако в сентябре здесь концентрация свинца была ниже ПДК, что обусловило низкую токсичность вод в этом районе. Такая динамика содержания свинца в Анапской бухте, скорее всего, связана с его биогеохимическими циклами и особенностями циркуляции вод. В воде Новороссийской бухты отмечено повышенное содержание свинца, что связано с влиянием расположенного здесь нефтяного порта.

В отличие от 1996 г., весной самого многоводного за период исследований 1997 г. в пробах воды с 7-ми различных станций, охватывающих всю акваторию системы Кизилташских лиманов, содержание металлов не превышало ПДК, установленных для морских рыбохозяйственных водоемов. Такая межгодовая динамика количества тяжелых и переходных металлов в исследованных водоемах может быть одной из причин значительной вариации в разные годы частоты встречаемости аномалий у пиленгаса, проводящего в них часть жизненного цикла.

В органах и тканях пиленгаса количество тяжелых и переходных металлов в 1996 г. не превышало ПДК, установленных для продовольственного сырья и пищевых продуктов (табл. 5). Однако в печени пиленгаса содержание меди и свинца может превышать медико-допустимый уровень соответственно в 1,9 и 1,25 раза, как это было выявлено у рыб из Керченского пролива [Авдеева, 1988; Авдеева и др., 1993]. Следует иметь в виду, что медицинские и санитарные предельно-допустимые уровни металлов характеризуют лишь пригодность мяса рыб для употребления его в пищу, а природоохранными органами ПДК для печени промысловых рыб не установлены. При сравнении полученных данных со средним содержанием микроэлементов в печени других промысловых рыб Мирового океана ясно, что содержание железа в печени пиленгаса Кизилташских лиманов превышает средний уровень на порядок [Морозов, Петухов, 1986]. В связи с тем, что печень рыб активно участвует в метаболизме, а также в депонировании и выведении тяжелых и переходных металлов, их повышенное содержание может вызывать интоксикацию рыб и нарушение физиологических процессов.

**Содержание металлов в мышцах и печени кефалей
из системы Кизилташских лиманов, мкг/г сырой массы**

| Вид | Орган или ткань, год | Железо | Цинк | Медь | Марганец | Никель | Свинец |
|----------|-------------------------|--------|------|------|----------|--------|--------|
| Пиленгас | Печень, 1996 | 282,4 | 20,7 | 46,9 | 0,95 | 0,25 | 0,37 |
| | 1997 | 95,1 | 40,2 | 36,1 | 1,25 | 0,48 | 0,54 |
| | Мышцы, 1996 | 33,1 | 9,21 | 1,07 | 0,61 | 0,34 | 0,22 |
| | 1997 | 14,2 | 6,0 | 0,76 | 0,29 | 0,04 | 0,14 |
| Лобан | Печень | 576,6 | 33,4 | 39,0 | 0,95 | 0,63 | 0,29 |
| | Мышцы | 22,1 | 12,9 | 3,43 | 0,36 | 0,17 | 0,27 |
| Гибрид | Печень | 102,6 | 15,2 | 24,6 | 1,72 | 0,14 | 0,31 |
| | Мышцы | 14,9 | 6,3 | 1,15 | 0,73 | 0,22 | 0,42 |

З а к л ю ч е н и е . Аномалии у рыб могут возникать в результате воздействия различных факторов среды [Patten, 1968]. В раннем онтогенезе они появляются вследствие воздействия неблагоприятных температур воды, ее солёности [Крыжановский, 1956; Оявеер, 1981], кислородного режима [Гулидов, 1977] и других абиотических факторов, но, как правило, уродливые особи элиминируются, и доля аномальных рыб в природных водоемах редко превышает 0,5–1,0%. Однако при экстремальных экологических ситуациях (радиоактивном загрязнении [Шеханова и др., 1978; Белова и др., 1993], эвтрофировании водоемов и увеличении содержания в них тяжелых металлов, а также гибридизации [Кирпичников, 1987; Цыцугина, Куфтаркова, 1988; Решетников, 1995; Решетников, Попова, 1996; Савваитова и др., 1995; Павлов и др., 1999]) количество различных аномалий, в том числе генетических, у рыб увеличивается и может достигать 50% и более.

Частоты встречаемости аномалий строения тела и органов у пиленгаса из Черного моря, зарегистрированные нами в различных возрастных группах, значительно превышают фоновые показатели и приближаются по величине к отмечаемым в сильно загрязненных водоемах. Наличие аномалий у рыб всех возрастных групп свидетельствует об их возникновении в течение всего онтогенеза. Современная экологическая ситуация в Черном море неблагоприятна для рыб, а пиленгас как новый в этом водоеме вид наиболее подвержен ее воздействию. Известно, что воды Черного моря значительно эвтрофированы, что является следствием длительного влияния различных антропогенных факторов, а его прибрежная экосистема перманентно подвергается мощному воздействию различных поллютантов, таких как нефтяные углеводороды, тяжелые металлы, хлор- и фосфорорганические соединения, бытовые сточные воды [Экология прибрежной зоны Черного моря, 1992; Фащук, Сапожников, 1998]. В воде Кизилташских лиманов были обнаружены хлор- и фторорганические соединения, нефтепродукты, пестициды, соли тяжелых металлов [Никитенко, 2000].

Наши данные по увеличению содержания тяжелых и переходных металлов в воде водоемов, где обитает пиленгас, а также в его органах и тканях указывают на одну из реальных причин высокой частоты встречаемости аномалий у этого вида в новых условиях обитания. Другой причиной наличия аномалий у пиленгаса может быть его межвидовая гибридизация с аборигенной кефалью лобаном *Mugil cephalus*.

ЛИТЕРАТУРА

- Авдеева Т.М., Третьякова В.Д., Вороненко Л.С. 1993. Токсикологический контроль состояния экосистемы Керченского пролива в условиях дампинга // Экология. №5. С.78–83.
- Акимова Н.В., Рубан Г.И. 1996. Систематизация нарушений воспроизводства осетровых (Acipenseridae) при антропогенном воздействии // Вопросы ихтиологии. Т.36. Вып.1. С.65–80.

- Белова Н.В., Веригин Б.В., Емельянова Н.Г.* и др. 1993. Радиобиологический анализ белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС в послеаварийный период. 1. Состояние воспроизводительной системы рыб, перенесших аварию // Вопросы ихтиологии. Т.33. Вып.6. С.814–828.
- Воловик С.П., Котенев В.Н., Микодина Е.В.* 1998. Пиленгас — новый объект промысла в Азово-Черноморском бассейне // Рыбное хозяйство. №5–6. С.45–46.
- Горюнова В.Б., Соколова С.А., Сторожук Н.Г.* и др. 1997. Эколого-токсикологическая ситуация в низовьях Волги и морфологические аномалии в раннем онтогенезе осетровых рыб // Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. М.: ВНИРО. С.147.
- Горюнова В.Б., Шагаева В.Г., Никольская М.П.* 2000. Анализ строения личинок и молоди осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна в условиях искусственного воспроизводства // Вопросы ихтиологии. Т.40. №6. С.804–809.
- Гулидов М.В.* 1977. Влияние газового режима среды на эмбриогенез животных // Внешняя среда и развивающийся организм. М.: Наука. С.174–210.
- Демьянко В.Ф.* 1995. Пиленгас в черноморских лиманах // Рыбное хозяйство. №4. С.40–41.
- Кирпичников В.С.* 1987. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука. 520 с.
- Крыжановский С.Г.* 1956. Развитие салаки в воде повышенной солености // Вопросы ихтиологии. Вып.6. С.100–104.
- Лепилина М.Н.* 1997. Характер морфологических нарушений у предличинок осетровых // Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. М.: ВНИРО. С.438.
- Методические указания* по отбору, первичной обработке, хранению и анализу образцов при биогеохимических исследованиях морских экосистем. Переходные и тяжелые металлы (составил Н.П. Морозов). 1981. М.: ВНИРО, 27 с.
- Микодина Е.В.* 1994. Пиленгас Кизилташских лиманов Черного моря // Информационный пакет ВНИЭРХ «Рыбное хозяйство». Сер. Аквакультура. Вып.2. С.2–9.
- Моисеева Е.Б., Федоров С.И., Парфенова Н.А.* 1997. О нарушениях строения половых желез у самок осетровых (Acipenseridae) Азовского моря // Вопросы ихтиологии. Т.37. №5. С.660–666.
- Морозов Н.П., Петухов С.А.* 1986. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. М.: Агропромиздат. 159 с.
- Никитенко А.С.* 2000. Влияние экологической и токсикологической обстановки в Азовском и Черном морях, лиманах и реках Краснодарского края на процессы воспроизводства ценных промысловых рыб // Материалы совещания «Воспроизводство рыбных запасов», 28 сентября – 2 октября 1998 г. М.: Полимаг. С.43–49.
- Отчет АзНИИРХ о НИР.* 2000. 195 с.
- Отчет ТИНРО о НИР.* 2000. 234 с.
- Оявер Э.А.* 1981. Влияние температуры и солености на эмбриональное развитие салаки // Биология моря. №5. С.39–48.
- Павлов Д.С., Савваитова К.А., Груздева М.А.* и др. 1999. Разнообразие рыб Таймыра: систематика, экология, структура вида как основа биоразнообразия в высоких широтах, современное состояние в условиях антропогенного воздействия. М.: Наука. 207 с.
- Решетников Ю.С.* 1995. Современные проблемы изучения сиговых рыб // Вопросы ихтиологии. Т.35. №2. С.156–174.
- Решетников Ю.С., Попова О.А.* 1996. Оценка состояния пресноводных экосистем по состоянию рыбного сообщества // Проблемы экологии и рационального природопользования Северо-Запада России и Псковской области. Псков: изд. ПГПИ. С.41–52.
- Романов А.А., Алтуфьев Ю.В.* 1990. Новообразования в половых железах и печени осетровых рыб (Acipenseridae) Каспийского моря // Вопросы ихтиологии. Т.30. Вып.6. С.1040–1044.
- Савваитова К.А., Чеботарева Ю.В., Пичугин М.Ю., Максимов С.В.* 1995. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды // Вопросы ихтиологии, Т.35. №2. С.182–188.
- Смирнов Б.П., Микодина Е.В., Глубоков А.И., Наволоцкий В.А., Королев А.Л., Сторожук Н.Г., Норвилло Г.В.* 2000. Современное состояние популяции пиленгаса в системе Кизилташских лиманов и прилегающей акватории Черного моря на фоне эколого-токсикологической обстановки // Материалы совещания «Воспроизводство рыбных запасов», 28 сентября – 2 октября 1998 г. М.: Полимаг. С.207–217.
- Сяпина М.Г., Соколовский А.С.* 1997. Преднеопластические и неопластические изменения в ткани камбал залива Петра Великого // Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. М.: изд-во ВНИРО. С.393–394.
- Фащук Д.Я., Сапожников В.В.* 1998. Антропогенная нагрузка на геосистему «море-водосборный бассейн» и ее последствия для рыбного хозяйства (методы диагноза и прогноза на примере Черного моря). М.: Изд-во ВНИРО. 124 с.
- Цыцугина В.Г., Куфтаркова Е.А.* 1988. Генетические эффекты в популяции морских амфипод при антропогенном эвтрофировании среды // Гидробиологический журнал Т.24. №6. С.19–20.
- Шварц Ф. Дж.* 1993. Деформации позвоночника и туловища у белуги *Huso huso* // Вопросы ихтиологии. Т.33. №4. С.588.
- Шеханова М.А., Пешков С.П., Мунтян С.П., Ермохин В.Я.* 1978. Биологическая характеристика хронически облучаемой популяции сибирской плотвы // Экологические аспекты химичес-

кого и радиоактивного загрязнения водной среды. Сборник научных трудов ВНИРО. Т.СXXXIV. С.106-122.

Экология прибрежной зоны Черного моря. 1992 // Сборник научных трудов ВНИРО (под ред. В.В. Сапожникова). М.: ВНИРО. 330 с.

Koumoundouros G., Gaglardi F., Divanach P., Stefanakis S., Kentourl I. 1995. Osteological study of the origin and development of the abnormal caudal fin in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fry // Aquaculture. Sp. publ. N.23 (Quality in aquaculture. Short comm. of the European Aquae. Soc.). P.16-18.

Legendre M., Teugels G.G., Cauty C., Jalabert B. 1992. A comparative study of morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882), *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840), and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae) // Journ. Fish Biol. N.40. P.59-79.

Marino G., Boglione C., Bertolini B., Rossi A., Ferreri F. and Cataudella S. 1993. Observation on development and anomalies in the appendicular skeleton of sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. 1758, larvae and juveniles // Aquaculture and Fisheries Management. V.24. P.445-456.

Mikodina E.V., Glubokov A.I., Pyanova S.V., Kuznetsov V.V. 1999. Skeleton and organ abnormalities in the Black Sea acclimatized haarder (*Mugil soiuu* Bas.) // Abstr. EAFF Ninth International Conference on Diseases of Fish and Shellfish Rhodes, Greece, 19th-24th September 1999. P.43.

Mikodina E.V., Glubokov A.I., Pyanova S.V., Kuznetsov V.V. 2000. On some abnormalities of haarder (*Mugil soiuu* Bas.) in the Black Sea // Abstr. Int. Conf. «Aqua 2000», May 2-6, Nice, France. P.474.

Patten B.G. 1968. Abnormal freshwater fishes in Washington stream // Copeia. N.2. P.399-401.

Vladykov V.D. 1973. Macrophthalmia in the American eel (*Anguilla rostrata*) // Journ. Fish. Res. Board of Canada. V.30. N.5. P.689-693.