

Вспышка миксоболезиса лобана *Mugil cephalus* L. в российских водах Черного моря

Канд. биол. наук Т.В. Стрижакова,

д-р биол наук Н.Е. Бойко,

аспирант Е.С. Бортников,

Л.П. Ружинская,

канд. биол. наук С.И. Дудкин,

Н.Н. Шевкоплясова,

канд. биол. наук Л.А. Бугаев – «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» (ФГБНУ «АзНИИРХ»)

@ fish_disease@mail.ru; natalia.boyko@inbox.ru; Bortnikov_1991@bk.ru; si_dudkin@mail.ru; l-bugayov@yandex.ru

Ключевые слова: лобан, промысловые рыбы, Черное море, инвазионное заболевание, миксоболезис, физиологические показатели



Изучен паразитологический и физиологический статус черноморского лобана (представителей кавказской части популяции) в период его массового заболевания в 2015 году. На основании морфологии спор, специфичности хозяина и тканей возбудитель заболевания идентифицирован как миксоспоридия *Mухоболус episquamalis*. В период острой фазы у зараженных рыб отмечены статистически достоверные изменения, нормально протекающих физиолого-биохимических процессов, затрагивающие многие системы. Они проявлялись в воспалении тканей, патологии обмена веществ, приводящих к истощению рыб и нарушению гуморального звена иммунитета. Обсуждается связь распространения заболевания с температурными условиями зимовки лобана в северо-восточной части Черного моря в современный период.



Рисунок 1. Внешний вид пораженного *Мухоболус episquamalis* лобана, выловленного в Черном море в районе г. Новороссийска

| Введение |

Лобан *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) в Азовском и Черном морях – ценный объект промышленного и прибрежного рыболовства, а также объект любительского рыболовства, включая подводную охоту. Этот теплолюбивый вид имеет широкий ареал в тропических и субтропических водах Атлантического, Тихого и Индийского океанов и прилегающих морей. Воды Азовского и Черного морей составляют северную границу его средиземноморского ареала. В богатом трофическими ресурсами Азовском море лобан только нагуливается, его нерест и зимовка проходят в Черном море. Рыб, нагуливающих в Азовском море, условно делят на два стада – крымское и кавказское, по местам их зимовки в Черном море. Основные этапы жизненного цикла предста-

вителей крымского и кавказского стада лобана проходят при различных экологических параметрах [1; 2; 3; 4]. Рыбы из крымского стада заходят в Азовское море в марте-апреле. У лобана, зимующего вблизи побережья Кавказа при более высоких температурах воды, весенняя нагульная миграция через Керченский пролив приходится на май при температуре воды выше 12-14°C. Соответственно, нерестовый ход в Черное море и нерест лобана кавказского стада начинаются в более поздние сроки [5].

Первое сообщение о заболевании лобана неизвестной этиологии в Черном море было получено в весенний период 2015 г. от подводных охотников из г. Новороссийска, сообщивших о частых случаях появления в окрестных водах рыб с обширным поражением поверхности тела: «белым налетом» и покраснением кожных покровов (рис.1). При исследовании больных особей лобана нами был установлен возбудитель заболевания, идентифицированный на основании морфологии спор, специфичности хозяина и тканей, как миксоспоридия *Мухоболус episquamalis* [6].

M. episquamalis – специфический паразит кефалей с типовым хозяином – лобаном. Он регистрировался в разных районах Мирового океана: у берегов Японии (типовая локальность) [6], Южной Кореи, Тайваня, Австралии, Новой Зеландии, Сенегала, у средиземно-

Таблица 1. Морфофункциональные показатели здоровых и зараженных *M. episquamalis* самок лобана

Показатель	Весенний период	Летний период	Осенний период
Длина, см	35,7±1,8/38,0±0,7	нет/39,6±1,0	31,6±2,6/29,2±1,7
Масса, г	837,5±138/795,0±92,0	нет/966,0±174,0	548,3±103,8/552,0±78,8
Гепатосоматический индекс, %	2,4±0,5/1,2±0,02*	нет/2,8±0,6**	1,5±0,2/1,4±0,3
Гонадосоматический индекс, %	3,3±1,7/0,6±0,3*	нет/26,6±2,7**	0,2±0,09/0,2±0,07

Перед чертой – здоровые, после черты – зараженные самки; (*) значения, достоверно отличающиеся от контрольных величин (здоровых самок) в исследуемый период; (**) значения, достоверно отличающиеся от контрольных величин в весенний период

морского побережья Туниса, Турции, Израиля и Египта [7; 8; 9]. Помимо лобана, миксоспоридия обнаружена у пиленгаса в реках Дальнего Востока и низовьях р. Амур [10], у крупночешуйной кефали *Liza macrolepis* в прибрежных водах о. Тайвань [7] (рис.2). Согласно приведенным выше источникам, данный возбудитель не представляет опасности для человека.

Первое сообщение об обнаружении *M. episquamalis* на территории Российской Федерации (юг Дальнего Востока) относится к 2008 г. [11], однако впервые он был зарегистрирован в 1987 г. в зал. Петра Великого, но ошибочно идентифицирован как *Mухosoma acuta* (= *Mухobolus acutus*) [12].

В краткой публикации [13] нами было сделано сообщение о первом случае обнаружения *M. episquamalis* у лобана в 2015 г. в российских водах Черного моря.

Целью данного исследования является описание признаков зараженных *M. episquamalis* рыб, оценка степени опасности заболевания для данного промыслового вида и анализ его распространения у лобана в российских водах Черного моря в исследуемый период, а также выявление направленности метаболических изменений и характера сопротивляемости организма больных особей в динамике заболевания.

| Материалы и методика |

Сбор материала на паразитологический и физиологический анализы в 2015 г. был произведен в районе мыса Железный Рог (Керченское предпроливье) в несколько этапов: в конце мая (период весенней нагульной миграции) при температуре воды 18,4°C, в конце июня (период нерестового хода рыб в Черное море) при температуре воды 19,5°C, а также в октябре (предзимовальный период) при температуре воды 14,0°C. В соответствии с локализацией мест поимки и сроков отбора черноморского лобана на анализ, обследованные рыбы принадлежали к кавказской части популяции.

В указанные сроки клиническому осмотру на месте обследования подвергали весь улов лобана и подсчитывали долю (%) больных особей. На анализ было взято по 15 экз. здоровых и больных рыб. Поражение миксоболезисом встречалось как среди самок, так и среди самцов, но наиболее репрезентативный материал для физиологического анализа был получен в отношении самок лобана.



Рисунок 2. Районы распространения *M. episquamalis* у кефалевых рыб в водах Мирового океана

У рыб, отобранных для анализа, определяли пол, длину, массу и индексы органов. Паразитологический анализ рыб проводили согласно общепринятым методикам [14; 15]. В ткани мышц, печени и гонад определяли процентное содержание сухого вещества, жира (на сухую массу ткани) и водорастворимого белка (на сырую массу ткани) [16]. В сыворотке крови и иммунокомпетентных органах (селезенке, почке) фотонейфометрическим методом оценивали показатели иммунорезистентности – иммуноглобулины [17] и иммунные комплексы [18; 19]. Общее количество сывороточного белка измеряли рефрактометрически. Результаты статистически обработаны.

| Результаты и обсуждение |

Больные рыбы во все сроки отбора характеризовались обширным поражением чешуйного покрова плоскими, неправильной формы цистами молочно-белого цвета на брюшной и боковой поверхности, на спине и хвостовом стебле. Возбудитель заболевания, идентифицированный как миксоспоридия *Mухobolus episquamalis* [6], имел характерную для данного вида локализацию многоядерного плазмодия на внешней поверхности дистальной части чешуи (рис.3 А, Б, В.).

Площадь поражения составляла от 30 до 90% поверхности тела рыб. В большинстве случаев отмечалось воспаление подлежащих тканей. На жабрах, внутренних органах и в мышцах паразит не был обнаружен.

Произведенный нами опрос рыбаков-любителей и представителей рыбодобывающих предприятий показал, что лобан с характерными клиническими

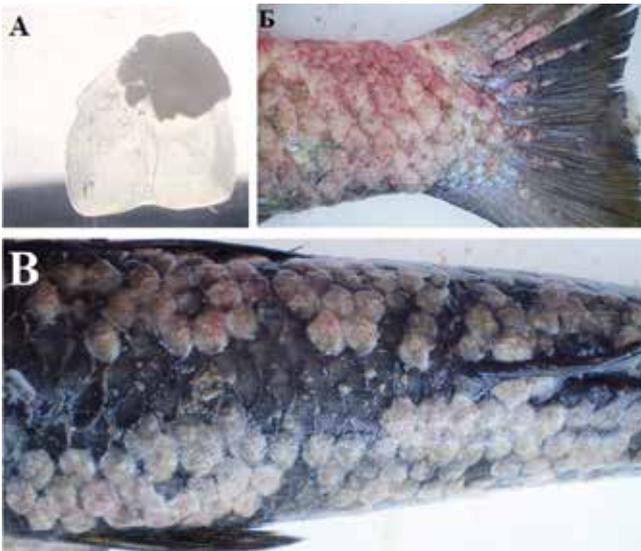


Рисунок 3. *Moxobolus episquamalis* с лобана *Mugil cephalus* из Черного моря: А – многоядерный плазмодий на поверхности чешуи, Б, В – пораженная плазмодиями чешуя на спине и хвостовом стебле рыбы

признаками заболевания встречался в летнее время в районах Большого Сочи, г. Новороссийска, в Керченском проливе и в соединяющейся с морем части оз. Донузлав. Одна зараженная *M. episquamalis* особь лобана была зарегистрирована в юго-восточной части Азовского моря в районе поселка Ачуево (рис.4). По собранным сведениям, встречаемость заболевших рыб в уловах рыбопромысловых бригад в северо-восточной части Черного моря варьировала весной от 3 до 15%, летом в отдельных бригадах доходила до 40%. В осенний период доля рыб с признаками заболевания уменьшилась, и составляла в среднем 2,5%.

В весенний период зараженные самки имели низкий гонадосоматический индекс – 0,6%, тогда как у здоровых особей он составлял в среднем 3,3%. Индекс печени у зараженных рыб был в два раза ниже, чем у внешне здоровых особей, что указывало на истощение и нарушение функции пече-



Рисунок 4. Районы обнаружения больных миксоблезисом особей лобана в российских прибрежных водах Черного моря

ни как трофического депо, необходимого для созревания гонад (табл. 1).

У больных особей также отмечено снижение содержания жира и доли сухого вещества в тканях печени и гонад. Содержание мышечного жира было в 2-5 раз ниже, чем у здоровых рыб. Во всех обследованных типах тканей отмечалось некоторое снижение количества водорастворимого белка (табл. 2).

В летний период все обследованные рыбы с признаками заражения имели высокие индексы печени и гонад и находились в преднерестовом состоянии. Более низкие, по сравнению со здоровыми самками весеннего периода, показатели белка и жира в тканях печени и мышц у этих рыб и, наоборот, высокие – в ткани гонад свидетельствовали о том, что процесс формирования половых продуктов не был нарушен.

В осенний период у зараженных и здоровых производителей лобана не выявлено различий в индексах органов и концентрации белка и жира в тканях. Доля сухого вещества в тканях (за исключением печени) соответствовала таковой у рыб без признаков заражения.

Характер реагирования показателей иммунорезистентности в крови и иммунокомпетентных органах (селезенка, почка) зависел от сезона и физиологического статуса рыб (рис. 5 А, Б).

В весенний период у заболевших рыб выявлено снижение, по сравнению с нормой, содержания общего белка и иммуноглобулинов (антител) в сыворотке крови, что является свидетельством нарушения функции печени и подавления гуморального звена иммунитета. Кроме того, причиной снижения иммуноглобулинов в крови могло быть использование антител крови на образование иммунных комплексов с антигенами паразитов с последующей их нейтрализацией в селезенке и почке и удалением из организма. Наибольшее количество иммунных комплексов было выявлено в почечной ткани заболевших рыб (рис. 5 А).

В летний сезон у зараженных самок были выявлены признаки активизации иммунитета: в сыворотке крови и селезенке отмечена более высокая, чем у здоровых самок в весенний период, концентрация иммуноглобулинов. Содержание иммунных комплексов в ткани селезенки все еще оставалось высоким (рис. 5 А).

В осенний период большинство трофических показателей соответствовало норме. Гуморальное звено иммунитета у лобана в этот период было в активном состоянии и направлено на борьбу с заболеванием и поддержание постоянства внутренней среды организма (рис. 5 Б).

Таким образом, функциональное состояние лобана после зимовального периода 2014-2015 гг. было неоднородным в связи со вспышкой миксоблезиса в пределах популяции, зимующей у северо-восточной части Кавказского побережья Черного моря. Судя по физиологическим показателям, наиболее острая

Таблица 2. Содержание водорастворимого белка, жира и сухого вещества в тканях здоровых и зараженных *M. episcquamalis* самок лобана

Показатель	Весенний период	Летний период	Осенний период
Белок мышц, %	27,6±0,8/25,1±0,9	нет/17,5±3,4**	21,5±0,2/22,4±1,0
Белок печени, %	20,6±1,1/19,1±1,0	нет/13,6±0,8**	13,2±0,1/14,9±1,4
Белок гонад, %	17,7±0,9/15,1±0,9	нет/27,4±0,5**	10,7±0,1/11,9±0,8
Жир мышц, %	16,0±2,1/7,7±3,0*	нет/14,8±3,3	15,9±0,7/13,7±2,5
Жир печени, %	23,6±3,4/6,4±2,5*	нет/9,4±0,9**	36,1±0,9/40,6±6,9
Жир гонад, %	38,0±4,1/7,9±1,7*	нет/52,1±1,3**	7,4±4,1/9,4±1,9
Сухое в-во мышц, %	24,7±2,1/21,3±1,8	нет/51,1±1,4**	26,9±2,0/25,7±0,9
Сухое в-во печени, %	28,1±1,5/20,4±1,3*	нет/27,2±1,7	46,6±1,6/34,2±5,2*
Сухое в-во гонад, %	25,1±1,2/17,0±0,8*	нет/51,1±1,4**	17,5±1,2/18,2±1,1

Перед чертой – здоровые, после черты – зараженные самки; (*) значения, достоверно отличающиеся от контрольных величин (здоровых самок) в исследуемый период; (**) значения, достоверно отличающиеся от контрольных величин в весенний период

фаза заболевания отмечена весной после зимовки рыб. Она характеризовалась обширным поражением чешуйного покрова рыб и воспалением подлежащих тканей, снижением индексов органов, в том числе гонад, концентрации белка, жира и сухого вещества в тканях, подавлением защитных функций организма продуктами обмена паразитов. Эти рыбы, очевидно, оказались неспособны к нересту, вследствие нарушения метаболических процессов в организме и недостатка ресурсов для завершения формирования полноценных половых продуктов. Высока вероятность гибели части пораженных миксоболезисом особей, вследствие высокой степени истощения и снижения сопротивляемости к другим негативным воздействиям, о чем свидетельствовало резкое снижение к осени встречаемости в уловах рыб с внешними признаками заболевания (до 2,5%). Качество лобана, как товарного продукта, было на весьма низком уровне не только вследствие непривлекательного внешнего вида рыб, но и низкой питательной ценности мяса. Удовлетворительные функциональные показатели состояния лобана, имеющего внешние признаки заболевания в летний период, и сохраненная ими репродуктивная функция свидетельствовали, что части рыб в популяции удалось восстановить трофический и иммунный статус в период нагула. Возможно, эти рыбы были заражены позднее и оказались более устойчивыми к заболеванию, по сравнению с особями, выловленными в мае, поскольку активно питались. Все пораженные рыбы, обследованные в период осеннего нагула 2015 г., по основным физиологическим характеристикам не отличались от внешне здоровых рыб, что свидетельствует о стабилизации функционального состояния лобана.

Как известно, зимовка в Черном море для кефалей – один из самых тяжелых периодов жизненного цикла, оказывающих влияние на их численность [20]. Быстрому распространению болезней в зимовальных скоплениях кефалевых рыб могут способствовать их голодание, а также неблагоприятные условия в водоеме. По данным учетного рейса, выполненного сотрудниками ФГБНУ «АзНИИРХ» в начале весны 2015 г., на северо-востоке российской части черноморского

шельфа вблизи г. Анапа и Новороссийск в первой декаде марта температура воды составляла 9–10°C (В.П. Надолинский, неопубликованные материалы). В этот же период наблюдалась высокая концентрация лобана в Цемесской бухте г. Новороссийск. Однако в соответствии с данными литературы, среднее многолетнее значение температуры воды прибрежной зоны моря в этом районе в марте составляло 7,5–8,0°C [21]. Несколько более высокая температура воды на местах зимних скоплений лобана в 2015 г. могла быть одной из вероятных причин распространения паразита *M. episcquamalis* и вспышки заболевания в весенний период. Согласно многолетним исследованиям, в последние годы имеются устойчивые положительные

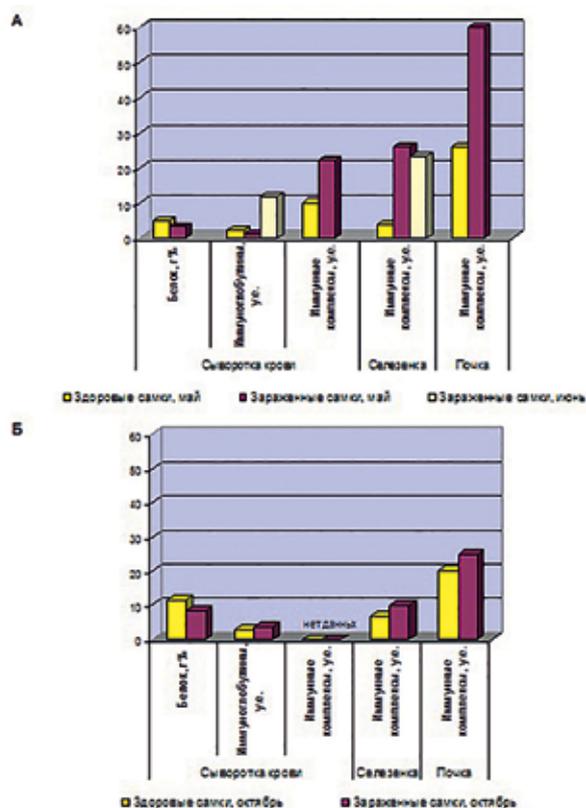


Рисунок 5. Показатели гуморального иммунитета самок лобана в 2015 г.: А – весенне-летний период, Б – осенний период

тренды для температуры воды в северо-восточной части шельфа Черного моря в зимние месяцы [21]. Поэтому не исключено, что температурный фактор и в дальнейшем может оказывать влияние на состояние лобана на традиционных местах зимовки, например, при определенных условиях (увеличение концентрации лобана на ограниченной территории) приведет к более частым вспышкам данного заболевания, распространению его среди представителей других видов кефалей или появлению новых инвазий, ранее не встречавшихся в данном регионе.

Выявление основного очага заболевания лобана в Цемесской бухте, в которой расположен самый крупный по грузообороту российский морской торговый порт в Черном море, возможно, отражает связь начала распространения заболевания лобана с завозом источника заражения иностранными торговыми судами из средиземноморского региона.

В силу высокой подвижности и миграционной активности лобана произошло распространение возбудителя миксоболезиса – больные рыбы отмечены уже практически на всей российской акватории Черного моря. Высока вероятность распространения заболевания на другие виды аборигенных кефалей (сингиль *Liza aurata*, остронос *Liza saliens*) и на акклиматизанта пиленгаса *Liza haematocheilus*. Это создает потенциальную угрозу для запасов кефалевых рыб в Черном и Азовском морях и, следовательно, для рыбного промысла. В связи с вышеизложенным, весьма актуальным является расширение мониторинга эпизоотического состояния популяций для выявления возбудителя миксоболезиса у других видов рыб семейства кефалевых в Азово-Черноморском бассейне.

| ЛИТЕРАТУРА |

1. Попов А.Н. Кефали (Mugilidae) Европы с описанием нового вида из Тихоокеанских вод СССР // Труды Севастопольской биологической станции. - 1930. - Т. 2. С. 74-187.
2. Ильин Б.С., Тараненко Н.Ф. Черноморская кефаль (предварительное сообщение) // Труды АзчерНИРО. - 1950. - Вып. 14. С. 35-61.
3. Черноморская кефаль [Н.Т. Березин, Р.А. Миндер, Л.Н., Л.Н. Печеник, Н.Ф. Тараненко]. Севастополь: Крымиздат, 1950. 54 с.
4. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. / М. – Л.: Наука, 1964. 550 с.

5. Куликова Н.И., Розенвассер Ю.М. К характеристике внутривидовой структуры лобана (*Mugil cephalus* L.), заходящего в Азовское море // Физиологические основы воспроизводства морских и проходных рыб. Сб. научн. трудов ВНИРО. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. С. 25-30.
6. Eugusa S., Maeno Y., Sorimachi M. A new species of Myxozoa, *Myxobolus episquamalis* sp. n. Infecting the scales of the mullet, *Mugil cephalus* L. // Fish. Pathol. – 1990. – Vol. 25. P. 87-91.
7. Kim W-S, Kim J-H, Oh M-J. Morphological and genetic evidence for mixed infection with two *Myxobolus* species (*Myxozoa: Myxobolidae*) in gray mullets, *Mugil cephalus*, from Korean waters. *Korean Journal of Parasitology*. – 2013.– 51. P. 369-373
8. Bahri S., Marques A. Myxosporean parasites of the genus *Myxobolus* from *Mugil cephalus* in Ichkeul lagoon, Tunisia: description of two new species // *Dis. Aquat. Org.* – 1996. – Vol. 27. P. 115-122.
9. Ozak A. A., Demirkale İ, Cengizler İ. Two new records of *Myxobolus Bütschli*, 1882 (*Myxozoa, Myxosporidia, Myxobolidae*) species from Turkey // *Turk J Zool.* – 2012. – 36(2) – P. 191-199.
10. Асеева Н.Л. Микоспоридии анадромных и морских прибрежных рыб северо-западной части Японского моря // *Изв. ТИНРО.* – 2000. – Т. 127. С. 593-606.
11. Шедько М.Б., Асеева Н.Л. Микоспоридии рода *Myxobolus Bütschli* (*Myxobolidae: Myxosporidia*) – паразиты кефалевых рыб (*Mugilidae*) юга дальнего востока России / Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. 976 с.
12. Асеева Н.Л. Обнаружение *Myxosoma acuta* (Fujita, 1912) у пиленгаса в Японском море // *Изв. ТИНРО.* – 1994. – Т. 117. С. 157-158.
13. Бортников Е.М., Стрижакова Т.М., Бойко Н.Е. Миксоболезис лобана *Mugil cephalus* в Российских водах Черного моря: сб. научн. статей / Современные проблемы теоретической и морской паразитологии / ред.: К.В. Галактионов, А.В. Гаевская. – Севастополь: 2016. С.211-213.
14. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. 121 с.
15. Лабораторный практикум по болезням рыб / В.А. Мусселиус, В.Ф. Ванятинский, А.А. Вихман и др.; под ред. В.А. Мусселиус.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983, 296 с.
16. Корниенко Г.Г., Бойко Н.Е., Бугаев Л.А., Дехта В.А., Дудкин С.И., Кузина, Ложичевская Т.В., В.Ф., Рудницкая О.А., Сергеева С.Г. Физиолого-биохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна / Методическое руководство. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. С. 48-56.
17. M.C. Evan et al., *Clinical Chemical Acta*. Amsterdam, 1970. V. 27. - № 1-3. С. 155.
18. Гриневиц Ю.А., Алферов А.Н. Определение иммунных комплексов в крови онкологических больных. // *Лабораторное дело.* - 1981. - №8. С. 493-496.
19. Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Назарова Е.А. Влияние ионов кадмия на некоторые морфофункциональные и иммунофизиологические показатели сеголеток речного окуня *Perca fluviatilis* (*Perciformes, Percidae*) // *Вопр. ихтиологии.* - 2009. - Т. 49. - № 1. С. 117-124.
20. Марти Ю.Ю. Миграции морских рыб. - М.: Пищевая промышленность, 1980. 248 с.
21. Репетин Л.Н. Пространственная и временная изменчивость температурного режима прибрежной зоны Черного моря // *Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное исследование ресурсов шельфа: Сб. научн. трудов.* - Севастополь, 2012. - Т.1. - Вып.26. С. 99-116.



MYXOSPORIDIOSES PISCARIUM OUTBREAK IN GREY MULLET (*MUGIL CEPHALUS* L.) IN THE RUSSIAN BLACK SEA WATERS

Strizhakova T.V., PhD, Boyko N.E., Doctor of Sciences, Bortnikov E.S., postgraduate, Ruzhinskaya L.P., Dudkin S.I., PhD, Shevkoplyasova N.N., Bugaev L.A., PhD – Azov Research Institute of Fisheries, fish_disease@mail.ru; natalia.boyko@inbox.ru; Bortnikov_1991@bk.ru; si_dudkin@mail.ru; l-bugayov@yandex.ru

The parasitological and physiological status of the Black Sea grey mullet (Caucasian part of the population) were studied during its mass disease in 2015. On the basis of spores morphology, host specificity, and in-tissue localization, the pathogen was identified as myxosporidia *Myxobolus episquamalis*. During the acute phase, statistically significant deviations in normal physiological and biochemical processes were noted. They appear in the form of the tissues inflammation and metabolism pathology leading to fish oppression and the disruption of the humoral immunity. The relationship between the spread of the disease and the winter temperature conditions in the northeastern part of the Black Sea is discussed.

Keywords: grey mullet, commercial fish, the Black Sea, invasive disease, myxosporidiosis piscarium, physiological indices