

Паразиты и микрофлора промысловых рыб дельты р. Волга и их патогенное влияние на представителей ихтиофауны

В.В. Проскурина, И.А. Лисицкая – ФГУП «КаспНИРХ»

Разнообразие паразитов, количество паразитарных систем и доля последних в общем числе биологических систем биоценозов по ряду причин подлежат лишь приблизительной оценке. Паразитарные системы образуются на разных трофических уровнях, различаются качественно и по функциональным характеристикам, при этом являясь структурными составляющими экосистемы в целом. Сообщества паразитов рыб формируются не хаотично, а представляют определенные сочетания видов, сложившиеся в результате коадаптации паразита и «хозяина», обеспечивающие как выживание паразита, так и устойчивость системы.

Мощное влияние паразитических организмов на структуру и численность популяций «партнеров» по паразитарным цепям предполагает высокую степень их воздействия и на стабильность биоценозов. Это воздействие не всегда отрицательное, но может становиться таковым под влиянием дестабилизирующих факторов, вызывающих перестройки в качественных и количественных составах компонентных сообществ и зачастую провоцирующих повышение агрессивности паразитических организмов, способствующее развитию инфекционных и инвазионных процессов различного типа у «хозяев» [Безр, 2002].

Например, продолжительный антропогенный прессинг на водную экосистему дельты р. Волга и Северного Каспия создал благоприятные условия для изменения видового разнообразия и увеличения численности паразитов с измененной вирулентностью. Так, в 1996 – 2000 гг. отсутствие некоторых направлений природохозяйственной деятельности человека на фоне продолжительного токсикологического неблагополучия привело к существенным изменениям в структуре сообществ гидробионтов. Наиболее широкое распространение в тот период получили паразитические организмы, первые промежуточные хозяева которых проявляли устойчивость к загрязнению внешней среды. При этом отдельные виды паразитов стали причиной спорадически возникавших заболеваний рыб в естественном водоеме [Ларцева, Проскурина, 2003].

Вследствие антропогенного воздействия на окружающую среду изменялись и условия существования бактерий, что, в свою очередь, включало их адаптационные механизмы, приводя к активации факторов, способствующих циркуляции микроорганизмов в объектах окружающей среды, и сопровождалось процессами изменчивости как самих микробов, так и состава их сообществ. В итоге в воде и рыбах дельты Волги условно-патогенная микрофлора стала превалировать над сапрофитной.

В 2001 – 2006 гг. с использованием общепринятых в паразитологии и микробиологии методик в рыбопромысловых районах дельты Волги обследовано 7739 экз. рыб 12 видов: осетр, сом, судак, окунь, щука, вобла, густера, лещ, линь, карась, красноперка, чехонь. В их паразитоценозах зарегистрированы представители 10 классов: *Cnidosporidia*, *Monogenea*, *Cestoda*, *Aspidogastrea*, *Trematoda*, *Nematoda*, *Acanthocephala*, *Hirudinea*, *Bivalvia*, *Crustacea*. Качественные составы компонентных паразитарных сообществ перечисленных гидробионтов в период исследований характеризовались широким разнообразием и вариативностью состава; в то же время 89 видов паразитических

организмов присутствовали в них ежегодно. Наибольшим качественным разнообразием отличались компонентные сообщества паразитов окуня, воблы и густеры; наименьшим – сома и карася (в среднем по 30 и по 14 видов соответственно).

Выраженным патогенным воздействием на организм «хозяина» характеризовались: *Caryophyllaeus laticeps* (*Cestoda: Caryophyllaeidae*), *Triaenophorus nodulosus* (*Cestoda: Triaenophoridae*), *Proteocephalus osculatus* (*Cestoda: Proteocephalidae*), *Raphidascaris acus* (*Nematoda: Anisakidae*), *Eustrongylides excisus* (*Nematoda: Dioctophymidae*), *Achtheres percarum* (*Crustacea: Lernaepodidae*). Именно эти паразиты регулярно вызывали развитие заболеваний у пяти промысловых видов рыб. Диагностика приведенных ниже болезней основана на результатах клинического осмотра, патологоанатомического, макродиагностического и гистологического обследований представителей ихтиофауны.

Ежегодно в весенний период у леща, щуки и сома регистрировали развитие цестодозов. Возбудителем кариофиллеза у 1,72 ± 0,80 % леща являлись плоские черви вида *C. laticeps*. Интенсивность поражения кишечника рыб достигала 178 экз. Уровень бессимптомного паразитоносительства этих цестод у леща соответствовал 32,55 ± 8,52 % при средней интенсивности инвазии (СИИ) 13,06 ± 6,15 экз. Общая микробная обсемененность внутренних органов и тканей рыб в последнем случае составляла 1,30 ± 0,05 × 10³ КОЕ/г. У особей с признаками заболевания этот показатель был на два порядка выше – 1,40 ± 0,06 × 10⁵ КОЕ/г.

Высокая степень заражения цестодами *T. nodulosus* провоцировала развитие триенофороза у 3,00 ± 1,02 % щуки. Интенсивность инвазии желудочно-кишечного тракта рыб при болезни составляла максимально 112 экз. Бессимптомное паразитоносительство регистрировали в 58,58 ± 9,83 % случаев при СИИ, равной 9,70 ± 3,88 экз. Число колониеобразующих единиц при отсутствии симптомов болезни соответствовало 9,00 ± 0,87 × 10³ КОЕ/г. В период заболевания во внутренних органах рыб количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) возрастало до 1,50 ± 0,38 × 10⁵ КОЕ/г.

Цестоды *P. osculatus* вызывали развитие протеоцефаллеза у 2,30 ± 0,99 % сома (при интенсивности поражения пищеварительного тракта рыб, достигавшей 358 экз.). Бессимптомное паразитоносительство выявлено у 43,50 ± 7,78 % при СИИ, равной 10,6 ± 3,16 экз. КМАФАнМ при заболевании соответствовало 2,10 ± 0,65 × 10⁶ КОЕ/г; при отсутствии признаков болезни – 5,10 ± 1,2 × 10⁴ КОЕ/г.

Качественный состав микрофлоры больных и здоровых особей леща, сома и щуки существенно не различался и соответствовал сезону года. При этом независимо от типа питания рыб доминирующими в микробиоценозах были бактерии рр. *Citrobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*. Однако, по мере роста интенсивности инвазии вышеуказанных представителей ихтиофауны, эти микроорганизмы увеличивали свою численность, проникая в кровь и печень больных особей.

Клиническая картина трех вышеуказанных цестодозов характеризовалась воспалительными процессами в слизистой и подслизистой оболочках кишечника, закупоркой, гиперемией и

локальными изъязвлениями его стенок (иногда с прободением) в местах прикрепления сколекса паразита. Гистологические исследования показали различную степень изменчивости ворсинок кишечного эпителия, содержащего значительное количество бокаловидных слизистых клеток. На отдельных ворсинках наблюдали слущивание некротизированного эпителиального пласта и лимфоидную инфильтрацию эпителия, что свидетельствовало о протекающем воспалительном процессе. У исследованных щук к тому же отмечены значительные изменения тканей поджелудочной железы, находившейся в состоянии условной физиологической нормы.

Инвазия рыб *C. laticeps*, *T. nodulosus*, *P. osculatus* осуществлялась по трофическим звеньям. Однако количество промежуточных «хозяев» в питании влияло только на уровень заболеваемости леща кареофиллезом. Частота встречаемости триенофороза и протеоцефаллеза в большей степени зависела от разнообразия пищевого рациона щуки и сома, при этом она была связана с температурой воды в вегетативный период года, ускорявшей или, наоборот, замедлявшей сроки развития возбудителей. Для кареофиллеза температурный режим не имел столь существенного значения, что вызвано отсутствием у этого паразита морфологически стабилизированной инвазионной стадии, обуславливающим патогенность для рыб как слабо развитых процеркоидов, так плероцеркоидов и червей с завершенным органогенезом [Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР, 1987]. Известно, что под влиянием инвазии ленточных червей в организмах рыб происходят изменения содержания белка в сыворотке крови, сердце, почках, гепатопанкреасе, селезенке, кишечнике и мышцах; снижение уровня глюкозы, гликогена, показателей гематокрита, а следовательно, уменьшение коэффициентов упитанности и жирности [Извекова, 1998; Куровская, 2000; Пирус, Шемчук, 2001; и др.].

Нематоды *R. acus* провоцировали развитие рафидаскариоза у щуки. Данное заболевание, как и цестодозы, регистрировали ежегодно в весенний период у $1,87 \pm 0,63$ % рыб этого вида. Интенсивность поражения желудочно-кишечного тракта больных особей достигала 262 экз. У пораженных рыб выявляли множественные петехии в слизистой и катаральные воспаления в подслизистой оболочках стенок кишечника, излияние желчи на внутренние органы, а в отдельных случаях – скопление экссудата в полости тела. Бессимптомное паразитоносительство отмечали у $35,00 \pm 4,38$ % щук при СИИ, равной $10,79 \pm 3,85$ экз. КМАФАМ больных особей и рыб без признаков патологических изменений составляло $5,60 \pm 1,04 \times 10^5$ и $4,92 \pm 0,86 \times 10^3$ КОЕ/г соответственно.

Личинки круглых червей вида *E. excisus*, поражавшие внутренние органы и мускулатуру, были ежегодной причиной развития эустронгилидоза у щуки, сома, окуня. Пик заболеваемости рыб этим гельминтозом приходился на вторую половину лета – начало осени. Частота встречаемости больных особей составляла $1,50 \pm 0,68$ % у щуки; $6,30 \pm 2,01$ % – у сома; $5,70 \pm 1,51$ % – у окуня (при интенсивности заражения до 74; 263 и 89 экз. рыб соответственно). У пораженных эустронгилидозом особей в печени, стенках пищеварительного тракта и мускулатуре личинки нематод были инкапсулированы. Ткань, прилежащая к соединительно-тканым капсулам гельминтов, характеризовалась гиперемией и гнойным воспалением.

Экстенсивность инвазии при бессимптомном паразитоносительстве *E. excisus* у щуки находилась на уровне $62,37 \pm 6,69$ % (СИИ равна $8,16 \pm 2,83$ экз.); у сома – $93,16 \pm 2,40$ % ($20,42 \pm 2,44$ экз.); у окуня – $80,03 \pm 3,74$ % (СИИ равна $9,18 \pm 2,31$ экз.). В отсутствии признаков заболевания общее микробное число у всех трех видов рыб соответствовало $1,65 \pm 0,76 \times 10^4$ КОЕ/г. Внутренние органы и ткани щуки, сома и окуня, пораженные эустронгилидозом, были обсеменены на уровне $7,36 \pm 1,02 \times 10^6$; $8,49 \pm 1,52 \times 10^6$ и $7,69 \pm 1,71 \times 10^6$ КОЕ/г соответственно. Микробный фон обследованных рыб в целом существенно не зависел от степени их инвазии и соответствовал сезону года.

Доминирующими в микробиоценозах были условно-патогенные бактерии pp. *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*.

Следует особо отметить, что в сентябре 2004 г. впервые у 1,79 % обследованного осетра при интенсивности инвазии 34–42 экз. было зарегистрировано заболевание, вызванное *E. excisus*. Показатели КМАФАМ внутренних органов и тканей заболевших осетров изменялись от $1,70 \pm 0,31 \times 10^5$ до $5,81 \pm 0,56 \times 10^6$ КОЕ/г. Уровень бессимптомного паразитоносительства эустронгилид у этого вида рыб в 2001 – 2006 гг. составлял $56,70 \pm 21,33$ %. По сравнению с 1996 – 2000 гг. количество осетров, инвазированных эустронгилидами, возросло в среднем в 1,7 раза ($34,08 \pm 12,04$ %), что могло быть обусловлено увеличением доли бычков в спектре их питания в Каспийском море [Молодцова и др., 2004].

Сравнение микробиоценозов осетров, выловленных в Северном Каспии, и бычков, обследованных в этой зоне, выявило идентичность качественных составов бактериофлоры этих видов рыб. В микробном фоне в обоих случаях преобладали одни и те же виды микробов, принадлежащие к pp. *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Photobacterium*, что свидетельствовало о персистентных свойствах выделенных микроорганизмов и их способности передаваться по трофическим звеньям, в том числе вместе с инвазионными формами. Общая микробная обсемененность осетров в речной период жизни при отсутствии симптомов болезни составляла $1,71 \pm 0,32 \times 10^4$ КОЕ/г. В микробном пейзаже рыб в этом случае доминировали группы микроорганизмов, характерных для гидробиоценозов дельты Волги в конце лета – начале осени.

Круглые черви у больных особей осетра паразитировали в стенках пищевода, кишечника и в печени, вызывая изменения консистенции, отек и гнойное воспаление тканей, прилегающих к цистам гельминтов. В стенках желудочно-кишечного тракта рыб присутствовали обширные гиперемизированные участки; печень имела мозаичную окраску, рыхлую структуру и была увеличена в размерах. Желчный пузырь характеризовался нормальными формой и размером, однако его содержимое приобретало густую консистенцию и мутную черно-зеленую окраску.

Гистологические исследования показали, что внедрение личинок *E. excisus* вызывало деформацию всех оболочек кишечника, особенно слизистой. В местах непосредственного контакта с паразитом в значительной степени были деформированы и разрушены кишечные ворсинки, а на отдельных участках они полностью отсутствовали. В собственной пластинке при этом развивалась мощная воспалительная инфильтрация с включением многочисленных эозинофилов, что напрямую было связано с паразитарной инвазией. Присутствие личинок круглых червей провоцировало как значительное истончение мышечной оболочки кишечника, так и ее гипертрофию и отек на отдельных участках. Во всех оболочках кишечника выявляли некротически измененные участки ткани. Зарегистрированные гистоморфологические изменения свидетельствовали о возможности развития функциональных расстройств желудочно-кишечного тракта, способных привести к истощению осетров, зараженных *E. excisus*.



На снимке: Кишечник осетра, зараженного *E. excisus*



На снимке: Проведение микробиологических исследований

Ракообразные вида *A. persarum* – возбудители ахтериоза, инвазируя жабры судака, становились причиной разрушения респираторного эпителия, абсцесса в зоне прикрепления, крупноочаговой гиперемии, повышенного ослизнения жабр. Частота встречаемости судака, подверженного данному заболеванию, в 2001 – 2006 гг. соответствовала $4,64 \pm 1,60$ %. Интенсивность инвазии дыхательного аппарата пораженных особей достигала 38 экз. Развитие болезни регистрировали ежегодно со второй половины весны до конца осени. Пик заболеваемости приходился на летние месяцы. Бессимптомное паразитоносительство ракообразных выявлено у $75,42 \pm 7,95$ % судака при СИИ, равной $6,40 \pm 1,60$ экз. Обсемененность органов и тканей рыб в случае развития заболевания составляла $6,4 \pm 0,3 \times 10^6$; при отсутствии признаков болезни – $9,5 \pm 0,7 \times 10^4$ КОЕ/г.

Как и в случае с цестодами и нематодами, микробный фон обследованных рыб практически не зависел от интенсивности инвазии организма ракообразными, но соответствовал сезону года и коррелировал с качественным составом бактериоценозов воды в районах исследования. Доминирующими в микробиоценозах рыб были условно-патогенные бактерии рр. *Citrobacter*, *Proteus*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*. В местах расположения ракообразных всегда имела место деформация филаментов и респираторных ламелл. Последние были значительно укорочены, а иногда и полностью отсутствовали. Концевые участки жаберных филаментов рядом с местом нахождения рачка превращались в эпителиальные выросты и были некротизированы.

Все выявленные изменения приводили к ухудшению газообмена и нарушению кровоснабжения в жабрах, что, в свою очередь, способствовало развитию гипоксии жаберного эпителия и снижению жизнеспособности больных особей.

Таким образом, в 2001 – 2006 гг. шесть видов паразитических организмов из широкого качественного разнообразия компонентных сообществ паразитов промысловых рыб дельты р. Волга ежегодно становились причиной возникновения инвазионных заболеваний у представителей половозрелых частей популяций леща, судака, окуня, сома и щуки. Развивавшиеся патологические процессы, в первую очередь, затрагивали органы и ткани, в которых локализовались возбудители. По мере увеличения интенсивности инвазии патоморфологические нарушения в организме усугублялись. Параллельно возрастала степень обсемененности рыб микроорганизмами и вирулентность самих бактерий, в частности, усиливалась способность аэромонад продуцировать дезоксирибонуклеазу, деполимеризующую ДНК, с образованием зоны деполимеризации 15–28 мм на ДНК-агаре, разлитом в чашки Петри.

В то же время микробный фон рыб оставался практически неизменным, соответствовал качественному составу микробиоценозов воды в районах обследования и сезону года. Ни одно из регулярно возникавших заболеваний не приводило к гибели «хозяев». Однако анализ показателей внутри одновозрастных групп рыб каждого вида с разной степенью инвазии свидетельствовал

о достоверном снижении массы, жирности и упитанности у больных особей в среднем на $28,84 \pm 2,41$ %. Несмотря на стабильно невысокий уровень заболеваемости рыб, в промысловых частях популяций ежегодные потери ихтиомассы по причине инвазионных болезней составляют сотни тонн, а экономический ущерб выражается в десятках миллионов рублей.

С учетом ранее полученных результатов (1994 – 2000 гг.) можно констатировать, что на протяжении 12 лет эпизоотическая ситуация в дельте р. Волга оставалась напряженной. В подобных условиях любые резкие изменения в экосистеме могут вызвать ухудшение паразитологической обстановки, сложившейся в последние пять лет, что, в свою очередь, приведет к увеличению потерь для рыбной отрасли.



Proskurina V.V., Lisitskaya I.A.

Parasites and microflora of commercial fishes of the Volga delta and their pathogenic influence on ichthyofauna

In 2001-2006 commercial fishes of the Volga delta (bream, zander, perch, pike, catfish) became the target of six species of parasites. As the invasion intensifies, pathological morphological changes amplify as well as contamination of fish by microbes and the bacteria virulence.

Not all diseases result in fish death but lead to reduction of weight, fatness and conditional factor. Annual losses of ichthyomass in commercial stocks are estimated at hundreds of tons and economical losses at tens of millions of rubles.

The authors note than epizootic situation in the Volga delta has been tense in the last 12 years, and any drastic changes of the ecosystem may cause further deterioration and increase in fisheries losses.