



Исследования биоразнообразия экосистем Каспийского моря начались с вышедшей в свет 70 лет назад работы А. Л. Бенинга, посвященной зоопланктону Каспийского моря, в которой он выделил три области – халистатическую (центральный район), кругового течения и прибрежную, с характерным для каждой из них планктонным сообществом [2]. В серии работ, посвященных биологической продуктивности Каспийского моря [3, 8], было указано на различия между «трофическими системами» Северного Каспия и глубоководной части моря, на существование различных комплексов организмов в пределах северной части моря – пресноводного, солоноватоводного и морского.

Результаты многолетних исследований дают основание говорить не только о биологическом разнообразии, но и об иерархической организации морских экосистем. Высший уровень в этой иерархии занимает экосистема моря в целом, ниже располагаются экосистемы Северного, Среднего и Южного Каспия, еще ниже – соподчиненные им экосистемы. Например, экосистему пелагиали (открытой части) моря можно разделить на экосистемы верхнекаспийской и глубиннокаспийской водных масс. Очевидно, что наибольшим разнообразием отличаются прибрежные экосистемы. Среди них выделяются экосистема Дагестанского шельфа и экосистема апвеллинга у восточного побережья Среднего Каспия.

Еще в работе А.А. Шорыгина (1952) было показано, что корень отличия экосистем Каспия друг от друга следует искать не столько в их видовой структуре, сколько в их функциональной организации. В дальнейшем эта идея нашла воплощение в работах А.Ф. Сокольского с соавторами [6, 11], в которых различные части Каспийского моря были разделены по типу метаболизма.

В настоящее время исследования функциональной организации экосистем Каспийского моря в этом направлении продолжают [1].

Библиографический список

1. Абдурахманов Г.М., Иванов В.П., Сокольская Е.А. и др. Первичная продукция фитопланктона и трофический статус Северного Каспия // Юг России: экология и развитие. №4, 2007. – С. 54-59.
2. Бенинг А.Л. О зимнем зоопланктоне Каспийского моря // Труды комиссии по комплексному изучению Каспийского моря. Вып.5, 1938. – С. 7-97.
3. Биологическая продуктивность Каспийского моря. Труды ВНИРО, Т. CVIII. – М: Пищевая промышленность, 1975. – 262 с.
4. Бруевич С.В. Гидрохимия Среднего и Южного Каспия // Труды комиссии по комплексному изучению Каспийского моря. Вып.4, 1937. – 352 с.
5. Васильев А.С. Интерактивные системы обработки информации для создания проблемно-ориентированных банков состояния среды Каспийского моря за последние 70 лет // Научно-исследовательский бюллетень Каспийского плавучего университета. № 3, 2002. – С. 40-59.
6. Иванов В.П., Сокольский А.Ф. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. – Астрахань: Изд-во КаспНИИРХа, 2000. – 181 с.
7. Каспийское море: Гидрология и гидрохимия. – М: Наука, 1986. – 261 с.
8. Каспийское море: Фауна и биологическая продуктивность. – М: Наука, 1985. – 277 с.
9. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. – М: МГУ, 1975. – 272 с.
10. Косарев А.Н. Водные массы Каспийского моря // Вестник МГУ, Сер. Геогр., 1962, №5. – С. 45-51.

УДК 504.064.36:574.58(282.247.41)

РОЛЬ ДОННЫХ И МИКРОБНЫХ БИОЦЕНОЗОВ В САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

© 2009. Насибулина Б.М., Ларцева Л.В., *Лисицкая И.А., Истелюева А.А.,
**Сугралиева А.С.

Астраханский государственный университет

*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

**ФГУ «Житнинский осетровый рыболовный завод»

В статье приведены данные многолетнего гидробиологического и микробиологического мо-



мониторинга в гидроэкосистеме дельты Волги. Проанализированы закономерности формирования качественного состава, количественного развития зообентоса и микробных сообществ в зависимости от вида антропогенного процесса в исследуемых водотоках. Представлены данные о персистировании условно-патогенной микрофлоры в различных эконошах. Показана целесообразность проведения комплексных гидро- и микробиологических мониторинговых исследований при оценке загрязнения водной экосистемы.

In the given article the data of the long-term hydrobiological and microbiological monitoring in the hydroecosystem of the Volga delta are shown. The laws of qualitative structure formation, quantitative development of zoobenthos and microbial communities are analysed depending on a kind of antropogeneous process in the persistence of conditionally-factorial researched watercourses. The data about the persistence of conditionally - factorial micro Flore in various eco - niches are submitted. The expediency of realization complex of hydro and microbiological monitoring researches is shown at the estimation of pollution water ecology system.

Ключевые слова: мониторинг, гидроэкосистема, зообентос, загрязнение водной экосистемы.

Среди критериев, позволяющих оценить степень и характер загрязнения гидроэкосистемы, наиболее эффективным является состояние водной среды. Ее специфичность обусловлена как внутриводоемными процессами, так и протекающими конкретно на площади водосбора.

Антропогенные факторы, оказавшие радикальное влияние на флору и фауну гидроэкосистемы, существенно изменили условия обитания всех представителей экологических групп. Начавшаяся в 30-е годы XX столетия гидротехническая реконструкция превратила русло реки в каскад водохранилищ, в результате чего изменился характер грунтов в сторону преобладания ила. Констатируется деградация природных экосистем Волжского бассейна, снижение продуктивности рыбного хозяйства, ухудшение качества питьевого водоснабжения. Комплексное антропогенное воздействие существенно изменило гидрохимический и гидробиологический режимы в русловых участках дельты и аванделты. Эти изменения предопределили развитие преимущественно пелофильных и фитофильных форм. В последние годы в уловах значительно возросла доля пресноводных туводных бентофагов: карася, линя и др. Так, карась стал массовым видом для предустьевого пространства Волги. Линь встречается во всех зонах дельты. В питании карася насекомые (хирономиды) составляют 21,6%, а остатки высшей водной растительности – 48,1% пищевого рациона. В питании линя в зависимости от сезона года доминируют хирономиды (весной), а в августе – моллюски – на уровне 57,5%. Остатки растительности составляли 4,8 – 17,5% пищевого корма [1, 2]. Из числа донных организмов отмечена тенденция лидерства следующих видов олигохет: *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, моллюсков: *Viviparus viviparus*, *Lithoglyphus naticoides*, ракообразных: *Dikerogammarus caspius*, *D. robustoides*, *Corophium curvispinum* и из личинок насекомых – хирономид: *Chironomus gr. plumosus*, *C. dorsalis*, *Cryptochironomus gr. gefectus*, *Polypedilum nubeculosum*. По количественным показателям, среди них доминировали олигохеты – 11908, моллюски – 7865, ракообразные – 6079 и хирономиды – 4061 экз/м². Между тем качественный состав и количественные показатели микрофлоры принимают как конечный результат взаимодействия всех ингредиентов экосистемы в совокупности и используют в качестве индикатора для оценки санитарно-гигиенического состояния водоема. Широкое распространение микрофлоры, в том числе условно-патогенной (аэромонады, энтеробактерии) по трофическим звеньям: вода – фито-зоопланктон – зообентос – рыба, свидетельствует об актуальности и высокой информативной значимости микробиологических исследований, особенно в регионах с нарушенной экологией [3].

Преобладание β – α , α и α – β -сапробных организмов характеризует воды исследуемых водоемов как умеренно загрязненные с переходом к сильнозагрязненным, что обуславливает процессы эвтрофирования. В пользу этого свидетельствуют данные микробиологического анализа, которые показали ухудшение качества вод нижней акватории дельты как α -мезосапробную зону, а на рр. Волга и Бузан с элементами экологического регресса, что подтверждено величинами индекса Романенко [4].

В микробактериоценозе водной экосистемы дельты Волги зарегистрировано уменьшение численности индикаторных и увеличение условно-патогенных бактерий. Среди них доминировали энтеробактерии родов *Citrobacter* и *Proteus*, аэромонады (*A. hydrophila*) и псевдомонады (*Ps.*



fluorescens). При этом установлена их связь с антропогенными нагрузками в различных районах дельты Волги (табл. 1). Качественный состав микрофлоры промысловых видов рыб обусловлен образом их жизни, а также типом питания. По энтеробактериям он был более разнообразным у придонных рыб; у осетровых, сазана, карася, линя, против пелагических – судака ($65,5 \pm 1,7$ и $34,5 \pm 1,2\%$, соответственно). Пелагические рыбы были обсеменены аэромонадами в среднем в $15,5 \pm 0,9$; придонные – в $22,3 \pm 1,8\%$ случаев. Близкие показатели получены и по псевдомонадам. Наиболее высокий уровень микробного обсеменения отмечен в желудочно-кишечном тракте и жабрах рыб, независимо от их вида, но обусловленный типом питания и сезонами года.

Таблица 1

Встречаемость условно-патогенной микрофлоры в гидрэкосистеме дельты Волги

Исследуемый водоем	энтеробактерии	аэромонады	псевдомонады
Главный банк	$22,2 \pm 1,2$	$15,6 \pm 1,2$	$14,7 \pm 1,1$
Белинский банк	$40,8 \pm 0,8$	$20,5 \pm 0,8$	$12,2 \pm 0,8$
Гандуринский банк	$43,7 \pm 1,6$	$22,0 \pm 1,0$	$8,6 \pm 1,2$
р. Бузан	$47,6 \pm 1,4$	$24,0 \pm 0,8$	$5,5 \pm 1,0$

Симптоматично, что в последнее десятилетие в руслах Белинского и Гандуринского банков отмечается рост эврибионтных пелофильных биоценозов, численность моллюсков составляла 35,1 и 10,9%, олигохет – 42,3 и 71,7%, соответственно. Тем самым снижается общая биомасса в исследуемых водотоках, что в многолетней динамике ниже в 1,3 и 4 раза соответственно. В водотоках Главного банка по количеству лидировали олигохеты – 51,6%, хирономиды – 14,7%. Устойчивое доминирование перечисленных групп зообентоса в вышеперечисленных банках свидетельствует о наличии органического загрязнения.

На р. Бузан основной процент численности составляли личинки насекомых 60,7%, то есть возрастание доли организмов с коротким жизненным циклом, являющихся в особенности хищными видами (личинки стрекоз, водяных жуков и хирономид), что указывает на токсическую нагрузку. Полученные результаты свидетельствуют о том, что антропогенные процессы, происходящие в среде обитания, обуславливают однозначное снижение значений индексов видового разнообразия, выровненности и видового богатства сообществ зообентоса. Изменения величин этих индексов также прослеживаются по сезонам года (табл. 2).

Таблица 2

Средние показатели разнообразия зообентоса исследуемых водоемов дельты Волги

Исследуемые водоемы	Весна			Лето			Осень		
	H	e	d	H	e	d	H	e	d
р. Волга, р. Астрахань	1,33	0,67	0,19	1,80	1,69	0,48	1,50	0,59	0,31
Белинский канал	1,76	0,67	0,28	1,91	1,84	0,58	1,73	0,75	0,44
Гандуринский канал	1,12	0,65	0,13	2,85	1,32	0,49	1,32	0,80	0,42
Кировский канал	1,62	0,71	0,30	2,72	1,30	0,65	1,81	0,55	0,53
Главный канал	1,10	0,3	0,1	2,6	1,3	0,5	1,9	0,81	0,42
р. Ахтуба	0,15	0,7	0,2	2,0	1,1	0,4	1,9	0,77	0,37
р. Бузан	1,06	0,70	0,19	2,25	1,17	0,57	1,74	0,30	0,30

Примечание: H – индекс видового разнообразия Маргалефа-Шеннона, e – индекс выровненности, d – индекс видового обилия.

Изменчивость качественного и количественного состава донных ценозов обусловлена характером грунта, распределением кормовой базы, спецификой жизненного цикла организмов, также



имеют место и случайные факторы, но одним из главных факторов является специфика антропогенного воздействия [5].

Участки р. Бузана характеризовались более однородным по составу видом и низкими индексами, что, вероятно, является следствием токсификации и, напротив, при эвтрофировании наблюдается обильное развитие видов зообентоса и значения индексов, следовательно, возрастают. Такие процессы прослеживаются в русле Гандуринского, Главного и Белинского банков.

Сезонные изменения выделенной условно-патогенной микрофлоры (энтеробактерий и аэромонад) характеризовались их активизацией также в летние и раннеосенние месяцы (сентябрь) – $35,3 \pm 0,8$ и $23,5 \pm 0,6\%$; проб, соответственно, совпадая при этом с увеличением доли диарейных инфекций среди населения региона. Пики псевдомонадной контаминации воды и рыбы приходились на весну и осень – периоды промысла в дельте Волги – $30,0 \pm 0,9$ и $27,2 \pm 0,8\%$ проб.

Вся выделенная гидромикрофлора обладала факторами патогенности, в частности, гемолизин (20,1±0,7%). Аэромонады имели ДНКазу в 70,3±0,6% случаев. Кроме того, все изолированные микроорганизмы обладали множественной антибиотикорезистентностью: они были чувствительны к левомицетину в 2,7±0,2; тетрациклину – в 9,7±0,4; стрептомицину – в 15,6±0,6; бензилпенициллину – в 96,0±0,6% случаях. Следовательно, наличие маркеров патогенности и антибиотикорезистентности позволяет микроорганизмам длительно выживать в объектах окружающей среды, т.е. воде и гидробионтах.

Таким образом, согласно значениям индекса разнообразия, выровненности, видового обилия, среднего числа таксонов в пробах и персистирования условно-патогенной микрофлоры в гидросистеме исследуемые участки р. Бузан находятся в условиях токсификации, а водоемы Гандуринского, Главного и Белинского банков – эвтрофикации.

В целом развитие эврибионтных организмов, представленных в большей степени олигохетами, личинками хирономид и отдельными таксонами моллюсков в условиях присутствия загрязнения, нельзя рассматривать как целиком положительное явление, так как утрачивается хозяйственная ценность гидробионтов как кормового объекта, непосредственно связанная с адаптацией. Повышенная кумуляция компонентов загрязняющих веществ в их теле, циркуляция по трофическим цепям остротоксичных, в частности, тяжелых металлов, создают угрозу для здоровья человека, и явление адаптации приобретает нежелательный смысл.

Библиографический список

1. Иванов В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря. – Астрахань: Изд-во КаспНИИРХ, 2000. – 100 с.
2. Ветлугина Т.А. Эколого-биологические особенности состояния популяций серебряного карася и линя в дельте Волги и перспективы их промыслового исследования. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2005. – 24 с.
3. Ларцева Л.В., Пивоваров Ю.Н. Экологическая эпидемиология: монография; под общ. ред. д-ра биол. наук, проф. Алтуфьева Ю.В. – Астрахань: Изд. дом «Астрах. ун-т», 2007. – 179 с.
4. Обухова О.В. Бактериоценоз воды и судака (*Stizostedion lucioperca*) в дельте Волги // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М. – 2004. – 23 с.
5. Насибулина Б.М. Экология донных сообществ дельты Волги в условиях антропогенного стресса // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 2006. – 42 с.

УДК 574.58.042(282.247.41)

РАСТЕНИЯ И ЖИВОТНЫЕ КАК ИНДИКАТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ПРИРОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

© 2009. Дымова Т.В., Федорович В.В.
Астраханский государственный университет