

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У ПРЕДЛИЧИНОК СЕВРЮГИ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДАХ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

*Лепилина И.Н.,*

*Кастийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
г. Астрахань*

В настоящей работе описаны основные морфологические нарушения у предличинок севрюги. Сделана попытка сопоставления содержания вредных веществ в р. Волге с количеством морфологических нарушений у предличинок севрюги. В связи с этим в 1989-1997 гг. проанализировано содержание нефтепродуктов, фенолов, тяжелых металлов в волжской воде. У предличинок севрюги выявлено 13 основных морфологических нарушений. Введен показатель, характеризующий отношение между двумя группами предличинок (с патологией и без нее). Выделены года с максимальным и минимальным количеством атипичных особей, выловленных из естественного водоема.

This work describes the main morphological abnormalities at prolarval stellate sturgeon. An attempt to compare contaminant contents in the Volga River with the number of morphological abnormalities at prolarval stellate sturgeon is done. Accordingly, the content of petroleum products, phenols, heavy metals in the Volga waters has been analyzed in 1989-1997. We have found 13 main morphological abnormalities in prolarvae of the stellate sturgeon. An index characterizing the ratio between two groups of prolarvae (with pathology and without it) was introduced. Years with maximum and minimum numbers of the atypical specimens caught from the natural water body were distinguished.

Объектом исследования являлись предличинки севрюги на 36-43 стадиях развития, выловленные в период ската с нерестилиц на стационарных створах семний Каменный Яр (134 км от плотины Волгоградской ГЭС), Старица (180 км), Соленое Займище (230 км), Цаган-Аман (297 км), Енотаевка (350 км), Шамбай (408 км). Всего исследовано 5388 предличинок севрюги. Полевые наблюдения проводились с мая по август 1989 -1999 гг. В это время выполнялись работы по сбору проб и фиксации предличинок в растворах 4,0%-го формалина и Буэна. Вылов предличинок осуществлялся конусными сетями ИКС-80 (Расс, Казанова, 1966), изготовленными из капронового сита №10-12, которые крепились к сборному шесту и устанавливались на 5-6-й вертикалях русла реки. Продолжительность экспозиции составляла 10 мин. Одновременно устанавливались три сетки. Ими облавливались поверхностный, средний и придонный горизонты воды.

Пробы после фиксации просматривали под бинокулярным микроскопом МБС-10 без предварительного препарирования. Зафиксированных предличинок помещали в чашку «Петри» с водой и определяли вид, стадию развития (Детлаф и др., 1981). При помощи окулярмикрометра и торсионных весов ВТ-500 измеряли общую длину, длину желточного мешка и массу предличинок. Гистологические исследования проводили классическим методом (Ромейс, 1954). Всего изготовлено 6952 гистологических среза. Окрашивали препараты гематоксилин-эозином. Просмотр срезов проводили под микроскопом МБИ-3.

Факторы, обусловившие появление аномалий в раннем онтогенезе, многообразны: физиологическое состояние производителей, антропогенное загрязнение Волго-

Каспия пестицидами, нефтепродуктами, тяжелыми металлами. Значительные выбросы токсикантов в волжскую воду вызывали в отдельные годы увеличение количества предличинок с врожденной патологией и вели к значительной гибели производителей осетровых (Лукьяненко, 1989). Наличие токсических веществ в организме рыб, мигрирующих на нерест, способствовало развитию у них хронического кумулятивного токсикоза (Журавлева и др., 1991). Следствием этого являлась низкая эффективность нереста, пониженная жизнестойкость предличинок и личинок осетровых, появление у них различных уродств.

В 1989 г. гидрологический режим был неблагоприятным для размножения севрюги. Объем стока за период летней межени (июнь-август) составлял 52,8 км<sup>3</sup>. Температурный режим р. Волги имел свои характерные особенности. Низкие горизонты воды обусловили более ранний ее прогрев на местах размножения. В связи с этим нерестовые температуры (16,0°C) наступили на три дня раньше по сравнению с 1988 г.

Наибольшая частота встречаемости рыб с патологией (производителей и предличинок севрюги) за исследуемый период зафиксирована в 1989 г. Известно, что значительное ухудшение физиологического состояния производителей осетровых пришлось на 1987-1988 гг., когда было выявлено расслоение мышечной ткани, вызванное кумулятивным политоксикозом (Лукьяненко, 1990). Одной из причин гепатоксической гипоксии (Гераскин, 1989) можно считать воздействие на производителей нефтяного и пестицидного загрязнения. У производителей с высоким содержанием ДДТ в половых железах подавлялось развитие резервного фонда половых клеток. Уровень патологии гаметогенеза у самок севрюги достиг максимума и в 1989 г. составлял 51,0% (Алтуфьев и др., 1992).

Наибольшее содержание нефтепродуктов в волжской воде фиксировалось в 1975, 1988-1989 гг. (Хорошко и др., 1989). В 1989 г. концентрации нефтепродуктов были равны 0,84 мг/л, что соответствовало 17 ПДК. Установлено, что токсическое воздействие нефти на рыб происходило даже при сравнительно низких ее концентрациях (0,01-0,1 мг/л). При повышении до 15 ПДК наблюдалось снижение темпа роста и развития, плодовитости, подавление воспроизводительной способности рыб (Аббасов и др., 1991).

Известно, что наибольшему воздействию различных фракций нефти подвержена икра севрюги на стадии гастрюлы и нейрулы (Гиреев, 1983). Нефть и ее производные способствовали появлению следующих видов нарушений у предличинок севрюги: маленького объема желточной массы в связи с нарушением фазы трофического роста ооцитов и уменьшения массы гонад на 30,0%, истончению и ослаблению тургора и наружных покровов желточного мешка (Шагаева и др., 1993). Подобные патологические изменения в большей степени проявлялись в 1989 г.

Фенолы - широко распространенная и высоко токсичная группа загрязнителей. Фенольные соединения в поверхностных водах имели естественную природу, в значительных количествах они поступали со сточными водами, образуясь в результате трансформации других загрязняющих веществ. Повышенные концентрации фенолов вызывали у предличинок осетровых нарушения при формировании пищеварительной системы (к концу желточного питания стенки пищеварительного тракта оказывались более тонкими за счет уменьшения высоты клеток эпителиальной выстилки и недоразвития соединительнотканых и мышечных оболочек), микроцефалию, способствовали появлению жировых капель на 38-40 стадиях развития (фенол тормозил жировой обмен), вызывали некроз печени, дегенерацию мышечной ткани (Детлаф и др., 1981). В 1989 году концентрации фенольных соединений составляли 5 ПДК (0,005 мг/л).

Опасность загрязнения вод тяжелыми металлами связана с их высокой токсичностью. Они мало подвержены процессам самоочищения, способны длительно циркулировать в водных экосистемах, переходя из одной формы в другую. Основным путем поступления тяжелых металлов в организм рыб - это жабры и кишечник, в который они попадают с кормовыми организмами. В жабрах осетровых выявлена гиперплазия эпителия на разных участках филламентов. Одной из причин таких образований у осетровых в природных условиях может быть воздействие солей тяжелых металлов (Романов и др., 1998). Некоторые тяжелые металлы оказывали эмбриотоксическое действие: под их воздействием у личинок и молоди осетровых наблюдалось недоразвитие плавников, межноздревых перегородок, усиков, жаберных крышек, жаберных лепестков. Тяжелые металлы тормозили рост и дифференцировку организма молоди рыб. Их воздействие способствовало лизису желточных пластинок из-за угнетения ферментов расщепления, недоразвитию передней брюшной стенки, в связи с чем вся масса желтка вываливалась из полости тела (Детлаф и др., 1981).

В 1989 году в летние месяцы величины меди и цинка превышали ПДК в 3-7 раз, кадмия - в 5 раз, свинца - в 5,6 раза (Андреев и др., 1989).

Ситуация, сложившаяся в 1989 г. на р. Волге, способствовала появлению максимального количества предличинок севрюги с разнообразными морфологическими нарушениями. Выявлено 13 основных морфологических нарушений: искривление туловищного отдела, деформация хвостового отдела и желточного мешка, нарушения при дифференцировке желточного мешка на желудочный и кишечный отделы, микроцефалия, отсутствие контуров четвертого желудочка в продолговатом мозге, опухолеподобные образования, асимметричная закладка грудных плавников, изъязвления на желточном мешке, водянка околосоердечной полости, нарушения целостности плавниковой каймы, жировые капли в области желточного мешка, нарушения пигментации. В этом году соотношение между предличинками с аномалиями и без них было равно 1:2,7 экз., то есть на одну предличинку с дефектами развития приходилось 2,7 экз. нормально развивавшихся.

Гидрологический режим в 1990 г. был более благоприятным по сравнению с 1989 г. Объем стока за июнь-август составлял 81,7 км<sup>3</sup>. Высокие расходы воды в течение летней межени обусловили медленный ее прогрев. Среднемесячная температура была на 1-2°С ниже, чем в 1989 г.

Количество нефтепродуктов в волжской воде сократилось по сравнению с предыдущим годом в 3,5 раза и было равно 0,28 мг/л (5 ПДК), (Материалы..., 1996). Концентрации фенольных соединений фиксировались на отметке 0,0025 мг/л. Колебания содержания различных тяжелых металлов варьировали от 0,5 до 5 ПДК. При такой обстановке видовой состав морфологических уродств сократился с 12 до 9 нарушений. Увеличилось в два с половиной раза по сравнению с 1989 г. количество скатившихся предличинок севрюги без патологии развития. Соотношение между аномально и нормально развивавшимися предличинками было равно 1:6,5 экз.

В 1991 г. гидрологический и температурный режимы р. Волги были благоприятными для воспроизводства севрюги. Объем стока за период летней межени составлял 65,8 км<sup>3</sup>, что обеспечило полное залитие всех русловых нерестилищ в нижнем течении р. Волги. Уровень нефтяного загрязнения был минимальным (0,02 мг/л) за период исследования, количество фенольных соединений - 0,003 мг/л. Содержание цинка, свинца, кадмия находилось в пределах нормы (0,4 - 1,3 ПДК) для рыбохозяйственных водоемов. Соотношение между предличинками севрюги, имевшими патологию и нормально развивавшимися, было равно 1:16,5 экз. Это означает, что из 17 скатив-

шихся экз. молоди только одна имела пороки развития. В 1991 г. на нижней зоне (включающей в себя створы учета предличинки от с. Цаган-Аман, п. Енотаевка до с. Шамбай) из 60 экз. только одна предличинка имела нарушения в своем развитии. Наибольшее количество молоди без видимой патологии вылавливалось на створе п. Енотаевка (86,5 экз. на одну атипичную предличинку).

Гидрологические условия в 1992 г. были менее благоприятными для воспроизводства севрюги по сравнению с 1991 г. Объем стока за период летней межени составлял 56,4 км<sup>3</sup>, температура воды была на 1-2°С ниже, что оказало определенное влияние на условия нереста производителей и ската предличинки.

Содержание нефти и ее производных выросло по сравнению с 1991 г. в 1,5 раза (0,15 мг/л). Концентрации фенольных соединений в волжской воде были на уровне 0,0015 мг/л. Превышение ПДК зафиксировано по хрому, меди, свинцу. Среди определяемых элементов наиболее значительным в количественном отношении являлся цинк, который способен оказывать влияние на рост гидробионтов (Кудинова, 1997). Число нормально развивавшихся предличинки, скатившихся с нерестилищ, сократилось наполовину по сравнению с предыдущим годом. Соотношение между двумя группами (с патологией и без нее) было равно 1:8,7 экз.

Объем стока в 1993 г. за период летней межени составлял 67,6 км<sup>3</sup>. В связи с поздней, затяжной весной прогрев воды на нерестилищах проходил очень медленно, что привело к снижению среднемесячных температур на 1,8-2,0°С.

Нефтяное загрязнение речного стока находилось в пределах 3 ПДК (0,15 мг/л), фенольное – 0,0015 (1,5 ПДК). Возросло содержание цинка (0,015 мг/л), хрома (0,014 мг/л), кадмия (0,0025 мг/л). Содержание пестицидов в донных отложениях было на два порядка выше, чем в воде, за счет сорбционной и кумулятивной способности грунтов.

В том же году сократилось соотношение между уродливо и нормально развивавшимися предличинками севрюги. Каждая четвертая предличинка имела отклонения от типичного развития.

В 1994 г. объем стока за период летней межени был самым высоким за период исследований и составлял 100,7 км<sup>3</sup>. Весна была ранняя, теплая, среднесуточная температура в период массового ската составляла 14,8-18,0°С.

В этом году увеличилось число предличинки севрюги без патологии развития. Соотношение между двумя группами было равно 1:14,3 экз., то есть из 15 скатившихся предличинки только у одной выявлялись нарушения. По-видимому, решающую роль в возникновении различных аномалий предличинки при одинаковых показателях нефтяного загрязнения играли фенольные соединения (до 3 ПДК в 1990 г. и 1 ПДК в 1994 г.), а также общее ослабление организма производителей в результате хронической интоксикации, гормонального дисбаланса, повышенного содержания ХОП в гонадах (Романов, Алтуфьев, 1990). На месте ската в 1994 г. фенолы вообще не обнаружены. В других районах исследований их распределение было достаточно равномерным. Такое явление связано с увеличением волжского стока, в результате которого происходило многократное разбавление дельтовых вод.

Гидрологический режим в 1995 г. с ранней теплой весной был благоприятным для воспроизводства севрюги. Объем стока составлял 62,1 км<sup>3</sup>, что обеспечило обводнение нерестилищ.

Ежегодно количество нефтепродуктов в волжской воде уменьшалось, в 1995 г. оно составило 0,04 мг/л. Фенольные соединения – 0,0005 мг/л. Соли тяжелых метал-

лов (хром, кадмий) находились в пределах нормы. Содержание свинца и меди снизилось по сравнению с 1994 г. наполовину, составив 0,01 и 0,004 мг/л.

Каждая десятая предличинка севрюги, скатившаяся в 1995 г., характеризовалась уродствами в развитии. Соотношение между предличинками с патологией и без нее составляло 1:9,8 экз.

Поздний прогрев воды и объем стока в период летней межени (39,2 км<sup>3</sup>) в 1996 г. оказали неблагоприятное по сравнению с 1997 г. влияние на условия нереста и ската предличинок севрюги.

В 1996, 1997 годах прослеживалась тенденция улучшения физиологических и морфофункциональных параметров производителей, вплоть до возврата к прежней относительной норме (Гераскин и др., 1998). В эти годы уровень нефтяного загрязнения волжской воды колебался от 0,02 до 0,14 мг/л, фенольных соединений – от 0,001 до 0,002 мг/л соответственно. Содержание цинка варьировало от 3,6 до 4,3 ПДК; меди – от 5 до 8 ПДК; свинца – от 1,1 до 1,8 ПДК. В эти годы у предличинок севрюги не выявлено значительных отклонений от типичного развития. Соотношение между уродливо и нормально развивавшимися предличинками составляло 1:9,8 экз.

Анализ ситуации, сложившейся на р. Волге с 1989 по 1997 гг., с использованием показателя, который характеризовал отношение между двумя группами предличинок (с патологией или без нее), позволил выделить три временных отрезка.

1-й период - 1989 год, который характеризовался как самый неблагоприятный. В этом году зафиксировано наибольшее количество предличинок севрюги с морфологическими нарушениями. На одну предличинку, имевшую патологию развития, приходилось лишь 2,7 экз. нормально развивавшихся, то есть соотношение между этими двумя группами было равно 1:2,7. Для многих предличинок была характерна тяжелая форма патологии, приводившая к их гибели (отсутствие деления желточного мешка на желудочный и кишечный отделы, малый объем желтка, отсутствие контуров четвертого желудочка в продолговатом мозге, сильная степень поражения водянкой окологердечной полости).

2-й период включал 1991, 1994 годы. В это время скатилось максимальное количество предличинок севрюги без видимых внешних уродств. В эти годы соотношение между предличинками с уродствами и нормально развивавшимися равнялось 1:16,5-1:14,3 экз. Доминировали предличинки со слабой степенью патологии (изменение формы желтка при значительном его объеме, асимметричная закладка грудных плавников, укороченный туловищный или хвостовой отделы).

3-й период объединял 1990, 1992, 1993, 1995-1997 гг., которые отличались относительной стабильностью числа нормально развивавшихся предличинок севрюги, скатившихся с нерестилищ. На одну предличинку с патологией развития приходилось 6,8 экз. нормально развивавшихся. Выявлена средняя степень патологии, которая могла не привести к гибели предличинок, но значительно уменьшить общую резистентность (искривления туловищного, хвостового отделов, изъязвления и опухолеподобные образования на кожных покровах).

Полученные материалы свидетельствуют о комплексном и суммарном воздействии токсикантов. Механизм вредного воздействия может проявиться в стереотипности их влияния. Очень сложно установить воздействие того или иного токсиканта в естественном водоеме на осетровых различных возрастных групп (икринка - взрослая особь). Можно предположить, что опухолеподобные образования на кожных покровах предличинок (до 5,0% от общего количества нарушений), значительное снижение объема желточной массы, слабость тургора желточного мешка, истончение его кож-

ного покрова связаны с воздействием водорастворимых фракций нефти, максимальное количество которых было обнаружено в 1989 г.

В 1990 году вылавливались предличинки с нарушениями в формировании пищеварительной, центральной нервной систем. У некоторых из них жировые капли обнаруживались в желудке на 38-40 стадиях (фенол тормозил жировой обмен). Выявлялся некроз печени, встречалась дегенерация мышечной ткани. Все это – виды нарушений, к которым могли привести повышенные концентрации фенольных соединений.

Воздействие значительных концентраций солей тяжелых металлов способствовало лизису желточных пластинок и стенок желудка, из-за чего вся масса желточного мешка вываливалась в полость тела. Такие нарушения фиксировались в 1989, 1990, 1997 гг. Тяжелые металлы могли привести к формированию короткого спирального клапана (до 4 камер вместо 7). Промежуточная кишка у таких предличинок вытягивалась и уплощалась. Известно, что значительные концентрации солей тяжелых металлов прежде всего действуют на икру осетровых (Детлаф и др., 1981). Это воздействие проявляется у старшевозрастных групп - личинок и молоди (когда видна недоразвитая межноздревая перегородка и плавники, укороченные усики, жаберные крышки и жаберные лепестки).

Стабилизация нефтяного (4-5 ПДК) и фенольного (1-1,5 ПДК) загрязнений на фоне благоприятного нереста по температурному и гидрологическому режимам в 1995-1997 годах сказалась на количестве нормально развитых особей (9,8 экз. на одну аномальную предличинку).

Таким образом, аномалии в строении предличинок рыб являются прежде всего объективным показателем состояния природной среды и ее влияния на их жизнедеятельность.

## ЛИТЕРАТУРА

**Аббасов Р.Ю., Джабаров М.И., Мусаев С.М., Бабаева Р.Ф.** Влияние различных концентраций дизельного топлива на эмбриональный период развития рыб // II Всесоюз. конф. по рыбохозяйственной токсикологии. - СПб., 1991. - Т.1. - С. 3-4.

**Алтуфьев Ю.В., Романов А.А., Шевелева Н.Н.** Гистопатология поперечнополосатой мышечной ткани и печени каспийских осетровых // Вопр. ихтиологии. - 1992. - Т. 32. - Вып.2. - С. 157-171.

**Андреев В.В., Крючков В.Н., Григорьев В.А.** Накопление тяжелых металлов в водных экосистемах и их влияние на осетровых рыб // Осетровое хоз-во водоемов СССР: Кр. тез. научн. докл. к предстоящему Всесоюз. совещ. (ноябрь, 1989 г.). - Астрахань, 1989. - Ч. 1. - С. 6-7.

**Гераскин П.П.** Нарушения обмена веществ у русского осетра в современных условиях Волго-Каспия // Осетровое хоз-во водоемов СССР: Кр.тез. докл. к предстоящему всесоюз. совещанию. - Астрахань, 1989. - С. 60-62.

**Гиреев Н.М.** Влияние различных видов нефти и нефтепродуктов на динамику важнейших физиологических функций рыб в онтогенезе: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. - Баку, 1983. - С. 13-17.

**Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И.** Развитие осетровых рыб (Созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок). - М.: Наука, 1981. - 228 с.

**Журавлева Г.Ф., Земков Г.В., Романов А.А.** Полифункциональная характеристика гонадотропина осетровых Каспия в современной эколого-токсикологической обстановке // Эндокринная система организма и вредные факторы окружающей среды: Матер. IV Всесоюз. конф. - Ленинград, 1991. - С. 88.

**Кудинова Н.А.** Биохимическая оценка загрязнений // Энергия. - 1997. - № 2. - С. 28 - 29.

**Лукьяненко В.И.** Влияние загрязнений на условия обитания, нагула и воспроизводства волго-каспийских осетровых // Осетровое хозяйство водоемов СССР: Кр. тез. науч. докл. к предстоящему всесоюз. совещ. (ноябрь 1989 г.). - Астрахань, 1989. - Ч.1. - С. 198-199.

**Лукьяненко В.И.** Влияние многофакторного антропогенного пресса на условия обитания, воспроизводство, численность и уловы осетровых // Физиолого-биохимический статус волго-каспийских

осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный политоксикоз). - М., 1990. - 25-44.

Материалы к государственному докладу о состоянии окружающей природной среды РФ за 1996 г. по Астраханской области / Под общ. ред. Ю.С. Чуйкова. - 1997. - 148 с.

**Расс Т.С., Казанова И.И.** Методическое руководство по сбору икринок, личинок и молоди рыб. - М., 1966. - 140 с.

**Романов А.А., Федорова Н.Н., Дубовская А.В.** Морфофункциональные нарушения жаберного эпителия осетровых рыб Волго-Каспия в природных условиях // Цитология. - 1998. - Т.40. - № 6. - С.529-535.

**Романов А.А., Алтуфьев Ю.В.** Новообразования в половых железах и печени осетровых рыб (Acipenseridae) Каспийского моря / Вопр. ихтиологии. - 1990. - Т. 3. - Вып. 6. - С. 1040-1044.

**Ромейс Б.** Микроскопическая техника. - М., 1954. - 648 с.

**Хорошко В.И., Попова О.В., Васильева Л.М.** Эколого-токсикологическая обстановка в восточной части Северного Каспия // Осетровое хозяйство водоемов СССР: Краткие тез. науч. докл. к предстоящему всесоюз. совещ. (ноябрь 1989 г.). - Астрахань, 1989. - Ч.1. - С. 331-332.

**Шагаева В.Г., Никольская М.П., Акимова Н.В., Марков К.П., Никольская Н.Г.** Исследование раннего онтогенеза волжских осетровых (Acipenseridae) в связи с антропогенным воздействием // Вопр. ихтиологии. - 1993. - Т. 33. - № 2. - С. 230-240.

УДК 576.8(26)

## ГЕТЕРОТРОФНАЯ МИКРОФЛОРА МИКРОБНЫХ ЦЕНОЗОВ ВОДЫ ЗАЛИВОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА САХАЛИНА

*Полтева А. В., Латковская Е. М.,  
Сахалинский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии, г. Южно-Сахалинск*

Исследованы группы гетеротрофных микроорганизмов микробиоценозов воды заливов Пильтун, Чайво, Ныйский, Набиль, Луньский в летне-осенний период 1996-2000 годов. Определена численность сапрофитных гетеротрофных бактерий, участвующих в разложении легкодоступных органических соединений; морских гетеротрофов, развивающихся в условиях соленой воды; нефтеокисляющих и фенолрезистентных микроорганизмов. Численность двух последних групп микроорганизмов коррелировала с содержанием углеводородов и фенолов в водах и донных отложениях заливов. По численности сапрофитных микроорганизмов заливы можно отнести к олигомезотрофным водоемам.

Groups of heterotrophic microorganisms of the water microbiocenoses from the bays Piltun, Chaivo, Nyisky, Nabil, Lunsy have been studied during the summer-autumn period in 1996-2000. The following numbers were estimated: saprophyte heterotrophic bacteria, involving in decomposition of the ready organic compounds; marine heterotrophic organisms, developing in the salt-water conditions; petroleum-oxidizing and phenol-resistant microorganisms. Numbers of the last two groups of microorganisms correlated with the content of hydrocarbons and phenols in waters and bottom sediments of the bays. By the number of saprophyte microorganisms the bays can be related to oligo-mesotrophic water bodies.