

БИОЛОГИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.562:597.21:597-15:597-152.6(265.518)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗДЕЙСТВИИ ПАРАЗИТИЗМА ТРЕХЗУБОЙ МИНОГОЙ *LAMPETRA TRIDENTATA* НА ТИХООКЕАНСКУЮ ТРЕСКУ *GADUS MACROCEPHALUS*

© 2010 г. Д.В. Пеленев¹, А.М. Орлов¹, А.В. Винников²

1 - Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва 107140

2 - Камчатский Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Петропавловск-Камчатский 683602

Поступила в редакцию 18.02.2009 г.

Окончательный вариант получен 02.10.2009 г.

Рассмотрено воздействие паразитизма тихоокеанской миноги на тихоокеанскую треску в северо-западной части Тихого океана. Показано, что трехзубая минога концентрируется в местах наиболее плотных скоплений трески. Выявлено влияние паразитизма миноги на физиологическое состояние ее жертв.

Ключевые слова: трехзубая минога, тихоокеанская треска, жертва, рана, северо-западная часть Тихого океана.

ВВЕДЕНИЕ

Трехзубая минога *Lampetra tridentata* является эндемичным для северной части Тихого океана видом анадромных паразитических миног, распространенным от северной части Берингова моря на севере до центральной части о. Хонсю (Япония) и р. Санто-Доминго (Мексика) на юге (Scott, Crossman, 1973; Ruiz-Campos, Gonzalez-Guzman, 1996; Fukutomi et al., 2002). Она является одним из наиболее многочисленных видов паразитических миног Северной Пацифики и из всех северо-тихоокеанских видов представляет собой наиболее серьезную угрозу для других рыб (Richards et al., 1982). Взрослые особи данного вида паразитируют на многих видах рыб, нанося существенный вред объектам промысла. С одной стороны, они сокращают численность промысловых рыб, а с другой – портят товарный вид улова, который, как правило, выбраковывается и не поступает на дальнейшую переработку.

Одной из жертв трехзубой миноги в северной части Тихого океана является треска *Gadus macrocephalus*. Несмотря на зарегистрированные случаи оказываемого миногой негативного воздействия на промысловые запасы трески (Новиков, 1963; Beamish, 1980; Орлов и др., 2007а, 2008), до сих пор остаются практически не исследованными его степень и масштабы, а также специфика ранений, оставляемых миногой на теле жертв.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Результаты исследований базируются на материалах, собранных на борту российских и японских промысловых судов донными тралами и донными ярусами в 2001 и 2007 гг. в западной части Берингова моря и сопредельных водах (рис. 1).

Проанализировано 118 экз. трески со следами ранений трехзубой миноги. Анализ повреждений проводился в соответствии с недавно разработанными рекомендациями (Орлов, Винников, 2005; Орлов и др., 2007а, 2007б). У рыб с отметками от нападений миног измеряли общую длину и массу тела общую и без внутренностей, определяли пол, число ран, их тип, положение на теле, диаметр и глубину. Дифференциацию поверхности тела жертв на сектора осуществляли на основе опубликованных схем (Lennon, 1954; Cochran, 1985) с небольшими

изменениями в нумерации, в соответствии с частотой встречаемости ран (Орлов и др., 2007а, 2007б).



Рис. 1. Места сбора материалов для изучения взаимоотношений трески и трехзубой миноги северо-западной части Тихого океана в апреле-ноябре 2001, 2007 гг.

Fig. 1. Sample sites of the data on Pacific cod and Pacific lamprey relationships in the western Bering Sea, April-November 2001, 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ поражений трески (табл. 1) показал, что большая часть их (83,1%) была представлена одиночными ранениями (среднее число ран 1,3, максимальное – 10). Левая сторона тела трески подвергалась атакам чаще в сравнении с правой (55,7 и 44,3%, соответственно). Среди пораженных рыб отмечалось некоторое численное превосходство самок над самцами – 58,1 и 41,9%, соответственно. Однако, вряд ли это связано с избирательностью миноги по отношению к полу жертвы, поскольку самки преобладают и в траловых уловах (52,4%). 34,4% всех ран обнаружено на передней части, 22,7% на задней части спинной стороны, 19,3% на передней части брюшной стороны, 8,9% на задней части, остальные ранения распределились между головным и хвостовым отделом (6,7 и 8,0%, соответственно). На долю следов от присасывания, которые, вероятно, характеризуют долю неудачных атак, пришлось всего 6,3% от общего числа ранений. Доля зарубцевавшихся ран, по которым можно судить о том, что рыба подвергалась атакам миног в прошлом, составила 2,9%. На поверхностные раны пришлось 20,6%, глубокие – 33,1%, очень глубокие – 43,4% от общего числа поражений. Средний диаметр раны составил 26,6 мм (пределы 5-55 мм), глубина – 12,8 мм (пределы 2-40 мм). На долю гноящихся ран пришлось 7,4%. В настоящее время невозможно оценить смертность особей трески в результате атак миног, но можно предположить, что она крайне высока в случае множественных нападений (10 ран одновременно), очень глубоких ранений (до позвоночника, костей и внутренних органов) и загноения ран.

До сих пор нет единого мнения относительно последствий атак миног на физиологическое состояние их жертв. Некоторыми исследователями (Абакумов, 1959; Hart, 1973) отмечается, что атаки миног приводят к замедлению роста, ухудшению состава мяса, исхуданию и ослабеванию рыб-жертв. В противоположность этому мнению, на основании экспериментов Ройсом (Royce, 1949) было показано, что даже после 10 удачных атак и 4 незалеченных ранах,

атакованные рыбы не теряли веса. Анализ наших данных позволяет лишь сделать предположение (число определений коэффициента упитанности невелико) о том, что особи трески со следами атак трехзубой миноги менее упитанны в сравнении с непораженными рыбами (табл. 2). Так, коэффициент упитанности по Фультону составлял у особей, атакованных миногой 1,183, тогда как у непораженных особей – 1,376. По данным Н.В. Кловач с соавторами (Кловач и др., 1995), в западной части Берингова моря величина рассматриваемого показателя у трески колеблется в пределах 1,2-1,3, что несколько ниже полученных нами данных для неатакованных миногой рыб, но все равно выше, чем у особей со следами атак миноги.

Таблица 1. Характеристика ран, оставленных на теле трески *Gadus macrocephalus* трехзубой миногой *Lampetra tridentata* в западной части Тихого океана, апрель-ноябрь 2001-2007 гг.

Table 1. Characteristics of lamprey *Lampetra tridentata* wounds on Pacific cod *Gadus macrocephalus* body in the western Bering Sea, April-November 2001-2007.

Параметр	Значение					
Число особей/ран	118/149					
Длина тела, см	Мин.	Макс.			Сред.	
	50	99			71,5	
Масса тела, г	Мин.	Макс.			Сред.	
	1200	11800			4647,9	
Число ран	Мин.	Макс.			Сред.	
	1	10			1,3	
Доля одиночных ран, %	83,1					
Распределение по секторам тела, %	I	II	III	IV	V	VI
	34,4	22,7	19,3	8,9	6,7	8,0
Распределение по сторонам тела, %	Левая			Правая		
	55,7			44,3		
Соотношение полов (в уловах), %	Самки			Самцы		
	58,1 (52,4)			41,9 (47,6)		
Соотношение след/рана, %	След от присасывания			Рана		
	6,3			93,7		
Характер ранения, %	Шрам	Поверхностная рана		Глубокая рана		Очень глубокая рана
	2,9	20,6		33,1		43,4
Диаметр раны, мм	Мин.	Макс.			Сред.	
	5	55			26,6	
Глубина раны, мм	Мин.	Макс.			Сред.	
	2	40			12,8	
Доля гноящихся ран, %	7,4					

Величины гонадо-соматического (ГСИ) и гепато-соматического (ПСИ) индексов у пораженных миногой особей оказались существенно меньшими в сравнении со здоровыми рыбами (табл. 2). Поскольку число определений ГСИ и ПСИ мало, мы можем сделать только предположения относительно возможных причин выявленных различий. Меньшую удельную массу печени атакованных миногой особей можно объяснить тем, что у тресковых рыб данный орган играет ведущую роль в поддержании энергетического обмена в неблагоприятных условиях и ответственен за синтез белка (Пономаренко и др., 1996), а накопленный в печени жир вовлекается в процесс метаболизма для поддержания нормальной жизнедеятельности (Шульман, 1960). Пока неясна зависимость между физиологическим состоянием пораженной миногой трески и пониженным значением ГСИ. Известно, что у некоторых тресковых имеется отчетливо выраженная положительная корреляция между массой гонад и массой печени (Яржомбек, 1971). Известно также, что по мере роста тресковых усиливаются процессы накопления жира в печени (Миндер, Миндер, 1967; Ярагина, 1992), имеющие большое значение для обеспечения энергетическими

ресурсами созревающих гонад (Пономаренко и др., 1996). Можно предположить, что в результате атак миног депозитный жир печени расходуется не на созревание гонад, а на восстановительные процессы, связанные с заживлением ран, в связи с чем гонады больных рыб отстают в развитии в сравнении со здоровыми.

Таблица 2. Сравнительная характеристика биологического состояния трески в западной части Берингова моря в апреле-ноябре 2001-2007 гг. (1 – подвергшиеся атакам трехзубой миноги особи, 2 – рыбы без следов нападения миног, Куп – коэффициент упитанности, ГСИ – гонадо-соматический индекс, ПСИ – гепато-соматический индекс).

Table 2. Comparative biological characteristics of Pacific cod in the western Bering Sea, April-November 2001-2007 (1 – fish with lamprey marks, 2 – fish without lamprey marks, Куп – condition factor, ГСИ – gonado-somatic index, ПСИ – hepato-somatic index).

Параметр	Длина, см		Масса тела с внутренностями, г		Масса тела без внутренностей, г		Куп по Кларку		Куп по Фултоу		ГСИ		ПСИ	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Минимальное значение	50,0	24,6	1200,0	152,0	800,0	136,0	0,956	0,745	0,136	0,932	1,695	0,077	2,906	2,058
Максимальное значение	99,0	101,7	11800,0	15210,0	6535,0	10595,0	1,158	1,415	2,012	2,170	4,591	21,747	8,110	12,271
Среднее значение	71,5	64,3	4647,9	4349,0	3327,0	3259,0	1,044	1,069	1,183	1,376	2,797	3,169	4,634	6,276
Число рыб	118	450	117	450	5	450	5	450	117	450	5	450	5	450

По нашим данным (рис. 2), степенной коэффициент зависимости между длиной тела и массой трески, характеризующий ее упитанность (Froese, 2006), у особей со следами нападений миног как из траловых (2,8225), так и ярусных (3,1258) уловов, был несколько меньше в сравнении с рыбами, не подвергшимися атакам (3,2305). По данным Вершинина (1987) и Винникова (Vinnikov, 1996) величина этого коэффициента у трески в северо-западной части Берингова моря составляла 3,01. Полученные отличия могут быть обусловлены различными периодами сбора данных.

Таким образом, приведенные факты свидетельствуют о влиянии паразитизма миноги на физиологическое состояние трески.

Существует мнение (Royce, 1949; Farmer, Beamish, 1973; Farmer, 1980), что крупные рыбы подвергаются атакам миног чаще по сравнению с мелкими особями. Результаты массовых промеров здоровых и пораженных миногой особей трески показывают (рис. 3), что размеры атакованных рыб в траловых и ярусных уловах сильно различались (средняя длина трески 67,0 и 73,4 см, соответственно), что может быть обусловлено различной селективностью трала и яруса по отношению к размерной структуре облавливаемых скоплений. Тем не менее, размерный состав траловых уловов, наиболее полно отражающий размерную структуру трески в западной части Берингова моря в период проведения исследований, характеризовался присутствием большого числа мелкоразмерных рыб длиной до 50 см, на которых минога не нападала. Таким образом, можно заключить, что минога обладает избирательностью, атакуя более крупных в популяции особей.

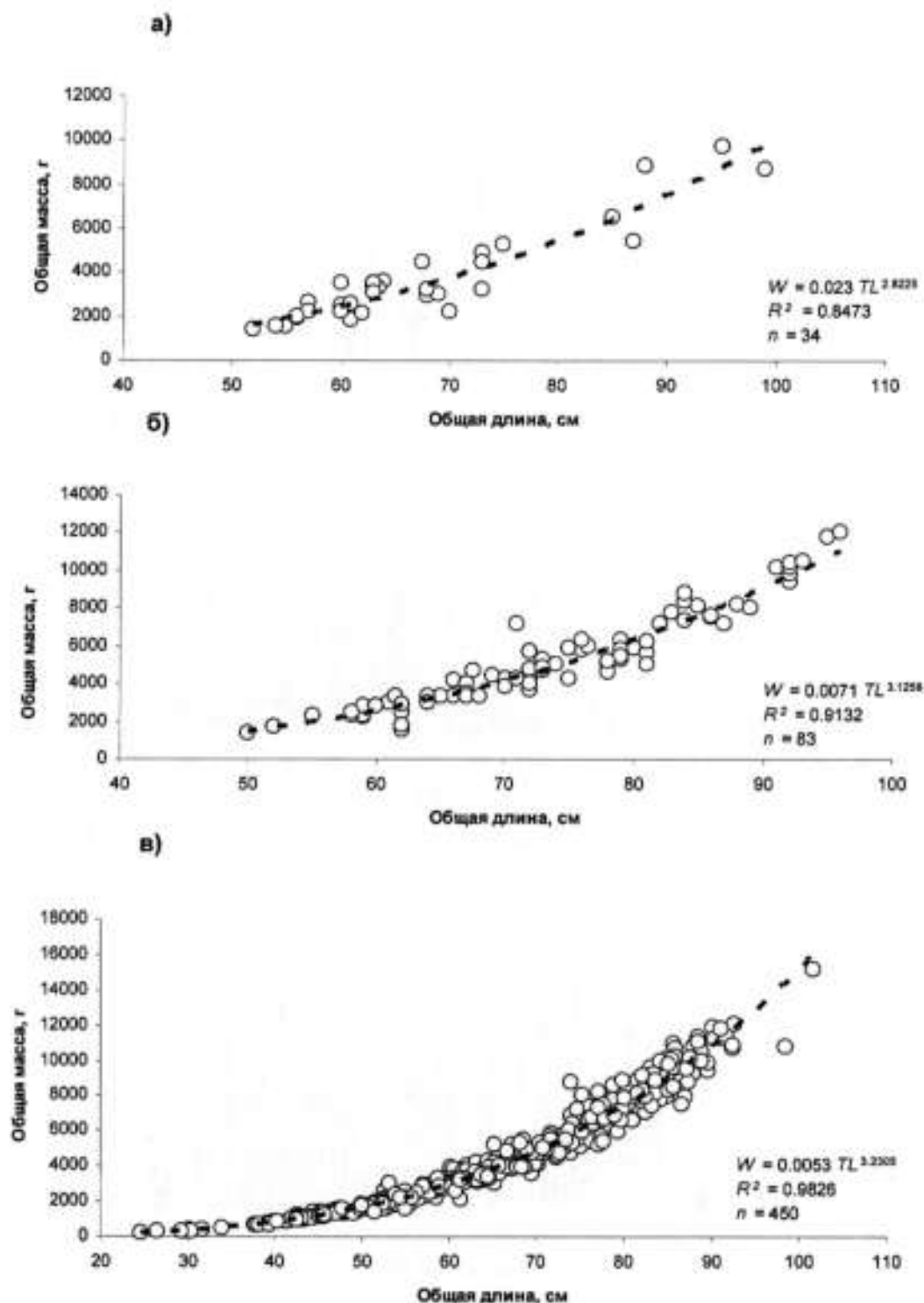


Рис. 2. Зависимость между длиной и массой тела трески в северо-западной части Берингова моря: а) у пораженных миногой особей в апреле-ноябре 2001 и 2007 гг. (донный трал и донный ярус); б) у пораженных миногой особей в мае-августе 2007 г. (донный ярус, СРТМК «Румянцева»); в) у особей без следов нападения миног в сентябре-октябре 2007 г. (донный трал, РТМК-С «Василий Каленов»). W – общая масса тела (г), TL – общая длина (см), R^2 – коэффициент достоверной аппроксимации, n – число особей.

Fig. 2. Length-weight relationships of Pacific cod in the western Bering Sea: а) fish with Pacific lamprey marks, April-November 2001, 2007 (bottom trawls); б) fish with lamprey marks, May-August 2007 (bottom longlines, F/V «Rumyantseva»); в) fish without lamprey marks, September-October 2007 (bottom trawl, F/V «Vasily Kalenov»). W – total body weight (g), TL – total length (cm), R^2 – coefficient of authentic approximation, n – number of fish.

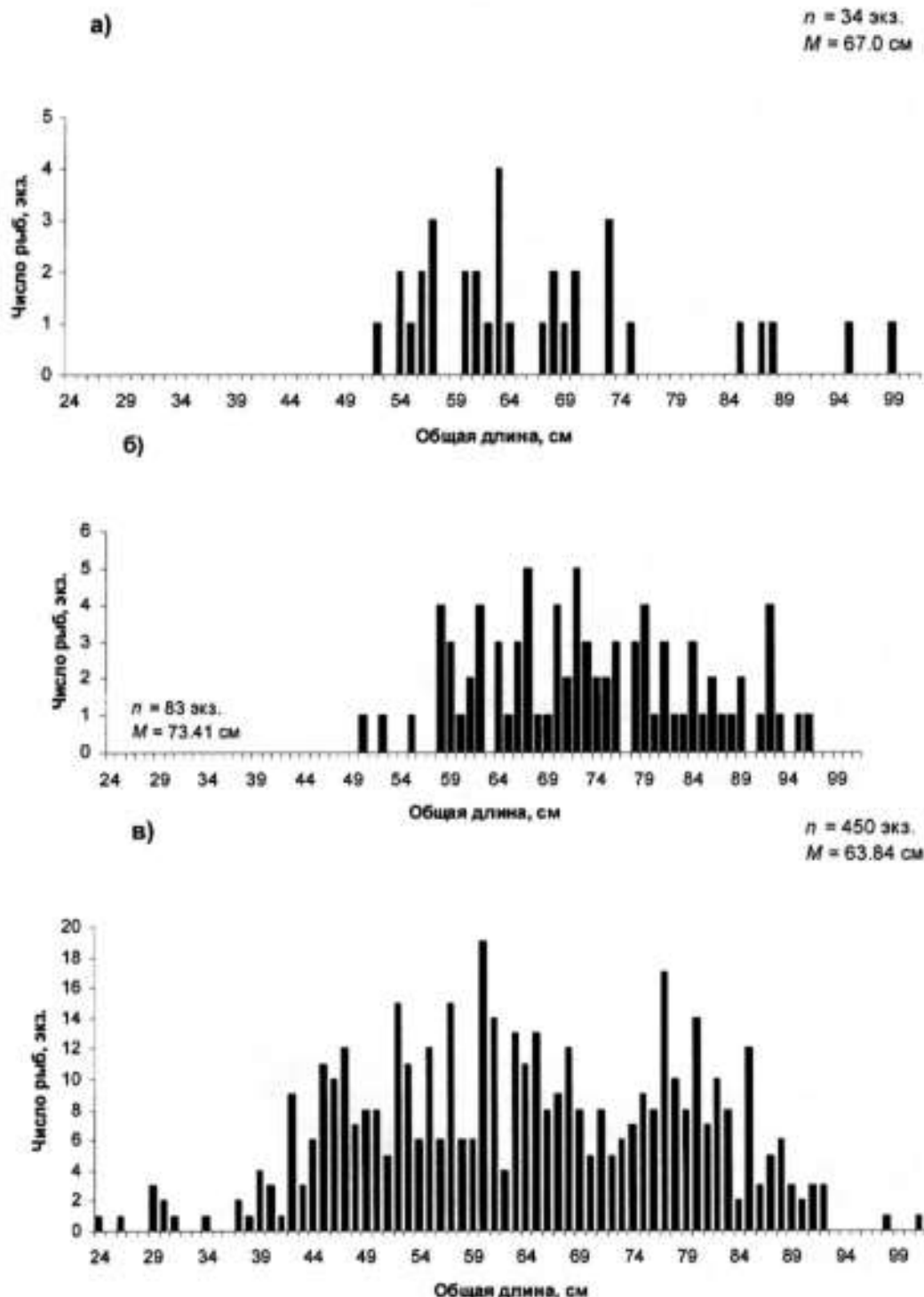


Рис. 3. Размерный состав трески в северо-западной части Берингова моря: а) у пораженных миногой особей в апреле-ноябре 2001, 2007 гг. (донный трал); б) у пораженных миногой особей в мае-августе 2007 г. (донный ярус, СРТМК «Румянцева»); в) у особей без следов нападения миног в сентябре-октябре 2007 г. (донный трал, РТМК-С «Василий Каленов»). n – число рыб (экз.), M – средняя длина (см).

Fig. 3. Size composition of Pacific cod in the western Bering Sea: а) fish with Pacific lamprey marks, April-November 2001, 2007 (bottom trawls); б) fish with lamprey marks, May-August 2007 (bottom longlines, F/V «Rumyantseva»); в) fish without lamprey marks, September-October 2007 (bottom trawl, F/V «Vasily Kalenov»). n – number of fish (specimens), M – mean length (cm).

До последнего времени особенности пространственного распределения трехзубой миноги в зависимости от плотности концентраций ее жертв не

исследовались, за исключением тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* spp. (Пеленев и др., 2008а, 2008б; Pelenev et al., 2008) и минтая *Theragra chalcogramma* (Орлов, Пеленев, 2009). Анализ наших данных (по результатам промысловых уловов) показывает, что наибольшая частота встречаемости пораженных миногой особей трески отмечалась в местах ее максимальных по плотности промысловых скоплений, т.е. минога концентрируется там, где ее жертвы наиболее многочисленны (рис. 4, 5). Таким образом, полученный вывод оказывается справедливым не только в отношении тихоокеанских лососей, обитающих в морской период в верхних слоях океана (Пеленев и др., 2008а, 2008б; Pelenev et al., 2008), и широко распространенного в пелагиали и у дна бенто-пелагического минтая (Орлов, Пеленев, 2009), но и типично донных видов рыб, ярким представителем которых является тихоокеанская треска.

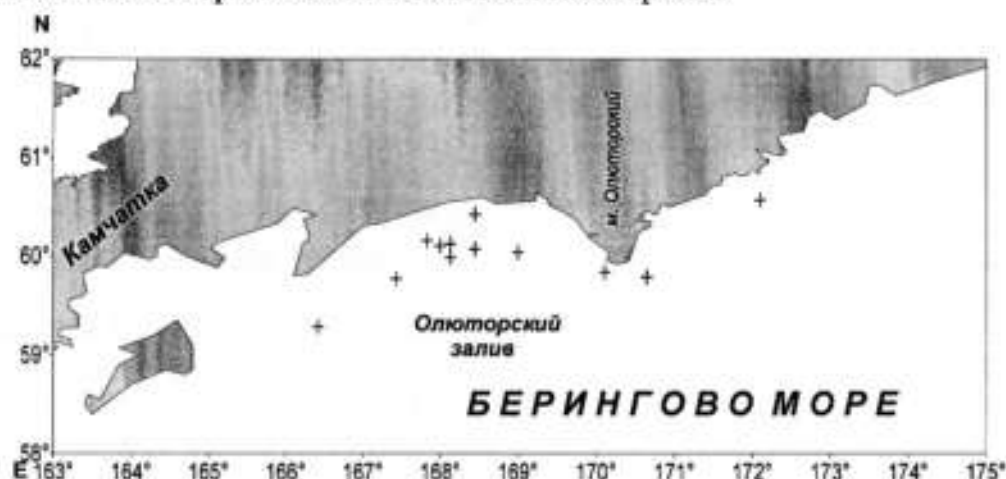


Рис. 4. Места поимок тихоокеанской трески со следами нападений трехзубой миноги в апреле-мае 2007 г.

Fig. 4. Pacific cod capture sites with Pacific lamprey marks, April-May 2007.



Рис. 5. Распределение донных траловых уловов тихоокеанской трески в апреле-мае 2007 г.

Fig. 5. Distribution of Pacific cod bottom trawl catches, April-May 2007.

Не было до сих пор сведений об особенностях вертикального распределения миноги и ее жертв. Наибольшее число пораженных миногой особей трески отмечено в диапазоне глубин 101-200 м. При этом максимальные уловы зарегистрированы на глубинах 201-250 м, т.е. диапазоны наиболее плотных концентраций трески и встречаемости пораженных миногой особей в значительной мере не совпадают (рис. 6). Хорошо известно, что одной из основных функций формирования животными стад, стай или скоплений является оборона от хищников

(Баскин, 1971). Поэтому, чтобы облегчить нападение на жертв, минога, вероятно, избегает плотных концентраций жертвы и атакует одиночных (возможно ослабленных) особей, держащихся несколько в стороне от основных скоплений.

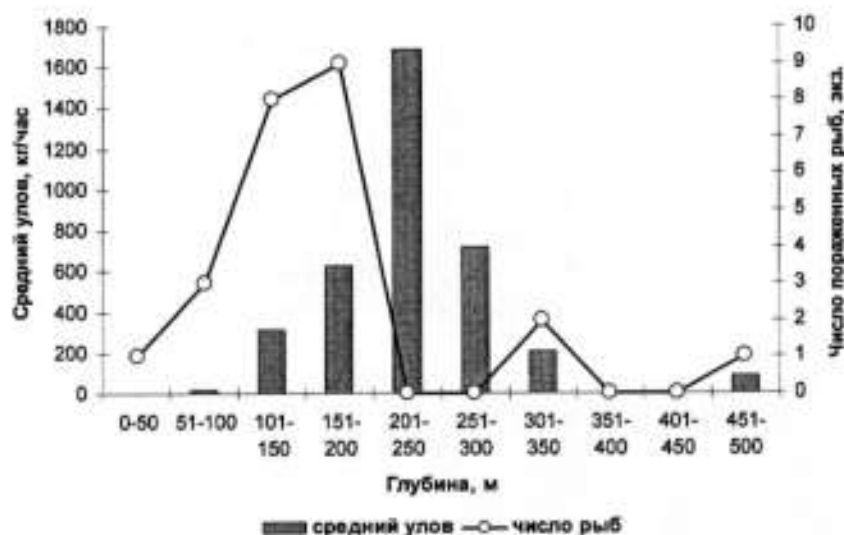


Рис. 6. Вертикальное распределение промысловых уловов трески и глубина поимок пораженных миногой особей в апреле-мае 2007 г.

Fig. 6. Vertical distribution of Pacific cod commercial catches and capture depth of specimens with Pacific lamprey marks, April-May 2007.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абакумов В.А. Вред, наносимый миногами рыбным запасам // Рыбное хозяйство. 1959. №4. С. 32-33.
- Баскин Л.Н. Законы стада. М.: Знание, 1971. 48 с.
- Вершинин Г.В. О биологии и современном состоянии запасов трески северной части Берингова моря. Сб. Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. М.: Наука, 1987. С. 207-224.
- Кловач Н.В., Ровнина О.А., Кольцов Д.В. Биология и промысел тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* в Анадырско-Наваринском районе Берингова моря // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35. №1. С. 48-52.
- Миндер Л.П., Миндер Р.А. Пищевая и техническая ценность некоторых тресковых // Тр. ПИНРО. 1967. Вып. 22. С. 39-109.
- Новиков Н.П. Случай нападения трехзубой миноги *Enthosphenus tridentatus* (Gairdner) на палтусов и других рыб Берингова моря // Вопросы ихтиологии. 1963. Т. 3. №3(28). С. 567-569.
- Орлов А.М., Винников А.В. Методические аспекты исследования пищевого поведения трехзубой миноги *Lampetra tridentata* в морской период жизни. Поведение рыб. Мат. докл. Междунар. конф. Борок, Россия, 2005 г. М.: Акварос, 2005. С. 404-409.
- Орлов А.М., Винников А.В., Пеленев Д.В. К методике изучения морского периода жизни паразитических миног на примере трехзубой миноги *Lampetra tridentata* (Gairdner, 1836) сем. Petromyzontidae // Вопросы рыболовства. 2007а. Т. 8. №2(30). С. 287-312.
- Орлов А.М., Винников А.В., Пеленев Д.В. Методика исследований паразитических миног // Матеріали I Всеукраїнської школи-семінар «Методи іхтіологічних досліджень». Мелітополь, 20-22 вересня 2007 року. Бюлетень іхтіологічної спільноти України. 2007б. Вип. 1. С. 22-37.
- Орлов А.М., Пеленев Д.В., Винников А.В. Трехзубая минога и запасы промысловых рыб в дальневосточных водах России // Рыбное хозяйство. 2008. №2. С. 60-65.

Орлов А.М., Пеленев Д.В. Межвидовые отношения между трехзубой миногой *Lampetra tridentata* и минтаем *Theragra chalcogramma* // Вест. Северо-Вост. науч. центра ДВО РАН. 2009. №3. С. 46-53.

Пеленев Д.В., Орлов А.М., Кловач Н.В. О вреде, наносимом трехзубой миногой тихоокеанским лососям // Рыбное хозяйство. 2008а. №5. С. 44-50.

Пеленев Д.В., Орлов А.М., Кловач Н.В. Взаимоотношения между трехзубой миногой *Lampetra tridentata* и тихоокеанскими лососями рода *Oncorhynchus* // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Мат. IX междунаро. науч. конф. 25-26 ноября 2008 г. Петропавловск-Камчатский. 2008б. С. 225-229.

Пономаренко И.Я., Ярагина Н.А., Пономаренко В.П. Рост, жирность, плодовитость, созревание. В кн.: Треска Баренцева моря (биолого-промысловый очерк), под ред. В.Д. Бойцова и др. Мурманск: ПИНРО, 1996. Гл. 6. С. 105-141.

Шульман Г.Е. Динамика созревания жира в теле рыб // Успехи современной биологии. 1960. Т. 49. Вып. 2. С. 225-239.

Ярагина Н.А. Динамика жирности аркто-норвежской трески в 1967-1990 гг. // Экологические проблемы Баренцева моря. Сб. науч. тр. Мурманск: ПИНРО, 1992. С. 3-35.

Яржомбек А. Влияние жирности самцов балтийской трески на мощность их генеративного обмена // Рыбное хозяйство. 1971. №5. С. 9-10.

Beamish R.J. Adult biology of the river lamprey (*Lampetra ayresii*) and Pacific lamprey (*Lampetra tridentata*) from the Pacific coast of Canada // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1980. V. 37. Pp. 1906-1923.

Cochran P.A. Size-selective attack by parasitic lampreys: consideration of alternative null hypothesis // Oecologia. 1985. V. 67. Pp. 137-141.

Farmer G.J. Biology and physiology of feeding in adult lampreys // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1980. V. 37. Pp. 1751-1761.

Farmer G.J., Beamish F.W.H. Sea lamprey (*Petromyzon marinus*) predation on freshwater teleosts // J. Fish. Res. Board Can. 1973. V. 30. №5. Pp. 601-605.

Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations // J. Appl. Ichthyol. 2006. №22. Pp. 1-13.

Fukutomi N., Nakamura T., Doi T., Takeda K., Oda N. Records of *Enthosphenus tridentatus* from Naka River system, central Japan; physical characteristics of possible spawning redds and spawning behavior in the aquarium // Jap. J. Ichthyol. 2002. V. 49. №1. Pp. 53-58.

Hart J.T. Pacific fishes of Canada // Bull. Fish. Res. Board Can. 1973. №180. Pp. 1-740.

Lennon R.E. Feeding mechanism of the sea lamprey and its effect on host fishes // Fish. Bull. Fish and Wildlife Serv. 1954. V. 56. №98. Pp. 247-293.

Pelenev D., Orlov A., Klovach N. Predator-prey relations between the Pacific lamprey *Lampetra tridentata* and Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.). NPAFC Doc. 1097. 4 pp. Russian Federal Research Institute of Fisheries & Oceanography (VNIRO), Federal Fisheries Agency of Russia, 17, V. Krasnoselskaya, Moscow, 107140, Russia. 2008. (available at <http://www.npafc.org>).

Richards J.E., Beamish R.J., Beamish F.W.H. Descriptions and keys for ammocoetes of lampreys from British Columbia, Canada // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1982. V. 39. Pp. 1484-1495.

Royce W.F. The effect of lamprey attacks upon lake trout in Seneca Lake, New York // Tran. Am. Fish. Soc. 1949. V. 79. Pp. 71-76.

Ruiz-Campos G., Gonzalez-Guzman S. First freshwater record of Pacific lamprey, *Lampetra tridentata*, from Baja California, Mexico // Calif. Fish Game. 1996. V. 82. №6. Pp. 144-146.

Scott W.B., Crossman E.J. Freshwater fishes of Canada // Bull. Fish. Res. Board Can. 1973. №184. Pp. 1-966.

Vinnikov A.V. Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) of the western Bering Sea. In: Ecology of the Bering Sea: a review of Russian literature. Alaska Sea Grant Colledge Program Report №96-01. Fairbanks: University of Alaska. 1996. Pp. 183-202.

NEW DATA ON IMPACT OF PARASITISM OF PACIFIC LAMPREY LAMPETRA TRIDENTATA TO PACIFIC COD GADUS MACROCEPHALUS

© 2010 y. D.V. Pelenev¹, A.M. Orlov¹, A.V. Vinnikov²

1 - Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow

2 - Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography, Petropavlovsk-Kamchatsky

Impact of parasitism of Pacific lamprey to Pacific cod in the northwestern Pacific is considered. It is shown that lamprey aggregates at sites with high abundance of Pacific cod. Effect of lamprey parasitism on physiological condition of prey is determined.

Key words: Pacific lamprey, Pacific cod, prey, wound, northwestern Pacific.