

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

УДК 597-1.044:639.2.081.117

**ТРАВМАТИЗМ В НЕПРОМЫСЛОВОЙ ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ  
ПРИ ТРАЛОВОМ ПРОМЫСЛЕ**

© 2010 г. М.Г. Долгих<sup>1</sup>, Ю.В. Герасимов<sup>2</sup>, О.М. Лапшин<sup>1</sup>

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

*2 – Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок 152742*

Поступила в редакцию 01.04.2008 г.

Окончательный вариант получен 18.09.2009 г.

Целью исследования было изучение воздействия механических травм малоразмерных особей от прохождения через ячею трала на их выживаемость. Показано, что различного рода травмы малоразмерные особи получают, находясь еще непосредственно в трале, вследствие контакта с сетным полотном и другими рыбами. Устойчивость отдельных видов рыб на воздействие элементов трала является неодинаковой и зависит от защитных свойств чешуйного покрова. Повреждение чешуйного покрова негативно влияет на выживаемость травмированных рыб в присутствии хищника, т.к. его нарушения приведут к изменению заметности и плавательной способности рыб.

*Ключевые слова:* травма, выживаемость, пелагический трал, воздействие хищника.

При промысле отцеживающими орудиями лова предполагается, что рыбы непромысловых размеров не облавливаются, а уходят из орудия лова, проходя через ячею. При прохождении через ячею рыбы контактируют с делью, получая травмы различной степени. Степень травмирования зависит от ряда факторов: соотношения размера рыб и ячеи трала, размера улова и качеств, присущих объектам лова, куда, в первую очередь, относятся плотность чешуйного покрова рыб и наличие разного рода органов, затрудняющих прохождение рыб через ячею (колючки, наросты, жучки и т.д.). Травмы внешних покровов наиболее часто встречаются и легко регистрируются. Повреждение чешуйного покрова, выполняющего криптическую, локомоторную и гидродинамическую функции, в значительной степени влияет на выживаемость травмированных рыб в присутствии хищника, т.к. его нарушения приводят к изменению их заметности и плавательной способности. Кроме того, нарушение гидродинамических свойств внешних покровов рыб вызывает повышение энергетических затрат особей при плавании.

Механические травмы при сильном повреждении могут быть непосредственной причиной гибели рыбы. Однако, даже небольшие травмы сильно ослабляют организм и тем самым снижают резистентность рыбы к инфекционным и инвазионным болезням, кроме того, раны служат местом проникновения в организм инфекций – бактерий, вирусов и грибов. Известно, что грибы сапролегния и ахлия поселяются только на поврежденных тканях и могут вызвать тяжелые заболевания и гибель рыб (Бауер и др., 1977). Таким образом, элиминация малоразмерной части популяции от указанных выше причин при интенсивном промысле может достигать значительных размеров.

Изучению жизнеспособности рыб, отсеянных из орудия лова, всегда придавалось и придается большое значение. Н.Н. Виноградов (1961) изучал выживаемость пресноводных и некоторых морских рыб Балтийского моря. Для слежения за выживанием отсеянных через ячею кутка трала мелкоразмерных групп балтийской салаки проводилось мечение проволочными подвесными метками, а также посредством подкожной инъекции красителя (Ефанов, 1978). Выдерживание в

лабораторных условиях помеченных рыб и анализ полученных ими травм не проводились, а случаи вторичной поимки были единичны.

М. Брин с соавторами (Breen et al., 2000) проводили изучение различий в травмах между погибшей и выжившей пикшей в попытке определить возможные причины смерти, однако, оценка травмирования производилась уже после гибели опытных рыб. В экспериментах по выживаемости кефали Эгейского моря (Lök et al., 2002) оценка травм проводилась также после гибели рыб. О. Ингольфсон (Ingolfsson et al., 2002) изучал выживаемость тресковых рыб, отсеянных через ячею кутка и сортировочное покрытие.

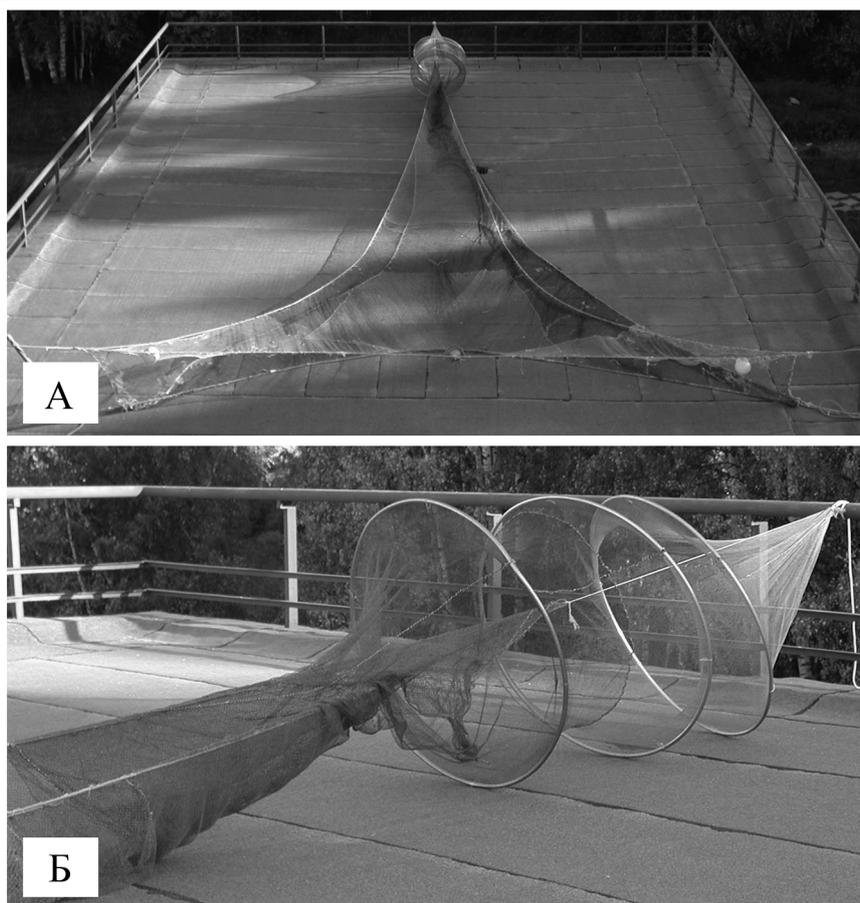
Основные работы по данной теме исследований посвящены полевым экспериментам по выживаемости рыб, вышедших как через ячею различных частей трала, так и через специальные селективные устройства (сортировочные решетки, «окна выхода» и т.п.) и в них, как правило, отсутствует подробное рассмотрение травм и их связи с уровнем смертности (Suuronen, 1995; Sangster et al., 1996; Soldal et al., 2001; Suuronen et al., 2002), т.е., несмотря на то, что повреждения внешних покровов могут приводить к достаточно быстрой гибели рыб (Sangster, Lehmann, 1993; Smith, 1993; Pikitch et al., 2002), детальному изучению подобного рода травм не уделялось должного внимания.

Целью данной работы было изучение воздействия механических травм малоразмерных особей от физического контакта с делью на их выживаемость. Для достижения цели в 2000 и 2006 гг. были поставлены полевые эксперименты на Рыбинском водохранилище, где отсутствуют большие глубины, и в течение летнего периода нет вертикального градиента температур. Сочетание этих условий позволило исследовать травмирование рыб только от физического контакта с элементами трала, не рассматривая травмирование, наступившее в результате перепада давления и температуры по мере подъема трала.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

**Методика проведения исследований в 2000 г.** Для изучения основных причин и последствий травматизма рыб при траловом лове в 2000 г. были проведены исследования с использованием модельного пелагического трала со сменной мотенной частью (с разной ячеей) и сетным мелкоячейным уловителем рыб, выходящих через ячею мотенной части (рис. 1) (горизонтальное раскрытие трала – 12 м, длина – 25 м, материал мешка – капрон в три сложения, шаг ячеи мешка – 10 мм, шаг ячеи рыбоуловителя – 6 мм, диаметр нити – 0,8, количество ячей длины окружности мешка трала – 300). Траления проводили на скорости 3,7 км/ч.

Для исследования зависимости степени травмирования рыб, выходящих из трала, от плотности облавливаемых скоплений были проведены работы на одновидовых скоплениях тюльки, в которых прилов других видов не превышал 1%. Всего было выделено четыре типа скоплений, различающихся по плотности и структуре: в трех скоплениях наблюдалось относительно равномерное распределение рыб, но они отличались по средней плотности:  $31 \pm 11$  экз./1000 м<sup>3</sup>,  $62 \pm 21$  экз./1000 м<sup>3</sup>,  $138 \pm 33$  экз./1000 м<sup>3</sup> и одно скопление со средней плотностью  $68 \pm 32$  экз./1000 м<sup>3</sup> состояло из отдельных хорошо выраженных стай. Первые три классифицировались нами, как скопления с равномерным распределением рыб, а четвертое – с агрегированным распределением.



**Рис. 1.** Экспериментальный трал, использовавшийся при проведении съемок. А – общий вид, Б – рыбоуловитель, установленный на кутовой части трала.

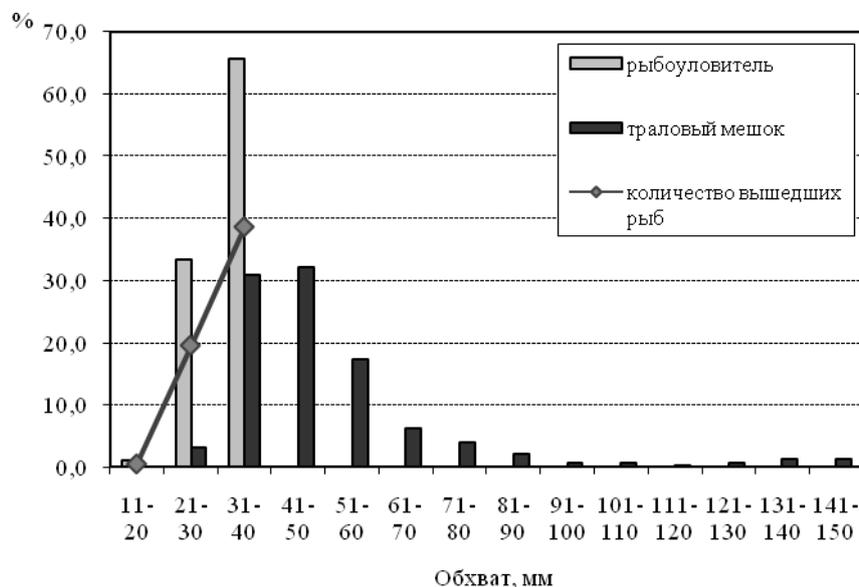
**Fig. 1.** Experimental trawl. А – general view of the trawl, Б – codend cover.

Для изучения и классификации травм, получаемых рыбами при выходе их трала, облавливались разновозрастные и разновидовые пелагические скопления рыб. Была проанализирована молодь леща *Abramis brama*, синца *Abramis ballerus*, плотвы *Rutilus rutilus*, окуня *Perca fluviatilis*, судака *Sander lucioperca*, уклей *Alburnus alburnus*, чехони *Pelecus cultratus* и мелкие пелагические виды рыб: ряпушка *Coregonus albula*, снеток *Osmerus eperlanus*, тюлька *Clupeonella cultriventris*. При оценке травмирования регистрировали степень повреждения чешуйного покрова (в процентах от площади поверхности тела) и наличие ран (без разделения по тяжести).

Нами определялось количество вышедших из трала малоразмерных рыб (величина, обратная количеству удержанных рыб (Трещев, 1974)) как отношение количества рыб в рыбоуловителе к общему количеству рыб данного размера в траловом мешке и рыбоуловителе при данном размере ячеи в процентах. Например, при облове многовидовых скоплений и при шаге ячеи в кутке трала 10 мм расчеты велись по группе рыб с обхватом 31-40 мм, которые были представлены и в кутке, и в рыбоуловителе (рис. 2).

Для выяснения устойчивости травмированных рыб на воздействие хищника были проведены эксперименты на рыбах, изъятых из рыбоуловителя и выдержанных в аквариумах на судне в течение одних суток. За это время рыбы с летальными повреждениями погибли, а те, у которых не проходили отклонения в плавательной способности, отбирались и в экспериментах не участвовали, т.е. использовались только рыбы с травмами наружных покровов различной степени и без заметных отклонений в поведении. Поскольку ряпушка, снеток и тюлька практически не выживали после

изъятия из рыбоуловителя, а у окуня и судака не было отмечено случаев потери чешуи, в экспериментах использовались только укля, лещ, синец и плотва. При анализе результатов травмированных рыб разделяли по степени повреждения чешуйного покрова по следующей схеме: 4 балла – потеряно более 70% чешуи, 3 – потеряно более 50%, 2 – потеряно более 30%, 1 – потеряно менее 10% чешуи. В качестве хищника во всех экспериментах был использован окунь, предварительно выдержанный в аквариуме отдельно от используемых в экспериментах травмированных рыб.



**Рис. 2.** Распределение максимальных обхватов рыб, изъятых из разных частей экспериментального трала (при шаге ячеи в траловом мешке 10 мм), и количество вышедших через ячейку мешка трала рыб (в процентах).

**Fig. 2.** Distribution of maximum girth of fish sampled from different parts of the trawl (codend mesh size 10 mm) and number of escaped fish.

□ – cover, ■ – codend, —◆— – number of escaped fish.

**Методика проведения исследований в 2006 г.** В сентябре 2006 г. в течение рейса по Рыбинскому водохранилищу на экспедиционном судне ИБВВ РАН были проведены работы по исследованию травмируемости рыб, прошедших через ячейку кутка вышеописанного малькового трала с рыбоуловителем (рис. 1). Шаг ячеи в кутке трала был равен 10 мм, в рыбоуловителе – 6 мм.

Было проведено 6 тралений по 15 минут каждое в разных районах Рыбинского водохранилища. После выборки улов разделялся на 2 части – улов из кутка трала и улов из рыбоуловителя, далее эти группы анализировались отдельно.

У всех рыб измеряли длину, максимальную высоту тела, максимальный обхват тела и определяли степень травмирования. Отмечали степень потери чешуи, регистрировали травмы, такие как кровоподтеки, небольшие повреждения кожи (потертости, царапины и пр.), разного рода раны. Общая оценка травмированности проводилась в несколько этапов:

1. Вычисление степени потери чешуи. Сначала степень потери чешуи оценивали отдельно для левой и правой сторон рыбы в баллах: 1 балл – потеря чешуи на 0-10% площади тела, 2 балла – на 10-30%, 3 балла – на 30-50%, 4 балла – на 50-70%, 5 баллов – на 70-100%. Далее считали средний балл потери чешуи для всей рыбы в целом.

2. Подсчет числа кровоподтеков и следов, оставленных нитями сетного полотна, без нарушения целостности кожного покрова.

3. При подсчете количества повреждений кожного покрова (потертости, царапины) вводился коэффициент 1,5.

4. При подсчете количества ран, таких как глубокие проникающие раны и разрывы жаберной крышки, вводился коэффициент 3, поскольку подобные раны сами по себе могут являться причиной гибели организма. Кроме того, в области подобных травм происходит быстрое разрушение окружающих тканей (развитие язв и нагноений, некроз тканей).

5. Суммирование данных, полученных при выполнении этапов 1-4.

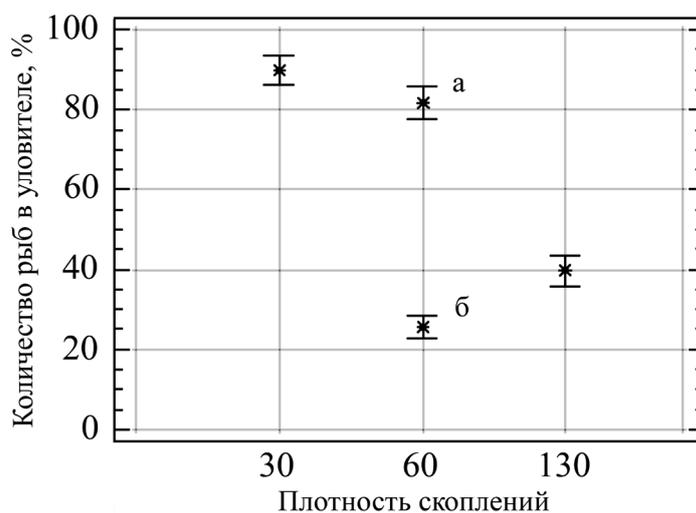
Таким образом, общая степень травмированности рыбы определялась нами как сумма следующих составляющих: потери чешуи (в баллах, усредненная для обеих сторон рыбы) + кровоподтеки и видимые следы воздействия нитей сетного полотна (непосредственно по числу таковых на теле рыбы) + повреждения кожного покрова (с коэффициентом 1,5) + травмы (с коэффициентом 3). Например, для леща, имеющего потерю чешуи по правому боку до 10%, а по левому до 50% и три кровоподтека на дорзальной стороне тела, степень травмированности равнялась 5 (потеря чешуи – 2 балла, три кровоподтека – 3 балла). У плотвы, имеющей степень потери чешуи до 30% с обеих сторон, одну глубокую рану на боку и разрыв жаберной крышки – общая степень травмированности равнялась 8 баллам (потеря чешуи – 2 балла, две серьезные травмы – 6 баллов). Необходимо отметить, что самым распространенным типом видимых травм является потеря чешуи, поэтому оценка данного показателя проводилась наиболее подробно. В любом случае, и раны, и потеря чешуи вполне сравнимы по негативному эффекту на организм рыбы, поскольку и потеря большого количества чешуи, и наличие ран приводит к быстрой гибели рыбы.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Относительный показатель количества малоразмерных рыб, выходящих через дель мотенной части при равномерном распределении рыбы в скоплении, имеет отрицательную зависимость от показателя плотности скопления ( $r = -0,95$ ;  $F = 285$ ;  $p < 0,05$ ) (рис. 3). Кроме того, интенсивность выхода мелкой рыбы через ячею кутовой части трала зависит и от пространственной структуры скопления. Так, относительный показатель интенсивности выхода мелкой рыбы при облове скоплений со средней плотностью 62 экз./1000 м<sup>3</sup> и равномерным распределением рыбы (рис. 3, точка «а») выше, чем для скопления со сходной средней плотностью (68 экз./1000 м<sup>3</sup>), но иным (агрегированным) распределением особей (рис. 3, точка «б»).

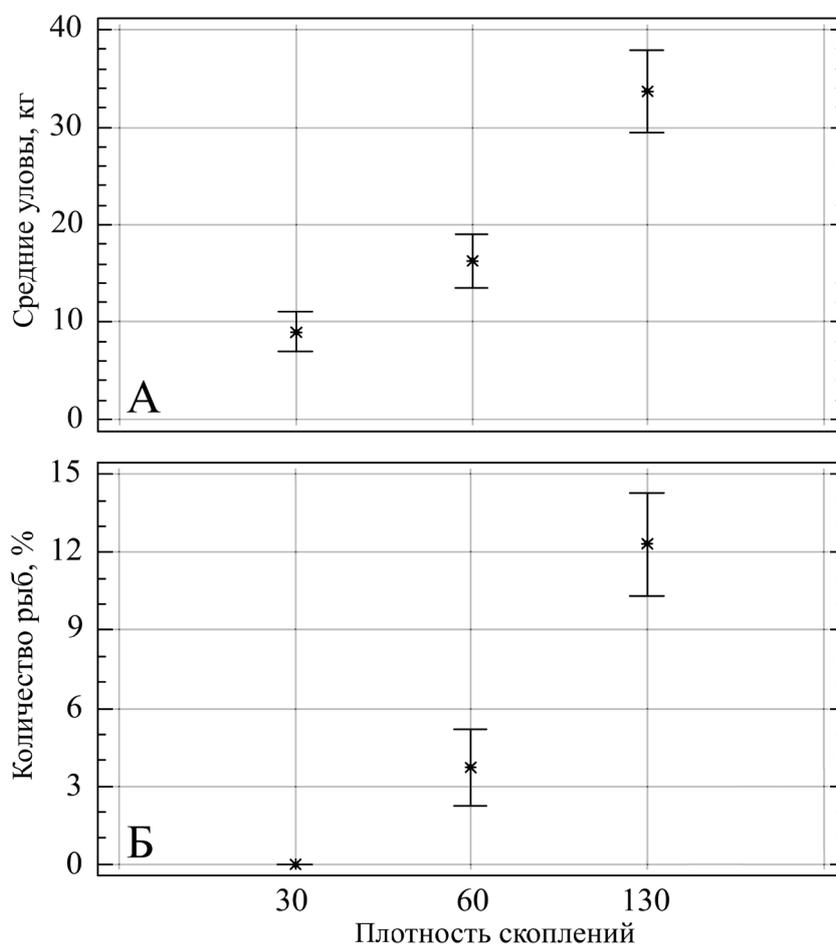
Средние уловы трала на данных скоплениях, при равномерном распределении рыбы (рис. 4А) имели положительную зависимость ( $r = 0,93$ ;  $F = 196$ ;  $p < 0,05$ ) от плотности этих скоплений. При этом относительный показатель количества мелких рыб, выходящих через дель мотенной части, имели отрицательную зависимость от показателя величины улова ( $r = -0,95$ ;  $F = 285$ ;  $p < 0,05$ ). Таким образом, уловы на агрегированных скоплениях были несколько выше, чем при равномерном распределении рыб, а выход молоди в уловитель, соответственно, меньше.

**Травмирование рыб.** На прошедших через ячею трала малоразмерных рыбах показано, что среди них встречаются особи, имеющие внешние механические повреждения и не имеющие таковых. Количество травмированных рыб имело положительную зависимость от величины улова ( $r = 0,93$ ;  $F = 206$ ;  $p < 0,05$ ) (рис. 4Б).



**Рис. 3.** Зависимость количества рыб в уловителе от плотности облавливаемого скопления (количество рыб в % от общего количества молоди в улове).

**Fig. 3.** Relationship between the number of fish in the cover and the density of the fish shoal (number of fish in % from the total number of young fish in the catch).



**Рис. 4.** Зависимость величины улова (А) и количества рыб с механическими травмами в рыбоуловителе (Б) от плотности облавливаемого скопления.

**Fig. 4.** Relationship between the volume of catch (kg) (A) and the number of traumatized fish (%) in the cover (Б) and the density of the fish shoal.

Наиболее подвержены внешним механическим повреждениям высокотельные рыбы. Из тех рыб, которые были исследованы – это лещ, синец, чехонь. Практически все особи этих видов, извлеченные из рыбоуловителя, имели значительные повреждения дорзальной и особенно вентральной части тела и высокий уровень

потери чешуи. От 56 до 97% особей этих видов, находившихся в рыбоуловителе, имели потерю чешуи более 50%, и от 10 до 36% имели раны на теле (табл. 1). В меньшей степени страдали от механического контакта с делью плотва, укляя, и практически не имели внешних повреждений окунь и судак. Только у ряпушки, обладающей очень слабым чешуйчатым покровом, процент потери чешуи и количество травм не соответствовало форме тела.

**Таблица 1.** Соотношение травмированных рыб разных видов, извлеченных из рыбоуловителя (2000 г).  
**Table 1.** Injuries of different species sampled from the cover (%) in the year 2000.

виды рыб	процент травмированных особей в рыбоуловителе	
	потеря чешуи более 50%	раны
лещ	56	10
синец	61	12
плотва	36	0
укляя	78	0
чехонь	87	36
окунь	0	0
судак	0	0
тюлька	91	17
ряпушка	95	21

В целом, степень травмирования рыб из рыбоуловителя выше, чем для рыб из кутка трала. Однако, рыбы получают значительные повреждения, находясь еще в кутковой части трала (табл. 2).

**Таблица 2.** Усредненная степень травмирования исследуемых видов рыб из разных частей экспериментального трала (2006 г).

**Table 2.** Average degree of damaged species sampled from different parts of the trawl in 2006.

		тюлька	укляя	плотва	лещ	синец	ряпушка
куток	среднее	<b>8,6</b>	<b>5,4</b>	<b>3,9</b>	<b>6,0</b>	<b>5,5</b>	<b>6,8</b>
	максимум	15,0	9,0	8,5	9,5	11,0	7,0
	минимум	5,0	2,0	0,0	3,0	0,0	6,5
	станд. отклонение	1,99	3,23	2,10	1,41	2,07	0,35
	станд. ошибка	0,15	1,44	0,39	0,19	0,32	0,25
рыбоуловитель	среднее	<b>8,1</b>	<b>6,9</b>	<b>5,8</b>	<b>7,1</b>	-	-
	максимум	13,0	9,0	8,0	10,0	-	-
	минимум	4,0	5,0	3,5	4,5	-	-
	станд. отклонение	2,40	1,43	1,31	2,23	-	-
	станд. ошибка	0,11	0,58	0,46	0,84	-	-

Анализ встречаемости разных типов травм для рыб каждого вида в отдельности (табл. 3, 4) доказывает, что тюлька получает большую часть травм еще в кутке трала (все 100% особей имели повреждения чешуйного покрова более 50% поверхности тела). Укляя также теряет чешую, находясь в трале. Однако, степень потери чешуи при прохождении через ячею значительно возрастает. В кутке 20% особей укляи имели повреждения более 50%, а в рыбоуловителе уже у всех рыб данного вида отмечалась подобная и выше степень повреждения. Аналогичная ситуация наблюдалась и у плотвы – количество рыб с повреждением чешуи более половины

изменяется от 18 (куток трала) до 88% (рыбоуловитель). Сходная ситуация и с лещом (с 68 до 100%).

**Таблица 3.** Соотношение полученных травм у рыб разных видов, отсеянных через ячею кутковой части трала (в процентах) в 2006 г.

**Table 3.** Injuries of different species passed through the codend mesh (%) in 2006.

Вид	потеря чешуи		небольшие повреждения	кровоподтеки	раны
	<50%	50%<			
укляя	0	100	0	83	0
плотва	13	88	0	88	0
лещ	0	100	0	100	0
тюлька	0	100	1	87	0

**Таблица 4.** Соотношение полученных травм у рыб разных видов, изъятых из кутка экспериментального трала (в процентах) в 2006 г.

**Table 4.** Injuries of different species sampled from the codend (%) in 2006.

Вид	потеря чешуи		небольшие повреждения	кровоподтеки	раны
	<50%	50%<			
укляя	80	20	40	100	0
плотва	79	18	14	71	4
тюлька	0	100	1	96	1
лещ	30	68	2	94	0
ряпушка	50	50	0	100	0
синец	93	5	12	95	2

Основными причинами повреждения внешних покровов является прижимание рыбы к дели или контакт с нитью при прохождении через ячею. Наиболее заметны получаемые при взаимодействии рыбы с сетным полотном механические травмы: потеря чешуи и разрывы кожного покрова. Кроме того, часто встречаются закрытые травмы, заключающиеся в повреждениях внутренних органов, которые сопровождаются кровоизлиянием в ткани (гематома) или полость тела (кровотечение). При сильном повреждении наблюдается некроз кожи и подкожной ткани.

Травмирование при траловом лове может происходить в период нахождения рыбы в траловом мешке, особенно при облове плотных скоплений, когда скорость и плотность поступления рыб в мотенную часть трала высокая. В этом случае, велика вероятность получения травмы в результате сдавливания малоразмерных особей в плотной массе более крупных рыб. В этих условиях крайне затруднительно прохождение малоразмерных особей через дель, т.к. высокая плотность рыб в трале не позволяет особи развернуться и занять наиболее удобную для прохождения позицию. При низкой скорости поступления рыбы в трал, малоразмерные особи получают травмы в основном за счет физического контакта с нитью при прохождении ячеи, особенно это характерно для особей, размеры которых близки к критическим относительно размера ячеи.

Экспериментальные исследования поведения и травмирования рыб при прохождении через ячею кутковой части трала в зависимости от наличия или отсутствия рыбоуловителя (Breen et al., 2002) показали, что оборудование трала рыбоуловителем, установленным на кутковую часть трала значительно снижает (до 80%) скорость течения воды в кутке, по сравнению с таковым без установленного

рыбоуловителя, что, в свою очередь, влияет на поведение рыб при прохождении ячеи, делая прохождение более легким и менее травматичным. Таким образом, установлено, что отбор проб с помощью рыбоуловителя может недооценивать реальный травматизм и соответственно связанную с прохождением ячеи смертность. Получение рыбами дополнительных травм непосредственно в рыбоуловителе отмечается при увеличении времени траления (из-за истощения, вызванного необходимостью длительное время непрерывно сопротивляться течению) и большого количества рыб в рыбоуловителе (вследствие вынужденного контакта рыбы с другими особями и сетным полотном). В нашем случае небольшое время траления и облавливание неплотных скоплений рыб позволяет не принимать во внимание возможное дополнительное травмирование исследуемой группы рыб.

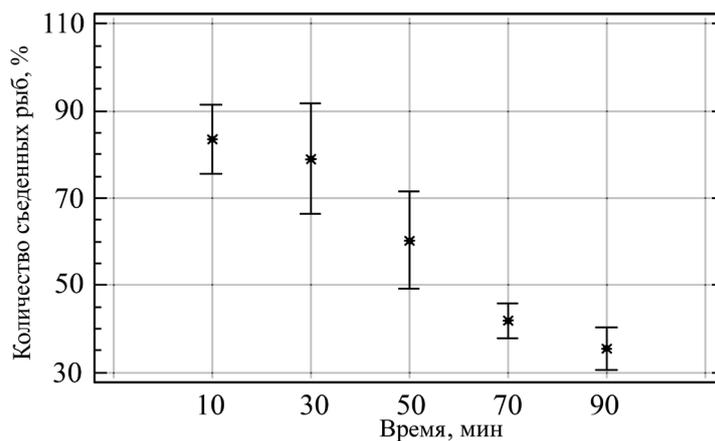
Степень травмирования зависит от плотности чешуйчатого покрова, который имеет выраженную видоспецифичность. Это хорошо видно на полученном материале, поскольку у рыб с жесткими покровами, образованными ктеноидной чешуей, – окунь, судак, – нарушений внешних покровов не отмечено.

Для характеристики развития защитной, панцирной функции чешуйного покрова у рыб разных видов В.Д. Бурдак (1979) использовала степень налегания чешуй друг на друга. Наиболее подвержены внешним механическим повреждениям рыбы с минимальным уровнем налегания чешуй. Из тех, которые были нами исследованы – это ряпушка, тюлька, укляя, синец. Практически все особи этих видов, извлеченные из рыбоуловителя, имели значительные повреждения дорзальной, вентральной части и боковой частей тела, где отмечался высокий уровень потери чешуи. От 60 до 95% особей этих видов, находившихся в рыбоуловителе, имели потерю чешуи более 50% (данные 2000 г.). В меньшей степени страдали от механического контакта с делью плотва и лещ, а окунь и судак практически не имели внешних повреждений.

Для тюльки средний показатель травмирования сходен для особей, изъятых из обеих частей экспериментального трала. Это показывает, что практически все видимые повреждения тюлька данного размера получает не вследствие прохождения особей через ячею, а от контакта с сетным полотном и другими рыбами еще в трале. Для остальных исследованных видов увеличение этого показателя для рыб, отсеянных через ячею кутовой части трала, также достоверно.

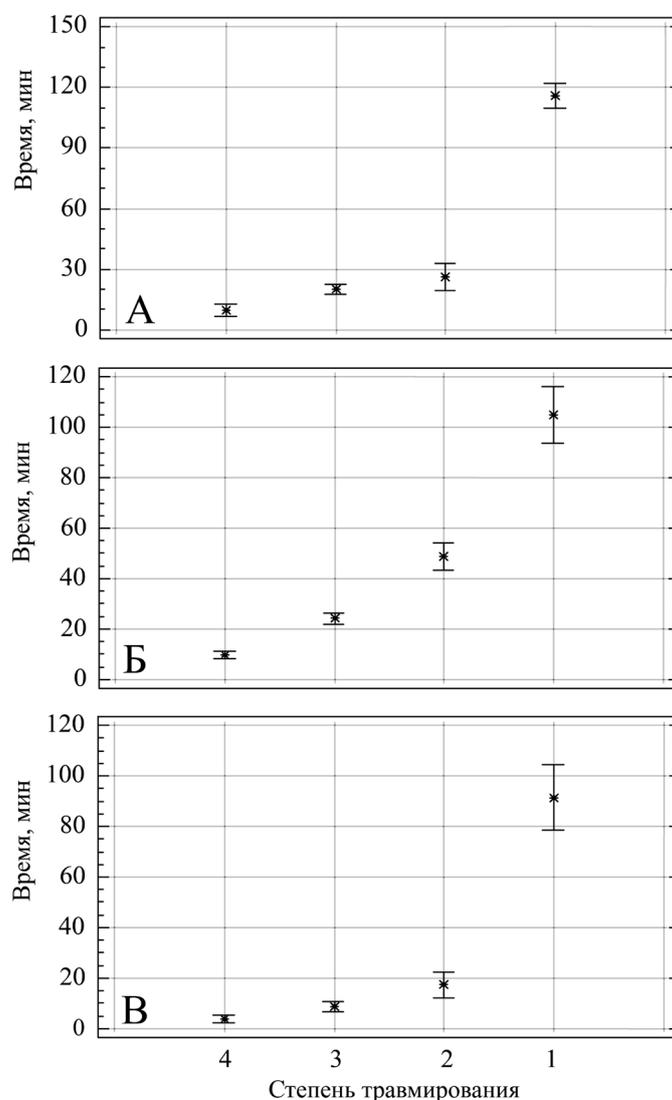
**Устойчивость травмированных рыб к воздействию хищника.** Выживаемость внешне нетравмированных рыб, сохранивших возможность нормально перемещаться и реагировать на внешние стимулы после изъятия из трала, возрастает в зависимости от продолжительности нахождения их в аквариуме с хищником (рис. 5). Скорость поимки хищником рыб, имеющих повреждения внешних покровов, зависит от степени повреждения их чешуйного покрова ( $r = 0,87$ ,  $F = 475$ ,  $p > 0,05$ ) (рис. 6А).

Для сравнения устойчивости на воздействие хищника травмированных рыб разных видов, анализировались данные, которые были получены в вышеописанном эксперименте отдельно для каждого вида. Из рисунков 6Б и 6В видно, что лещ, по сравнению с плотвой, при сходной степени потери чешуи, имел более низкую устойчивость на воздействие хищника ( $r = 0,82$ ,  $F = 176$ ,  $p > 0,05$ ). Первые три группы особей с потерей чешуи более 30% выедались за первые 20 минут, а остальные в течение 90 минут. У плотвы особи первых трех групп были съедены хищником в течение 50 минут, а остальные через 100 минут ( $r = 0,93$ ,  $F = 828$ ,  $p > 0,05$ ).



**Рис. 5.** Зависимость степени выедания хищником изъятых из рыбоуловителя нетравмированных рыб (без механических травм и отклонений в поведении) от времени нахождения в аквариуме.

**Fig. 5.** Relationship between the rate of devouring intact fish sampled from the cover by predators (%) and time of their keeping in the aquarium (min).



**Рис. 6.** Зависимость скорости поимки жертвы хищником от степени повреждения ее чешуйчатого покрова (в баллах): А – смешанная стая, Б – плотва, В – лещ.

**Fig. 6.** Relationship between the velocity of pray-catching by predators and the degree of their scale cover damage (by points: 4 – scale loss more than 70%, 3 – scale loss more than 50%, 2 – scale loss more than 30%, 1 – scale loss less than 10%). А – mixed shoal, Б – roach, В – bream.

При траловом лове, независимо от наличия или отсутствия признаков травмирования разной степени тяжести, рыба переходит в состояние шока, которое вызывает у нее неадекватное поведение, служащее для хищников одним из признаков наличия потенциальной жертвы. При этом дезориентация рыб и снижение двигательной активности резко повышает их доступность для хищников, подтверждением этому служат скопления рыбоядных птиц при подъеме трала.

При продолжительном нахождении в аквариуме снижается уровень стресса, что приводит к восстановлению ориентации особей, которые начинают более адекватно реагировать на внешние воздействия, в том числе и на хищника.

Выживаемость рыб, вышедших из трала на стадии его горизонтального перемещения, будет выше, т.к. рыбы остаются среди привычных элементов среды. Они могут уйти в укрытия, если это донный или придонный трал, или занять место в стае, при пелагическом тралении, что повысит их шанс выжить при воздействии хищника.

Это касается обратимых последствий контакта рыб с орудиями лова. Обратимость последствий контакта, приведших к травматизму, крайне проблематична и возможна только при самых незначительных травмах. Травмы, приводящие к нарушениям криптической, локомоторной и гидродинамической функций чешуйного покрова, приводят к тому, что травмированные рыбы начинают выделяться из общей массы окраской, формой тела или поведением, что приводит к их большей заметности для хищника. Вероятность элиминации этих особей в результате воздействия хищника или во время миграций, когда важную роль играют гидродинамические свойства тела рыбы, значительно выше, чем у нетравмированных особей.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интенсивность выхода мелкой рыбы через ячею кутовой части трала зависит от плотности и пространственной структуры скопления. Уловы на агрегированных скоплениях несколько выше, чем при равномерном распределении рыб, а выход молоди в уловитель меньше.

Различного рода травмы малоразмерные особи получают, находясь еще непосредственно в трале, вследствие контакта с сетным полотном и другими рыбами. Колебания этого параметра для рыб, отобранных из кутка трала, изменялись в диапазоне от 5 до 100%. В рыбоуловителе от 88 до 100% рыб, прошедших через ячею, имели потерю чешуи более 50%. Устойчивость отдельных видов рыб на воздействие элементов трала является неодинаковой и зависит, скорее всего, от защитных свойств чешуйного покрова. Чем меньше его устойчивость к механическим воздействиям, тем более глубокие нарушения жизнедеятельности наблюдаются у рыб и тем меньше шансов у них выжить после прохождения сквозь ячею трала.

В качестве интегрального показателя степени негативного воздействия на жизнедеятельность рыб различного рода травм может служить устойчивость травмированных рыб на воздействие хищника. Повреждение чешуйчатого покрова, выполняющего криптическую, локомоторную и гидродинамическую функции, в значительной степени будет влиять на выживаемость травмированных рыб в присутствии хищника т.к. его нарушения приведут к изменению заметности и плавательной способности рыб.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Бауэр О.Н., Мусселиус В.А., Николаева В.М., Стрелков Ю.А.* Ихтиопатология. М.: Пищевая промышленность, 1977. 472 с.

*Бурдак И.Д.* Функциональная морфология чешуйного покрова рыб. Киев: Наукова думка, 1979. 164 с.

*Виноградов Н.Н.* О влиянии конструкции кутков тралов на размерный состав рыбы в уловах // Рыбное хозяйство. 1961. №1. С. 20-26.

*Ефанов С.Ф.* О травмированности рыб, прошедших через ячею кутка трала. Сб. тр. ВНИРО. Совершенствование техники промышленного рыболовства. 1978. Т. 135. С. 48-51.

*Трещев А.И.* Научные основы селективного рыболовства. М.: Пищевая промышленность, 1974. 446 с.

*Breen M., Farrington M., Soldal A.V.* Injuries to haddock observed in a fish survival experiment // Report of the Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. 2000. ICES CM 2000/B:3.

*Breen M., Sangster G., O'Neill B., Kynoch R., Jones E., Soldal A.* Evidence of sampling induced biases in mortality estimates from experiments investigating mortality in fish escaping from towed fishing gears // 2002. ICES CM 2002/V:25. 5 p.

*Ingolfsson O., Soldal A.V., Huse I.* Mortality and injuries of haddock, cod and saithe escaping through codend meshes and sorting grid // 2002. ICES CM 2002/V:32. 22 p.

*Lök A., Metin C., Özbilgin H. et al.* Survival ratios of red mullet (*Mullus barbatus*) and annular sea bream (*Diplodus annularis*) after escaping from trawl codend in the Eastern Aegean Sea // 2002. ICES CM 2002/V:08. 10 p.

*Pikitch E., Erickson D., Suuronen P., Lehtonen E., Rose C., Bublitz C.* Mortality of Walleye Pollock Escaping from the Codend and Intermediate (=Extension) Section of a Pelagic Trawl // 2002. ICES CM 2002/V:15. 30 p.

*Sangster G.I., Lehmann K.* Assessment of the survival of fish escaping from commercial fishing gear // ICES Fish Capture Committee. 1993. CM 1993/B:2.

*Sangster G.I., Lehmann K., Breen M.* Commercial fishing experiments to assess the survival of haddock and whiting after escape from four sizes of diamond mesh cod-end // Fish. Res. 1996. V. 25. №3-4. Pp. 323-345.

*Smith L.S.* Trying to explain scale loss mortality: a continuing puzzle // Review in Fisheries Science. 1993. V. 1 (4). Pp. 337-355.

*Soldal A.V., Isaksen B., Gamst K.* Survival experiments with cod trawls: Summer 2000 // Technical Regulations and By-Catch Criteria in the Barents Sea Fisheries. 2001. Pp. 79-88.

*Suuronen P.* Conservation of young fish by management of trawl selectivity // Finnish Fish. Res. 1995. V. 15. Pp. 97-116.

*Suuronen P., Lehtonen E., Kurkilahti M.* Assessment of mortality of Baltic cod that escape from trawl codend under commercial fishing condition // 2002. ICES CM 2002/V:23.

## INJURIES OF SMALL-SIZED FISH DURING TRAWL FISHERIES

© 2010 y. **M.G. Dolgikh<sup>1</sup>, Yu.V. Gerasimov<sup>2</sup>, O.M. Lapshin<sup>1</sup>**

*1 – Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow*

*2 – Papanin`s Institute for biology of inland waters of the Russian Academy of Science, Borok*

The purpose of our investigation was to study the influence of mechanical injuries of young escaped fish upon their survival (on model species). Young fish were damaged while being in the codend as a result of contacts with netting material and other fishes. The resistance of different species to be impact by various elements of trawl is proved to be unequal depending on the protective properties of the scale cover. Damages of scales performing cryptic, hydrodynamic and locomotor functions, impact the survival rates of injured fish in the presence of predators becoming more visible and losing their swimming ability.

*Key words:* injury, survival, pelagic trawl, predators press.