

УДК 576.895.122 : 597.553.2

РЫБОВОДНЫЙ УЩЕРБ ИЗ-ЗА СНИЖЕНИЯ МАССЫ  
ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ОЗЕРНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ  
ГОДОВИКОВ СИГОВЫХ РЫБ,  
ПОРАЖЕННЫХ МЕТАЦЕРКАРИЯМИ ДИПЛОСТОМ

Д. А. Размашкин, В. Я. Ширшов

Даются метод и результаты расчета потерь массы на 100 кг улова при различной интенсивности заражения метацеркариями диплостом годовиков пеляди и ее гибридов с пыжьяном, выращиваемых в озерных хозяйствах.

Убытки, наносимые озерным хозяйством диплостомозом, складываются из потерь, вызываемых гибелью рыб от этого заболевания, из-за выедания рыбоядными птицами рыб с ослабленным в результате поражения глаз зрением в большей мере, чем незараженных особей, потерь из-за замедления темпа роста и снижения упитанности больных рыб. Замедление темпа роста выражается в уменьшении размеров и массы выращиваемых рыб. По данным Шигина (1971), у пораженных 30 метацеркариями сеголетков белого амура средняя масса снижается приблизительно в 2 раза по сравнению с незараженными особями. При средней интенсивности инвазии 5.9 паразитов потери из-за диплостомоза составили более 10% от общей массы продукции. Змерзлая (1968), наблюдавшая энзоотию диплостомоза сеголетков пеляди в прудах Себежского рыбопитомника, отмечает, что у пораженных метацеркариями диплостом сеголетков количество паразитов было обратно пропорционально размерам рыб. Богданова (1975) считает, что при весьма интенсивном поражении метацеркариями масса сеголетков сиговых в 5—6 раз меньше, чем у незараженных. Проведенный Шигиным (1982) расчет потерь массы выращиваемых в прудах сеголетков пеляди, очень интенсивно пораженных метацеркариями диплостом, показал, что из-за заболевания теряется более 75% потенциально возможной массы рыб.

Сведения о вызываемых инвазией потерях представляют практический интерес, так как позволяют дать объективную оценку причиняемого заболеванием ущерба, а также прогнозировать возможные потери от заболевания в водоемах с известной эпизоотической обстановкой в случае их зарыбления разводными рыбами.

Для расчета потерь от диплостомоза из-за снижения массы пораженных паразитом особей необходимо знать, какая часть массы теряется в среднем у пораженных рыб по сравнению со здоровыми при различной интенсивности заражения и распределение паразитов в популяции хозяина. При выяснении этих вопросов нами использованы результаты вскрытия на зараженность метацеркариями диплостом 1181 экз. пеляди и ее гибридов с пыжьяном из трех озер юга Тюменской обл. (оз. Горюново в Армизонском р-не, оз. Шапкуль в Нижне-Тавдинском р-не и оз. Чебачье в Казанском р-не). Вскрытые рыбы были в возрасте от 6 до 12 мес., т. е. выращивались в озерах в течение одного летнего сезона.

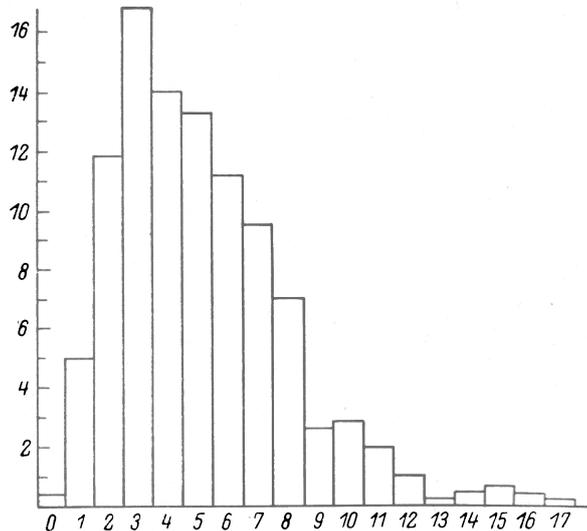
Помимо метацеркарий *Diplostomum spathaceum*, *D. paracaudum*, *D. commutatum* и *D. helveticum* (с преобладанием первых двух видов), пелядь и гибрид пелядь × пыжьян в оз. Горюново в первые месяцы жизни были поражены *Trichodinella subtilis* на 86.6—100% с интенсивностью инвазии у отдельных рыб до

130 экз. паразитов в поле зрения микроскопа при увеличении  $9 \times 10$ ; единичными инфузориями *Hemiphrys branchiarum*, *Chilodonella hexastichus*, *Trichodina reticulata*, *Apiosoma piscicola* и метацеркариями *Echinochasmus* sp., *Posthodiplostomum brevicaudatum* и *Tylodelphys clavata*; сеголетки пеляди в июле были поражены *Argulus foliaceus* на 20% с интенсивностью до 3 паразитов, а молодь гибрида пелядь  $\times$  пыжьян в конце мая на 77.7% личинками аргулюсов с интенсивностью до 3 паразитов; отмечены также единичные случаи находок у пеляди личинок нематод *Agamonema* sp. и плероцеркоидов *Proteocephalus* sp. Гибриды пыжьян  $\times$  пелядь в оз. Шапкуль, кроме метацеркарий диплостом, были поражены единичными экземплярами *Trichodinella subtilis*, *Apiosoma piscicola* и *Argulus foliaceus*, а также метацеркариями *Tylodelphys clavata* на 60% с интенсивностью 1—5 паразитов. В оз. Чебачье пелядь одновременно была заражена метацеркариями диплостомна 91%, *Ichthyocotylurus erraticus* — на 70%.

Заражение сиговых перечисленными выше паразитами в большинстве случаев было незначительным и, по-видимому, не могло оказать существенного влияния на темп роста рыб. Определенное патогенное воздействие могло вызвать интенсивное зараже-

Рис. 1. Распределение частот метацеркарий диплостом в партии годовиков пеляди из оз. Горюново, май 1979 г.

По оси абсцисс — число метацеркарий, по оси ординат — количество рыб, в %.



ние отдельных особей пеляди в оз. Горюново *T. subtilis*. Но такие случаи были отмечены только в июне, а в дальнейшем интенсивность инвазии этой инфузурией не превышала 4 паразитов в поле зрения микроскопа. У исследованных годовиков, как правило, наблюдалось снижение массы по мере нарастания интенсивности заражения метацеркариями диплостом.

Расчет потерь из-за снижения массы пораженных метацеркариями диплостом рыб при различных индексах обилия и числе паразитов, приходящихся на 1 г массы хозяина, по Шигину (1982) — удельный индекс обилия, проводился в расчете на 100 кг получаемого улова. Этот расчет потерь в общем виде осуществлялся по следующей схеме.

Данные результатов вскрытий выборочной совокупности рыб ранжировали в вариационные ряды по частоте встречаемости у рыб метацеркарий и по частотам паразитов на 1 г массы рыб. Допустим, что во вскрытой партии из  $n$  особей частоты распределения среди них метацеркарий диплостом или частоты количества этих паразитов на 1 г массы рыб составляли  $n_1, n_2, n_3, n_4 \dots$ , а средняя масса рыб в классе непораженных или наименее пораженных особей была  $m_1$  и в последующих классах  $m_2, m_3, m_4 \dots$ , то при отсутствии заболевания  $n$  рыб имели бы массу  $m_1 n$ . Фактически масса исследованных рыб была равна  $m_1 n_1 + m_2 n_2 + m_3 n_3 + m_4 n_4 \dots$ , т. е.  $mn$ , где  $m$  — средняя масса особи во всей партии рыб. Потери из-за поражения совокупности исследованных рыб метацеркариями диплостом составили  $m_1 n - mn$ , а ущерб от заболевания, в кг, на 100 кг выловленной рыбы ( $y$ ), исходя из соотношения

$$\frac{y}{100} = \frac{m_1 n - mn}{mn}$$

был равен

$$y = \frac{100(m_1 - m)}{m}, \quad (1)$$

где  $y$  — масса рыбы, потерянная из-за заболевания на 100 кг улова;  $m_1$  — средняя масса рыб в классе непораженных или наименее пораженных особей;  $m$  — средняя масса рыб во всей партии.

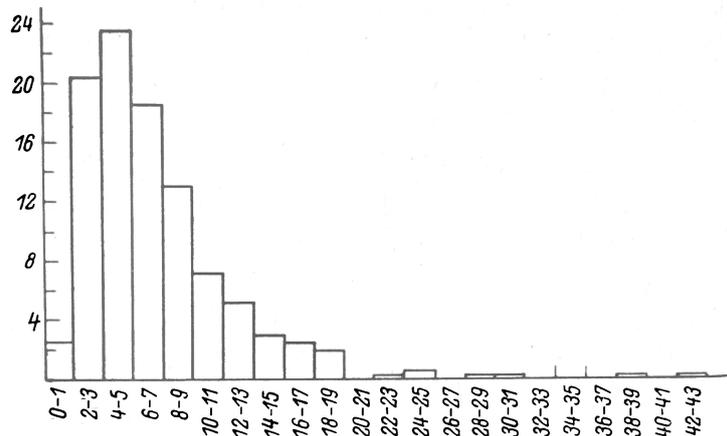


Рис. 2. Распределение частот метацеркарий диплостом в партии годовиков пеляди из оз. Горюново, май 1981 г.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

Таким образом, потери зависят от двух показателей: средней массы рыб в классе непораженных или наименее пораженных особей и средней массы рыб во всей партии. Ранжирование выборочной совокупности рыб в вариационные

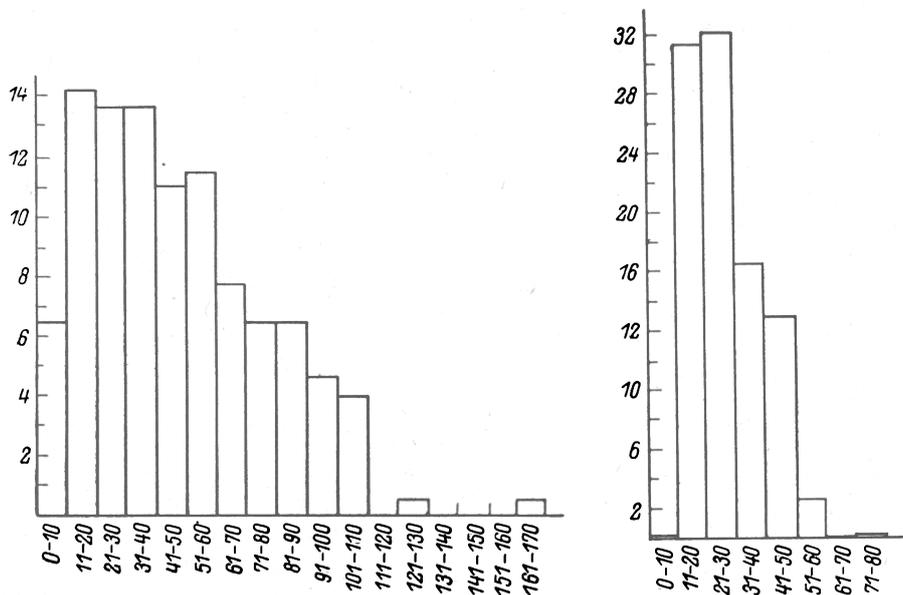


Рис. 3. Распределение частот метацеркарий диплостом в партии годовиков гибридов пелядь×пыжьян из оз. Горюново, май 1981 г.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

Рис. 4. Распределение частот метацеркарий диплостом в партии гибридов пыжьян×пелядь из оз. Шапкуль, возраст рыб 8 мес., январь 1980 г.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

ряды по частоте встречаемости метацеркарий или частотам паразита на 1 г массы необходимо только для того, чтобы убедиться, что по мере нарастания интенсивности заражения рыб паразитом у них снижается масса. Для проведения расчета потерь достаточно лишь выделить класс непораженных или наименее пораженных особей.

При выполнении данной работы исследовались партии рыб, взятые путем случайного отбора из неводных уловов. В выборочные совокупности не включали лишь редко встречающихся уродливых особей, имевших из-за этого низкий темп роста.

При определении потерь от инвазии трудоемкое вычисление средних масс и их статистических ошибок было выполнено на ЭВМ «Наири-К» и по полученным данным проведен дальнейший расчет на микрокалькуляторе «Электроника МК-44».

Распределение частот метацеркарий диплостом в популяциях обследованных рыб показано на рис. 1—5. Для приведенных распределений частот метацерка-

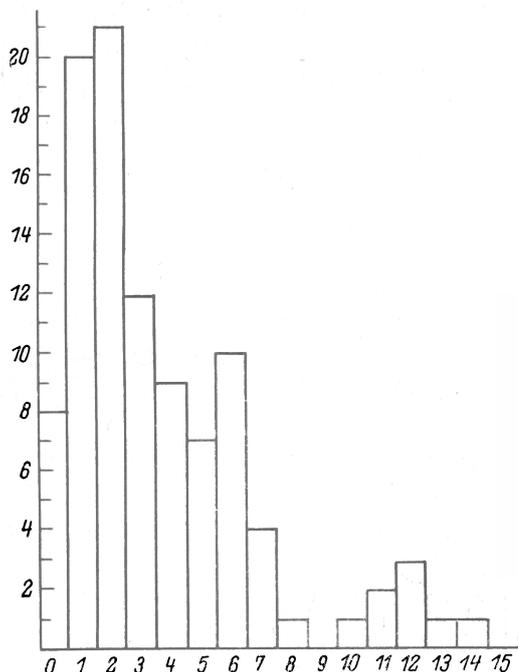


Рис. 5. Распределение частот метацеркарий диплостом в партии пеляди из оз. Чебацье, возраст рыб 6 мес., октябрь 1966 г.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

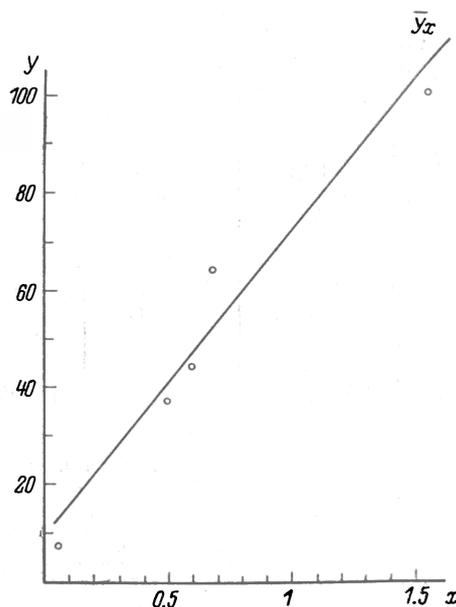


Рис. 6. Усредненные потери массы рыб на 100 кг улова в зависимости от удельного индекса обилия метацеркарий диплостом.

$x$  — удельный индекс обилия метацеркарий диплостом;  $y$  — потеряно кг массы на 100 кг улова;  $\bar{y}_x$  — выравнивающая линия регрессии потерь массы; кружки — эмпирические значения потерь массы.

рыб в популяциях хозяев характерна положительная асимметрия. По-видимому, такой характер распределения частот метацеркарий обусловлен возникновением у рыб после первичного заражения относительного постинвазионного иммунитета, в результате чего уменьшается приживаемость церкарий паразита при повторных заражениях, а при значительной интенсивности инвазии и большей вероятностью элиминации по тем или иным причинам интенсивно пораженных метацеркариями особей по сравнению с менее пораженными.

В табл. 1 показано изменение массы рыб в 5 партиях сиговых в зависимости от интенсивности их заражения метацеркариями. Так как среди исследованных рыб, за исключением пеляди из оз. Чебацье, было крайне мало непораженных метацеркариями особей, при проведении расчета потерь считали, что у зараженных 1 метацеркарией рыб из оз. Горюново, как и у незараженных, паразиты не вызывали снижения массы тела. Среди гибридов пеляди с пыжьяном рыб с такой интенсивностью заражения не встречалось. Поэтому для этих партий рыб была рассчитана предполагаемая средняя масса незараженных особей.

Из табл. 1 видно, что наиболее значительное относительное снижение массы рыб по мере нарастания интенсивности их заражения наблюдалось в партиях рыб с небольшой средней массой. Наименьшее снижение массы отмечено в пар-

Т а б л

Изменение массы сиговых в зависимости от интенсивности их заражения

Вид рыб	Время исследования	Количество рыб	Индекс обилия метацеркарий	Средняя масса рыб (в г)	Средняя масса		
					незараженных	зара	
						1	2
Оз. Горю							
Пелядь	Май 1979 г.	500	5.07	7.469 ± +0.114	9.344 ± +0.775 (27)	7.973 ± +0.711 (64)	
Пелядь	Май 1981 г.	310	7.19	14.713 ± +0.231	20.128 ± +1.321 (7)	16.247 ± +0.729 (28)	
Гибрид пелядь × пыжьян	Май 1981 г.	156	47.41	31.146 ± +1.647	55.504 ± +3.95 *	—	
Оз. Шап							
Гибрид пыжьян × пелядь	Январь 1980 г.	115	28.63	48.676 ± +1.647	58.257 ± +3.714 *	—	
Оз. Че							
Пелядь	Октябрь 1966 г.	100	3.75	66.071 ± +1.409	71.312 ± +2.344 (8)	68.02 ± +1.629 (20)	

Примечание. \* Предполагаемая средняя масса незараженных особей. В скобках — количество

Т а б л

Изменение массы сиговых в зависимости от удельного индекса обилия

Вид рыб	Время исследования	Количество рыб	Средняя масса рыб (в г)	Удельный индекс обилия метацеркарий	Средняя масса рыб			
					0	0.01—0.1	0.11—0.2	0.21—0.4
Оз. Горю								
Пелядь	Май 1979 г.	500	7.469 ± +0.114	0.679	15.21 ± +3.07 (10)	8.69 ± +0.47 (28)	8.404 ± +0.240 (97)	
Пелядь	Май 1981 г.	310	14.713 ± +0.213	0.489	20.264 ± +0.855 (11)	17.398 ± +0.418 (52)	16.38 ± +0.407 (22)	
(22)								
Гибрид пелядь × пыжьян	Май 1981 г.	156	31.146 ± +1.647	1.522	—	69.586 ± +7.882 (14)	49.393 ± +5.91 (14)	
Оз. Шап								
Гибрид пыжьян × пелядь	Январь 1980 г.	115	48.676 ± +1.576	0.588	—	82.617 ± +7.455 (6)	57.494 ± +2.374 (31)	
Оз. Че								
Пелядь	Октябрь 1966 г.	100	66.071 ± +1.409	0.057	71.312 ± +2.344 (8)	68.34 ± +1.269 (77)	56.415 ± +5.245 (13)	

тии пеляди из оз. Чебачье, имевшей наиболее высокую среднюю массу. У рыб этой партии, зараженных 6—20 метацеркариями, средняя масса составляла 89.4% от этой величины для незараженных особей. Эту минимальную поправку мы использовали для расчета предполагаемой средней массы особей в партиях гибридов пеляди с пыжьяном, считая, что средняя масса рыб, пораженных

## и ц а 1

метацеркариями диплостом и потери продукции, в кг на 100 кг улова

рыб (в г)								Потери на 100 кг улова
женных метацеркариями								
3—5	6—8	9—11	12—20	21—40	41—60	61—80	более 81	
<b>ново</b>								
7.371 ± +0.115 (219)	7.294 ± +0.193 (137)	7.164 ± +0.351 (39)	6.30 ± +0.287 (14)	—	—	—	—	25.1 ±10.58
16.260 ± +0.297 (110)	13.989 ± +0.424 (76)	13.586 ± +0.836 (42)	11.892 ± +0.498 (39)	9.40 ± +0.43 (7)	—	—	—	36.8 ±9.13
—	42.72 ± +7.435 (5)	44.322 ± +6.214 (9)	54.188 ± +5.332 (18)	34.443 ± +3.727 (42)	23.418 ± 1.418 ± (32)	20.02 ± 1.429 (25)	22.90 ±3.262 (25)	78.2 ±14.35
<b>куль</b>								
—	70.95 ± +12.25 (2)	—	51.062 ± +3.503 (37)	49.227 ± +1.679 (55)	42.933 ± +3.776 (18)	27.266 ± +3.832 (3)	—	19.68 ±8.31
<b>бачье</b>								
62.361 ± +3.215 (28)	62.413 ± +4.846 (15)	69.50 ± +3.092 (3)	64.32 ± +9.935 (5)	—	—	—	—	7.93 ±4.12
особей.								

## и ц а 2

метацеркарий диплостом и потери продукции (кг) на 100 кг улова

(в г) при удельном индексе обилия метацеркарий									Потери на 100 кг улова (в кг)
0.41—0.6	0.61—0.8	0.81—1.00	1.01—2.00	2.01—3.00	3.01—4.00	4.01—5.00	5.01—6.00	6.01 и более	
<b>ново</b>									
7.669 ± +0.175 (102)	7.204 ± +0.165 (79)	6.819 ± +0.158 (68)	6.173 ± +0.107 (105)	5.509 ± +0.216 (11)	—	—	—	—	103.64 ± +39.71
14.223 ± +0.354 (56)	12.867 ± +0.345 (33)	11.80 ± +0.858 (18)	10.579 ± +0.336 (39)	9.033 ± +0.418 (9)	—	—	—	—	37.73 ± +6.05
42.70 ± +5.199 (8)	30.225 ± +1.588 (8)	34.01 ± +2.333 (10)	28.762 ± +2.208 (34)	24.118 ± +1.636 (17)	18.754 ± +0.766 (26)	18.311 ± +0.912 (9)	17.060 ± +0.499 (5)	13 545 ± +0.857 (11)	123.42 ± +26.87
<b>куль</b>									
48.936 ± +1.753 (28)	50.576 ± +3.101 (17)	36.16 ± +1.909 (15)	32.431 ± +2.840 (13)	25.14 ± +2.226 (5)	—	—	—	—	69.73 ± +15.82
<b>бачье</b>									
20.5 ±4.5 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	7.93 ± +4.12

6—20 метацеркариями, в этих партиях также составляет 89.4% от предполагаемой средней массы незараженных особей.

Потери от диплостомоза на 100 кг улова при расчете по формуле 1 составили от 7.93 кг при индексе обилия метацеркарий 3.75 до 78.2 кг при индексе обилия 47.41. При этом потери были не прямо пропорциональны индексу обилия

метацеркарий в партиях рыб, а в значительной мере зависели и от массы пораженных особей.

Поэтому был проведен также расчет потерь на 100 кг улова по тем же партиям рыб, но с ранжированием для этих целей результатов вскрытия по частотам количества паразитов, приходящихся на 1 г массы хозяина (табл. 2). Такой способ ранжирования результатов вскрытия ранее был использован Шигиным (1982) при определении потерь массы у пораженных метацеркариями диплостом сегментов пеляди.

Потери от диплостомоза при таком способе ранжирования материала оказались более значительными и в зависимости от удельного индекса обилия метацеркарий в партиях рыб колебались от 7.93 до 123.42 кг на 100 кг улова (табл. 2).

Характерно, что во всех случаях при ранжировании материала по частотам встречаемости у рыб метацеркарий, за исключением случая (оз. Чебачье), когда в группу не пострадавших от инвазии были включены только незараженные особи, показатели потерь были более низкими, чем при ранжировании материала тех же партий по частотам количества метацеркарий на 1 г массы хозяина.

Отмеченная закономерность связана с тем, что при ранжировании материала по первому способу, в тех случаях, когда в группу не пострадавших от инвазии включаются и наименее зараженные особи, не учитывается динамичность процесса инвазирования рыб. В группу наименее пораженных включаются как рыбы, заразившиеся на ранних этапах выращивания, когда заражение даже 1 метацеркарией может существенно снизить темп роста рыб, так и особи, заразившиеся во второй половине лета. Поэтому результаты расчета потерь оказываются заниженными.

При втором способе ранжирования материала устраняются отмеченные недостатки первого способа, но к потерям будут причислены не только возникшие из-за снижения темпа роста рыб от инвазии, но в ряде случаев и различия в массе рыб, возникающие по любым другим причинам. Например, две особи, одновременно зараженные одинаковым количеством метацеркарий, по тем или иным причинам могут иметь на момент учета различную массу. В результате только особь с большей массой может быть включена в группу наименее пораженных. Это неизбежно вызовет завышение среднего веса наименее пораженных особей.

Учитывая возможные отклонения, целесообразно ориентировочные потери от инвазии определять как средний показатель потерь, рассчитанных при ран-

Т а б л и ц а 3

Усредненные потери из-за снижения массы годовиков сиговых, пораженных метацеркариями диплостом, в кг на 100 кг улова

Вид рыб	Водоем (озеро)	Год исследования	Удельный индекс обилия	Потеряно массы на 100 кг улова, в кг
Пелядь	Чебачье	1966	0.056	7.93 +4.12
Пелядь	Горюново	1981	0.489	37.26 +5.48
Гибрид пыжьян × пелядь	Шапкуль	1980	0.588	44.7 +8.95
Пелядь	Горюново	1979	0.679	64.37 +20.55
Гибрид пелядь × пыжьян	Горюново	1981	1.522	100.81 +15.23

жировании материала по первому и второму способу. Полученные средние показатели потерь оказываются тогда приблизительно в прямой зависимости от удельного индекса обилия диплостом в партиях сиговых (табл. 3, рис. 6). Эта зависимость при выравнивании полученных эмпирических данных по способу наименьших квадратов может быть выражена формулой

$$y_x = 8.985 + 63.031x, \quad (2)$$

где  $y_x$  — масса рыб, потерянная из-за заболевания на 100 кг улова,  $x$  — удельный индекс обилия метацеркарий диплостом.

Формула 2 может быть использована (в пределах соответствующих показателей удельного индекса обилия метацеркарий диплостом) для ориентировочного определения потерь массы из-за заболевания пеляди и ее гибридов с пыжьяном.

#### Л и т е р а т у р а

- Б о г д а н о в а Е. А. Изменения морфобиологических показателей у молоди сиговых под воздействием диплостоматид и их экономическая оценка. — В кн.: Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. Л., 1975, № 16, с. 52—55.
- З м е р з л а я Е. И. Заболевание сеголетков пеляди диплостомозом в Себежском рыбопитомнике. — В кн.: 5-е Всесоюз. совещ. по паразитам рыб и водных беспозвоночных. Рефер. докл. Л., Наука, 1968, с. 37—38.
- Ш и г и н А. А. О влиянии диплостомозной инвазии на темп роста сеголетков белого амура. — Тр. гельминтол. лабор. АН СССР, 1971, т. 22, с. 227—231.
- Ш и г и н А. А. Диплостомозы пеляди в Игналинском рыбозаводе и озерах Литовской ССР. — В кн.: Гельминты в пресноводных биоценозах. М., Наука, 1982, с. 208—227.

Сибирский научно-исследовательский  
и проектно-конструкторский  
институт рыбного хозяйства,  
Тюмень

Поступило 3 III 1983

---

#### PISCICULTURAL DAMAGE CAUSED BY THE DECREASE OF MASS OF COREGONINAE YEARLINGS INFECTED WITH METACERCARIAE OF DIPLOSTOMS IN LAKE FISHERIES

D. A. Razmashkin, V. Ja. Shirshov

#### S U M M A R Y

1181 yearlings of pelyad (*Coregonus peled*) and its hybrids with Siberian (*Coregonus lavaretus pidschian*) powan were dissected. A calculation of loss in mass per 100 kg of catch at different levels of fish infection with metacercariae of diplostoms was made. Losses increased in direct proportion to the average number of metacercariae per 1 g of mass of fishes. With 1.5 metacercariae per 1 g of mass of fish population losses amounted to 1/2 of potentially possible production.

---