

## СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ О ПЛОДОВИТОСТИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ РЕКИ АМУР

© 2007 г. Е.В. Беспалова, В.Н. Кошелев

Хабаровский филиал ТИНРО-центра, Хабаровск 680028

Поступила в редакцию 19.12.2006 г.

Окончательный вариант получен 24.01.2007 г.

В работе представлены современные данные (2005) по плодовитости калуги *Huso dauricus* (Georgi) и амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt. Анализируя значения средних абсолютной и относительной плодовитости калуги и амурского осетра на протяжении многолетнего периода исследований, сделано заключение об их снижении к настоящему времени. Рассмотрен ряд причин, негативно влияющих на функционирование репродуктивной системы калуги и амурского осетра, которые приводят к уменьшению показателей плодовитости.

### ВВЕДЕНИЕ

Для оценки современного уровня воспроизводства и состояния запасов калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii*, а также решения задач, связанных с их заводским разведением, необходимы знания о плодовитости этих видов рыб.

Литературные сведения о плодовитости данных видов представлены в работах В.К. Солдатова (1915), А.Н. Пробатова (1935), В.Г. Свирского (1967), М.Л. Крыхтина (1984), а так же в совместной публикации М.Л. Крыхтина и Э.И. Горбач (1996), в которой был обобщен собранный материал за 1963, 1965, 1969, 1971-1990 гг. (411 экз. калуги и 399 экз. амурского осетра).

Основная цель работы – показать состояние изученности и провести сравнительный анализ изменчивости плодовитости калуги и амурского осетра за многолетний период.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы по сбору материала проводились в июле-сентябре 2005 г. в лимане и русловой части Нижнего Амура (район г. Николаевск-на-Амуре). В качестве орудий лова использовали ставные одностенные сети с ячеей 160-300 мм и плавные трехстенные сети с ячеей 100-120 мм. Такие же орудия лова применялись М.Л. Крыхтиным (1984). Визуальное определение стадии зрелости половых желез в полевых условиях проводилось по шкале зрелости, разработанной В.З. Трусовым (1964). Было исследовано 36 самок калуги, из которых 18 было отловлено в лимане и 18 в русле р. Амур. Все 196 самок амурского осетра были отловлены в русле. Для определения абсолютной плодовитости (АП) у каждой самки брали кусочки гонад массой от 5 до 10 граммов, которые взвешивались, а затем фиксировались в 4%-ном формалине с последующим перерасчетом на массу яичников. У каждой самки измеряли длину тела от конца рыла до конца средних лучей ( $AC$ , см) и массу тела ( $Q$ , кг). Для определения степени упитанности рыб пользовались коэффициентом Фультонна (Правдин, 1966). При выяснении зависимости плодовитости от размерно-весовых показателей были

объединены выборки калуги из лимана и русла Амура. Для сравнительной характеристики размерные ряды были взяты в том же виде, как в работе М.Л. Крыхтина и Э.И. Горбач (1996). Относительную популяционную плодовитость (ОПП) определяли по формуле:

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i N_i}{100}$$

где  $\bar{E}$  – популяционная плодовитость;  $E_i$  – абсолютная плодовитость  $i$ -й размерной группы самок;  $N_i$  – относительная численность самок данной размерной группы (в %);  $i=1, 2, \dots, n$  – соответственно первая, вторая и т.д. размерная группа самок (Иванков, 2001).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

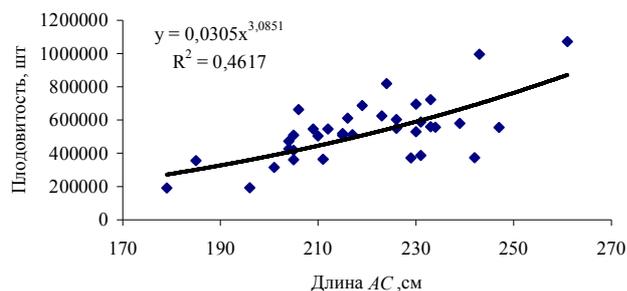
КАЛУГА. В 2005 г. плодовитость самок калуги ( $n=36$ ) колебалась от 191,5 до 1 072,7 икринок. Средняя АП составила  $535,7 \pm 31,6$  тыс. икринок.

По данным В.К. Солдатова (1915), А.Н. Пробатова (1936) и В.Г. Свирского (1967), абсолютная плодовитость калуги колебалась от 364,5 до 4 100,1 тыс. икринок и в среднем ( $n=17$ ) составляла 1 160 тыс. икринок. По наблюдениям М.Л. Крыхтина и Э.И. Горбач (1996), АП калуги колебалась от 186 до 2 032 тыс. икринок, а ее среднее значение составило 816 тыс. икринок. Всего за период работ в Амурском лимане (1963, 1965, 1969, 1971-1990 гг.), М.Л. Крыхтиным и Э.И. Горбач был исследован 241 экз. калуги.

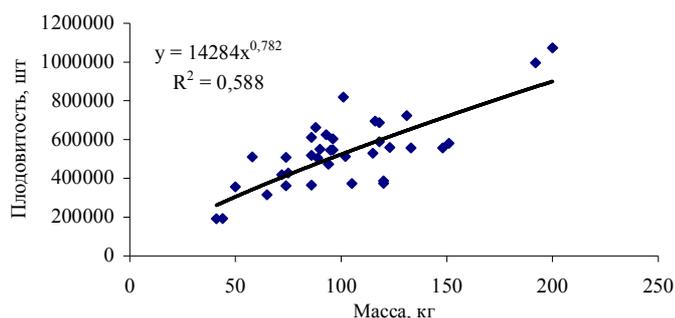
По нашим материалам, средняя АП калуги в 2 раза меньше, по сравнению с данными В.К. Солдатова (1915), А.Н. Пробатова (1936) и В.Г. Свирского (1967), и в 1,5 раза меньше, чем по данным М.Л. Крыхтина, Э.И. Горбач (1996). Плодовитость самки с наибольшими размерно-весовыми показателями из нашей выборки (261 см, 200 кг), оказалась максимальной и составила 1 072 тыс. икринок. В то же время, анализ зависимости АП калуги от ее длины и массы показал, что связь между этими показателями (вероятно ввиду маленькой выборки) слабая. Наибольший коэффициент аппроксимации получен для связи абсолютной плодовитости и массы ( $R^2=0,588$ ) (рис. 1, 2).

Судя по полученным данным, абсолютная плодовитость (АП) самок калуги с увеличением длины и массы тела возрастает.

В пределах выделенных М.Л. Крыхтиным и Э.И. Горбач (1996) размерных (по длине АС) групп, значения абсолютной плодовитости калуги сильно варьируют (табл. 1).



**Рис. 1.** Зависимость абсолютной плодовитости калуги от длины AC.  
**Fig. 1.** The relationship between absolute fecundity and length (AC) of kaluga.



**Рис. 2.** Зависимость абсолютной плодовитости калуги от массы тела.  
**Fig. 2.** The relationship between absolute fecundity and body weight of kaluga.

**Таблица 1.** Сравнение абсолютной плодовитости калуги в размерных группах.  
**Table 1.** The comparison of absolute fecundity of kaluga in age groups.

Наши данные, 2005 г.			Данные Крыхтина, Горбач (1996) 1963, 1965, 1969, 1971-1990 гг.			
Длина, см	АП, тыс. икринок		Число экз.	Длина, см	АП, тыс. икринок	
	$M \pm s.e.*$ Lim	?			$M$ Lim	Число экз.
150-170				150-170	$\frac{238}{227-255}$	4
171-190	$\frac{273 \pm 82}{191-356}$	116	2	171-190	$\frac{396}{186-622}$	22
191-210	$\frac{440 \pm 41}{192-661}$	130	10	191-210	$\frac{569}{243-1164}$	70
211-230	$\frac{556 \pm 32}{364-818}$	121	14	211-230	$\frac{782}{391-1290}$	107
231-250	$\frac{590 \pm 61}{373-995}$	184	9	231-250	$\frac{944}{302-1555}$	81
251-270	1072		1	251-270	$\frac{1226}{755-2104}$	62
271-290				271-290	$\frac{1507}{871-2195}$	37
291-310				291-310	$\frac{1669}{1581-2079}$	12
311-330				311-330	$\frac{2028}{1630-2302}$	8
331-350				331-350	$\frac{2742}{2544-3067}$	5
351-370				351-370	2688	1
411-430				411-430	3438	1
491-510				491-510	4225	1

\*Примечание: s.e. – стандартная ошибка. \*Note: s.e. – standart mistake.

В этой таблице мы сравнили данные 2005 г. и обобщенные результаты исследований М.Л. Крыхтина и Э.И. Горбач (1996). В двух наиболее многочисленных размерных группах 191-210 см и 211-230 см показатели средней, минимальной и максимальной абсолютной плодовитости в нашем случае существенно ниже.

Число икринок, приходящиеся на один килограмм массы тела (относительная плодовитость), у калуги колеблется от 3 115 до 8 786 икринок, и в среднем составляет 5 443 икринки. По сравнению с данными М.Л. Крыхтина, Э.И. Горбач (1996), наблюдается значительное снижение относительной плодовитости (табл. 2). С увеличением размерных показателей калуги относительная плодовитость уменьшается (табл. 3).

**Таблица 2.** Изменение относительной плодовитости калуги.

**Table 2.** The changes in relative fecundity of kaluga.

ОП	2005 г.	Данные Крыхтина, Горбач (1996)
max	8786	16190
min	3115	4340
среднее	5443	7070

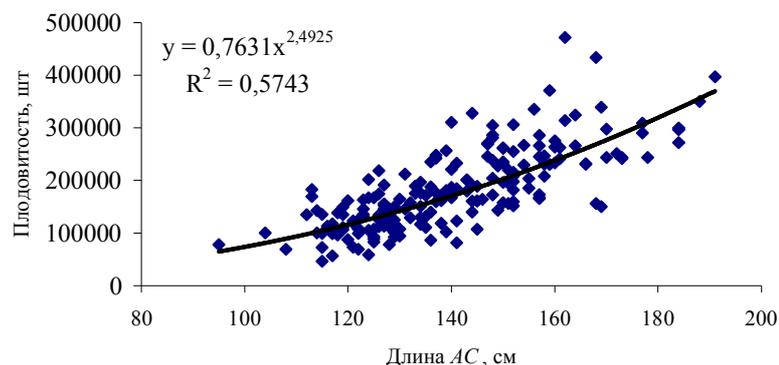
**Таблица 3.** Относительная плодовитость калуги в размерных группах в 2005 г.

**Table 3.** Relative fecundity of kaluga in age groups in 2005.

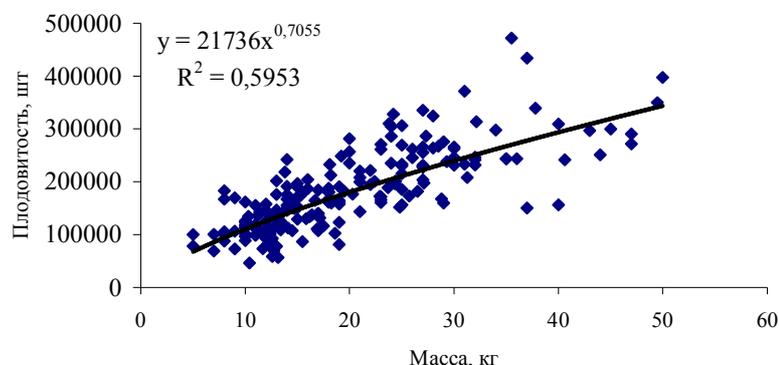
Длина, см	ОП, тыс. икринок		Число экз.
	$\frac{M \pm s.e.}{lim}$	?	
171-190	$\frac{5,9 \pm 1,2}{4,7-7,1}$	1,7	2
191-210	$\frac{5,8 \pm 0,4}{4,4-8,8}$	1,3	10
211-230	$\frac{5,9 \pm 0,3}{3,5-8,1}$	1,2	14
231-250	$\frac{4,3 \pm 0,3}{3,1-5,5}$	0,9	9

**АМУРСКИЙ ОСЕТР.** По данным В.Г. Свирского (1967), объединившего данные В.К. Солдатова за 1915 г. ( $n=32$ ), А.Н. Пробатова за 1935 г. ( $n=17$ ) и свои ( $n=17$ ), средняя абсолютная плодовитость амурского осетра составляла 103,3 тыс. икринок, с пределами колебаний от 29,12 до 556,2 тыс. икринок. Однако, по материалам М.Л. Крыхтина, Э.И. Горбач (1996), средняя плодовитость амурского осетра ( $n=399$ ) была больше и составляла 287,8 тыс. икринок, с пределами колебания от 41 тыс. до 1 057 тыс. икринок. По нашим данным, среднее значение ОП данного вида осетровых ( $n=196$ ) уменьшилось в 1,5 раза и составило 182,1 тыс. икринок, с пределами колебаний от 46,5 до 471,8 тыс. икринок.

Как и у калуги, у амурского осетра с увеличением длины и массы тела абсолютная плодовитость возрастает (рис. 3, 4).



**Рис. 3.** Зависимость абсолютной плодовитости амурского осетра от длины  $AC$  в русле Амура в 2005 г.  
**Fig. 3.** The relationship between absolute fecundity and body length ( $AC$ ) of Amur sturgeon in the Amur River channel in 2005.



**Рис. 4.** Зависимость абсолютной плодовитости амурского осетра от веса в русле Амура в 2005 г.  
**Fig. 4.** The relationship between absolute fecundity of and body weight of Amur sturgeon in the Amur River channel in 2005.

Наибольший коэффициент аппроксимации ( $R^2=0,5953$ ) получен для связи абсолютной плодовитости и массы. Данная зависимость удовлетворила нас описанием степенной функции.

Следует отметить, что в наших материалах самка с наибольшими размерно-весовыми показателями (50 кг, 191 см) не обладала самой высокой плодовитостью. Самую большую АП имела самка массой 35,5 кг и длиной от конца рыла до конца средних лучей 162 см.

В пределах размерных групп (по длине  $AC$ ), как и в случае с калугой, плодовитость амурского осетра в 2005 г. сильно варьировала. В пределах групп значения колебались до 4 раз (табл. 4).

Относительная плодовитость амурского осетра в 2005 г. колебалась от 3 908 до 22 826 икринок и в среднем составила 9 717 икринок. По сравнению с данными М.Л. Крыхтина, Э.И. Горбач (1996), ее среднее значение значительно уменьшилось (табл. 5).

**Таблица 4.** Сравнение абсолютной плодовитости амурского осетра в размерных группах.  
**Table 4.** The comparison absolute fecundity of Amur sturgeon in age groups.

Наши данные, 2005 г.				Данные Крыхтина, Горбач (1996) 1963, 1965, 1969, 1971-1990 гг.		
Длина, см	АП, тыс. икринок		Число экз.	Длина, см	АП, тыс. икринок	
	$\frac{M \pm s.e.}{Lim}$	?			$\frac{M}{lim}$	Число экз.
81-90				81-90	41	1
91-100	78		1	91-100	$\frac{74}{44-96}$	5
101-110	$\frac{85 \pm 15}{69-100}$	22	2	101-110	$\frac{109}{75-167}$	15
111-120	$\frac{116 \pm 7}{46-183}$	33	23	111-120	$\frac{133}{93-183}$	41
121-130	$\frac{126 \pm 5}{59-218}$	34	48	121-130	$\frac{166}{86-239}$	55
131-140	$\frac{173 \pm 8}{87-310}$	49	32	131-140	$\frac{209}{126-295}$	78
141-150	$\frac{205 \pm 10}{81-328}$	57	34	141-150	$\frac{252}{162-378}$	70
151-160	$\frac{227 \pm 9}{152-371}$	53	31	151-160	$\frac{325}{203-432}$	41
161-170	$\frac{283 \pm 24}{150-472}$	91	14	161-170	$\frac{398}{223-705}$	36
171-180	$\frac{263 \pm 12}{242-309}$	29	6	171-180	$\frac{437}{279-506}$	25
181-190	$\frac{304 \pm 16}{272-350}$	33	4	181-190	$\frac{556}{467-602}$	10
191-200	397		1	191-200	$\frac{655}{528-739}$	14
201-210				201-210	$\frac{765}{625-954}$	3
211-220				211-220	$\frac{821}{691-1033}$	3
221-230				221-230	$\frac{999}{941-1057}$	2

**Таблица 5.** Изменение относительной плодовитости амурского осетра (тыс. шт.).  
**Table 5.** The changes in relative fecundity of Amur sturgeon.

Относительная плодовитость	Относительная плодовитость, наши данные, 2005 г.	Данные Крыхтина, Горбач (1996) 1963, 1965, 1969, 1971-1990 гг.
max	22826	20000
min	3908	8540
среднее	9717	11772

У самок, имевших сравнимые размеры, относительная плодовитость сильно варьировала. Так же как и у калуги, у амурского осетра с увеличением размеров тела значение относительной плодовитости уменьшается (табл. 6).

Анализируя размерные классы, хорошо видно, что в уловах осетра и калуги в 2005 г. отсутствуют крупные самки, которые играют большую роль в формировании популяционной плодовитости.

По сравнению с данными М.Л. Крыхтина, Э.И. Горбач (1996), в 2005 г. у калуги и амурского осетра значения средней абсолютной и относительной плодовитости снизились. Уменьшение значений средней плодовитости отмечено также в размерных группах. Мы можем предположить, что произошло уменьшение и популяционной плодовитости (ПП). Но, т.к. нам не известна численность популяций амурского осетра и калуги, мы можем рассчитать только относительную популяционную плодовитость для данных видов рыб (табл. 7). Относительная ПП калуги в 2005 г., по сравнению с рассчитанной нами по данным М.Л. Крыхтина, ПП снизилась в 1,5 раза, а в случае с амурским осетром более чем в 2,7 раза.

**Таблица 6.** Относительная плодовитость амурского осетра в размерных группах в русле Амура в 2005 г., тыс. икринок.

**Table 6.** The relative fecundity of Amur sturgeon in age groups (in Amur River channel, 2005).

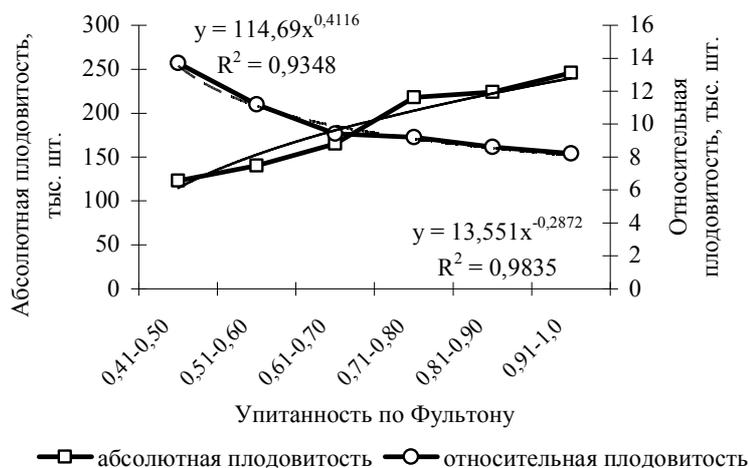
Длина, см	Относительная плодовитость, тыс. икринок		Число экз.
	$\frac{M \pm s.e.}{lim}$	?	
91-100	15,6		1
101-110	$\frac{14,9 \pm 5,1}{9,9-20}$	7,2	2
111-120	$\frac{11,4 \pm 0,8}{4,3-22,8}$	4	23
121-130	$\frac{10,2 \pm 0,4}{4,6-20,1}$	2,9	48
131-140	$\frac{10,2 \pm 0,5}{5,5-17,3}$	2,7	32
141-150	$\frac{9,4 \pm 0,4}{4,3-14,1}$	2,2	34
151-160	$\frac{8,6 \pm 0,3}{5,5-12,4}$	1,9	31
161-170	$\frac{8,4 \pm 0,8}{3,9-13,3}$	2,7	14
171-180	$\frac{6,5 \pm 0,3}{5,7-7,7}$	0,8	6
181-190	$\frac{6,6 \pm 0,3}{5,8-7,1}$	0,6	4
191-200	7,9		1

**Таблица 7.** Изменение относительной популяционной плодовитости калуги и амурского осетра (тыс. шт.).

**Table 7.** The changes population fecundity of kaluga and Amur sturgeon (thousands egg).

Вид	Наши данные, 2005 г.	Данные Крыхтина, Горбач (1996) 1963, 1965, 1969, 1971-1990 гг.
Калуга	515,4	745,1
Осетр	181,8	500,6

Одним из интегральных показателей условий нагула, которые в свою очередь влияют на формирование популяционной плодовитости рыб (Никольский, 1974), является коэффициент упитанности. Для амурского осетра с увеличением коэффициента упитанности характерно увеличение абсолютной плодовитости и, как следствие, уменьшение относительной плодовитости (рис. 6).



**Рис. 6.** Зависимость абсолютной и относительной плодовитости амурского осетра от упитанности.  
**Fig. 6.** The relationship between relative and absolute fecundity and fatness of Amur sturgeon.

Данная зависимость в обоих случаях устроила нас в виде степенной функции. Подобная закономерность наблюдается и у некоторых каспийских осетровых, в частности у белуги Каспийского моря. С увеличением показателей абсолютной плодовитости и коэффициента упитанности рыб относительная плодовитость уменьшается (Распопов, 1987).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя значения абсолютной плодовитости калуги и амурского осетра на протяжении многолетнего периода исследований, мы пришли к выводу, что уже на протяжении нескольких десятилетий средняя абсолютная плодовитость этих видов рыб постепенно снижается. В частности по сравнению с обобщенными данными М.Л. Крыхтина (1996) за 1963-1990 гг. по калуге и амурскому осетру средняя АП в 2005 г. уменьшилась в 1,82 и 1,58 раза соответственно.

На наш взгляд, существует ряд причин, негативно влияющих на функционирование их репродуктивной системы.

Основной причиной, вероятнее всего, является загрязнение бассейна р. Амур токсическими веществами, которые в наибольшей степени накапливаются в донных отложениях и поэтому рыбы бентофаги (амурский осетр) и калуга, потребляющая в пищу рыб-бентофагов, реагируют на загрязнение. Исследования, проведенные сотрудниками ИВЭП (Институт водных и экологических проблем, г. Хабаровск), показали, что в Амур и Амурский лиман поступают разнообразные органические вещества антропогенного происхождения, среди которых значительную долю составляют биохимически стойкие ароматические соединения (Кондратьева, 2000). Тесная зависимость между химическим загрязнением воды и снижением абсолютной плодовитости белуги отмечена на Волге, где АП снизилась с 1970 по 1985 гг. в 1,43 раза (Распопов, 1987; Вещев, 1991).

Известно, что эффективность естественного воспроизводства осетровых рыб во многом определяется гидрологическим режимом реки. Сильная связь между водностью и численностью наблюдается у осетровых Каспия (Трусова, Хван, 2001). Возможно, что и в Амуре продолжительный период снижения водности, начавшийся с 1987 г. (Рослый, 2002), не мог не сказаться на воспроизводстве осетровых.

#### Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории осетровых рыб Ж.С. Литовченко, С.А. Иванову, принимавшим участие в сборе материала, и помощь в обработке проб, а так же к.б.н. С.Ф. Золотухину, к.б.н. Н.Н. Семенченко, к.б.н. В.И. Островскому, к.б.н. В.Г. Свирскому за помощь при написании данной работы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Вещев П.В.* Качественный состав производителей и размножение волжской севрюги *Acipenser stellatus* в новых экологических условиях // Вопросы ихтиологии. 1991. Т. 31. Вып. 3. С. 442-450.

*Иванков В.Н.* Репродуктивная биология рыб. Владивосток: Изд. Дальневост. Ун-та, 2001. С. 224.

*Крыхтин М.Л.* Сравнительная оценка темпа воспроизводства, естественной убыли и численности стад пресноводных рыб Амура // Вопросы ихтиологии. 1984. Т. 24. Вып. 2. С. 204-211.

*Крыхтин М.Л., Горбач Э.И.* Плодовитость калуги и амурского осетра // Вопросы ихтиологии. 1996. Т. 36. Вып. 1. С. 60-64.

*Кондратьева Л.М.* Микроорганизмы в экосистемах Приамурья. Владивосток: Дальнаука, 2000. 198 с.

*Никольский Г.В.* Теория динамики стада рыб. М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 447.

*Пробатов А.Н.* Материалы по изучению осетровых рыб Амура // Уч. зап. Пермского университета. 1935. Т. 1. Вып. 1. С. 33-72.

*Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

*Солдатов В.К.* Исследование осетровых Амура // Мат. к познанию русского рыболовства. Петроград, 1915. Т. 3. Вып. 12. 415 с.

*Распопов В.М.* Воспроизводительная способность белуги Каспийского моря // Вопросы ихтиологии. 1987. Т. 27. Вып. 2. С. 254-263.

*Рослый Ю.С.* Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура. Хабаровское книжное издательство, 2002. 210 с.

*Свирский В.Г.* Амурский осетр и калуга (систематика, биология, перспективы воспроизводства). Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток: ДВГУ, 1967. 31 с.

*Трусов В.З.* Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 56. С. 69-78.

*Трусова В.В., Хван Л.В.* Гидролого-гидрохимический режим р. Урал и северо-восточного Каспия. Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2000 г. Астрахань: КаспНИРХ, 2001. 512 с.

## **CURRENT DATA ON KALUGA *HUSO DAURICUS* (GEORGI) AND AMUR STURGEON *ASIPENSER SCHRENCKII* BRANDT FECUNDITY**

© 2007 y. **E.V. Bespalova, V.N. Koshelev**

*Khabarovsk Branch Pacific Research Fisheries Center, Khabarovsk*

Current data (2005) on the fecundity of kaluga *Huso dauricus* (Georgi) and Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* Brandt are represented in this paper. The average fecundity of kaluga in 2005 was 535 thousand eggs, the one of Amur sturgeon was 182 thousand eggs, the relative fecundity was 5 443 and 9 717 thousand eggs correspondingly. Analysis of average and relative fecundities of kaluga and Amur sturgeon over long-term period has revealed their decreasing now. Comparing data of M.L. Krykhtin (1996) over 1963-1990 the average absolute fecundity in 2005 decreased in 1,82 and 1,58 times correspondingly, the relative fecundity decreased in 1,29 and 1,21 times correspondingly. Adverse factors effecting on the reproduction of sturgeons cause the reducing of the fecundity. Main adverse effects are the pollution of the Amur River as well as the long period of the low water.