

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИИ РОСТА И СОЗРЕВАНИЯ
АМУРСКОГО ОСЕТРА *ACIPENSER SCHRENCKII* BRANDT
И КАЛУГИ *HUSO DAURICUS* (GEORGI)
В УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМАХ**

В.Г.Свирский, Е.И. Рачек

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГУП
«ТИНРО-Центр») пер. Шевченко, 4, Владивосток, 690950, Россия.
E-mail: rachek@tinro.ru*

Показано, что норма реакции по росту и срокам созревания амурского осетра и калуги в управляемых системах гораздо шире, чем в природных условиях р. Амур.

**BIOLOGICAL GROWTH AND RIPENING POTENTIAL
OF AMUR RIVER STURGEON *ACIPENSER SCHRENCKII* BRANDT
AND KALUGA *HUSO DAURICUS* (GEORGI) IN OPERATED SYSTEMS**

V.G. Swirsky, E.I. Rachek

*Pacific research fisheries centre (TINRO-centre), Shevchenko alley, 4, Vladivostok, 690950, Russia.
E-mail: rachek@tinro.ru*

It was shown that norm of reaction by growth and dates of ripening of Amur river sturgeon and kaluga located in operated systems is considerable widely than in native conditions of Amur river

Реализация биологических потенций видов, гибридных форм и пород рыб, в том числе и осетровых, в управляемых системах – основная концепция работ лаборатории рыбоводства ТИНРО-Центра.

В нашем понимании биологические потенции рассматриваются как амплитуда фенотипических реакций при воздействии управляющих факторов. В свою очередь управляемые системы и управляющие факторы представляют собой инженерные сооружения и технологии, разрабатываемые применительно к конкретным объектам культивирования на базе научно-исследовательской рыбоводной станции (НИРС) ТИНРО-Центра.

Инженерными сооружениями считаются садки, установленные в водосбросном и водозаборном каналах водоема-охладителя Приморской ГРЭС и бассейны инкубационно-выростного комплекса.

Фоновые условия на водоеме-охладителе Приморской ГРЭС в силу теплового загрязнения значительно отличаются от природных условий р. Амур. Среднегодовые температуры воды и сумма тепла в обоих каналах значительно выше, чем в природных условиях (рис.1).

В связи с этим обстоятельством период активного роста осетра и калуги в садках станции увеличивается на 2 мес. Наличие инкубационно-выростного комплекса (ИВК) с установкой замкнутого водоснабжения (УЗВ) позволяет выращивать рыбу в зимний пе-

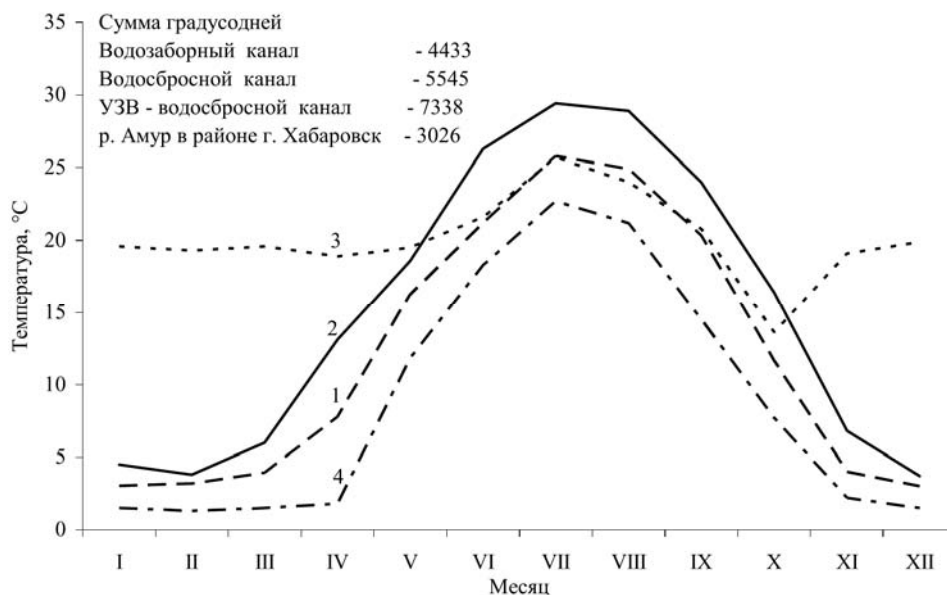


Рис. 1. Годовая динамика температуры воды и сумма градусо-дней в управляемых системах и р. Амур. 1 – водозаборный канал, 2 – водосбросной канал, 3 – УЗВ-водозаборный канал, 4 – р. Амур в районе г. Хабаровск

риод и продлить этот период еще на 5–6 мес. Манипулируя температурой, плотностью посадки живого материала в рыбоводные емкости, режимом кормления и составом кормов, нам удастся значительным образом расширить представления о биологических потенциях роста и созревания амурского осетра и калуги, разработать в конечном итоге ресурсосберегающие технологии.

В настоящей работе дается оценка роста и созревания амурского осетра и калуги в управляемых системах НИРС ТИНРО-Центра и в природных условиях р. Амур.

Материал и методика

В работе использованы материалы реального возраста и роста амурского осетра и калуги в управляемых системах тепловодного садкового хозяйства ТИНРО-Центра в пос. Лучегорск Приморского края. Приводится описание амурского осетра генераций 1992–1993 гг. и калуги генераций 1996 и 1999 гг., использованных при формировании ремонтно-маточных стад (РМС) этих видов и товарном выращивании.

Икру от производителей амурского осетра и калуги природных популяций получали методом гипофизарных инъекций в условиях временного рыбоводного пункта на р. Амур в с. Владимировка Хабаровского края вблизи г. Хабаровск с 1992 по 1996 г. Икру инкубировали в аппарате «Осетр». Односуточных предличинки в пакетах с водой и кислородом доставляли в инкубационно-выростной комплекс (ИВК) рыбоводной станции и размещали в стеклопластиковых лотках площадью 3,2 м².

После перехода личинок на активное питание их подращивали до жизнестойкой молоди с использованием живых и искусственных стартовых кормов. Затем молодь массой 10–15 г переводили для дальнейшего выращивания в стандартные садки из капроновой дели площадью 10 м², установленные в устье водосбросного канала (с 1992 по 1996 г.) или в водозаборном канале Приморской ГРЭС (с 1997 г.).

Калугу крупных размеров по мере возможностей размещали в более просторных садках площадью 20 м².

В процессе экспериментов апробировались различные плотности посадки, использовались производственные корма различной рецептуры (Рачек, Свирский, 2001).

В первые годы исследований ориентировались на нормы кормления для сибирского осетра (Смолянов, 1987). Впоследствии были разработаны собственные нормативы кормления для каждого вида.

На первом и втором годах жизни осетровых генераций 1992 и 1996 гг. осуществлялось изменение зимнего температурного режима путем пересадки осенью небольших групп амурского осетра и калуги из садков в бассейны ИВК, где они содержались до весны следующего года.

Ежегодно при осенних бонитировках производилось индивидуальное взвешивание и измерение всех особей ремонтно-маточных стад с точностью до 50 г и 0,5 см и нескольких сотен товарных осетровых с точностью до 5 г и 0,5 см в живом виде. Полученные данные обрабатывались на персональном компьютере с использованием программы Excel.

Кормовые затраты на прирост рассчитывались путем деления общего количества использованного корма за год для исследуемой группы рыб на общий прирост рыбы в садках за этот период.

Для определения созревания осетровых начиная с 5–6-летнего возраста при осенних бонитировках брали щуповые пробы на биопсию из половых желез осетра и калуги.

Материалы по возрасту, росту и срокам созревания амурского осетра и калуги в р. Амур приводятся из работы В.Г.Свирского (1968). Для описания температурного режима воды в р. Амур использовались данные Хабаровского гидрологического поста.

Результаты и обсуждение

Рост амурского осетра в р. Амур неоднократно обсуждался различными авторами (Солдатов, 1915; Пробатов, 1930; Никольский, 1956; Свирский, 1968). В доступной нам литературе рост амурского осетра и калуги в управляемых системах не рассматривался.

Амурский осетр. Ремонтная группа осетра генерации 1992 г. с возраста сеголетка в течение года содержалась в бассейнах ИВК при благоприятных температурах, а далее с 1993 по 1997 г. выращивалась в садках, установленных в устье водосбросного канала при неблагоприятных температурных и кислородных условиях (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Условия выращивания и кормления амурского осетра и калуги в управляемых системах

Год	Амурский осетр			Калуга			Условия выращивания и кормления *	
	Годы основания генераций, возраст рыбы			Годы основания генераций, возраст рыбы			Термический и кислородный режимы	Состав и качество кормов
	1992 РМС	1993 РМС	1993 товарная рыба	1996 РМС	1996 товарная рыба	1999 товарная рыба		
1992	0+	-	-	-	-	-	+	+
1993	1+	0+	0+	-	-	-	+	+
1994	2+	1+	1+	-	-	-	--	--
1995	3+	2+	2+	-	-	-	--	-
1996	4+	3+	3+	0+	0+	-	+	+
1997	5+	4+	4+	1+	1+	-	++	+
1998	6+	5+	5+	2+	2+	-	++	++
1999	7+	6+	-	3+	3+	0+	-	++
2000	8+	7+	-	4+	-	1+	+	+
2001	9+	8+	-	5+	-	2+	++	+
2002	10+	9+	-	6+	-	3+	++	++
2003	11+	10+	-	7+	-	4+	++	++
2004	12+	11+	-	8+	-	5+	+	++

* (--) – весьма неблагоприятные; (-) – неблагоприятные; (+) – удовлетворительные; (++) – благоприятные.

В этом же месте и в эти же сроки, начиная от сеголетков, содержались ремонтная группа генерации 1993 г. и товарные амурские осетры генерации 1993 г. Корма в этот период были представлены в основном низкобелковыми рецептурами, не соответствующими пищевым потребностям осетров. В мае 1997 г. всю рыбу перевели на новую садковую линию в водозаборный канал со значительно более благоприятными условиями содержания. С 1998 г. для кормления рыбы стали применять большей частью специализированные осетровые корма с высоким содержанием протеина, количество которых в общем объеме использованных кормов возрастало и достигло 100 % в 2004 г.

Первое, что следует отметить, это значительную разницу в росте длины и массы осетров всех генераций, содержащихся при более высоких температурах в управляемых системах, по сравнению с ростом длины и массы амурского осетра в естественных условиях (рис. 2, табл. 2, 3, 4).

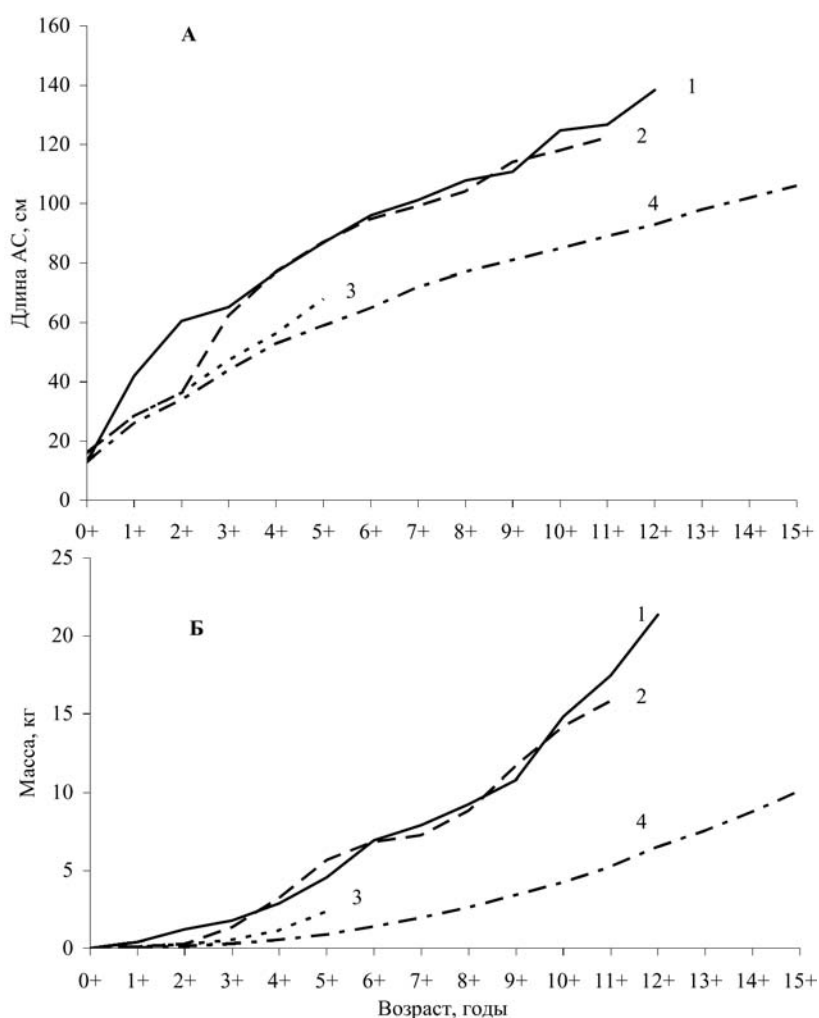


Рис. 2. Динамика линейного роста (А) и роста массы тела (Б) амурского осетра в управляемых системах и р. Амур. 1 – 1992 г. (РМС), 2 – 1993 г. (РМС), 3 – 1993 г. (товарная рыба), 4 – р. Амур

Ремонтно-маточные группы росли лучше товарной рыбы, поскольку сказывались факторы управления, основным из которых являлась заниженная плотность посадки, а также исключение зимовки у особей генерации 1992 г. Кривая роста длины и массы рыбы в товарной группе всегда находилась ниже кривых роста групп РМС. В данном слу-

Таблица 2

Изменение размерно-массовых показателей амурского осетра генерации 1992 г. в процессе формирования ремонтно-маточного стада

Год	Возраст, годы	Кол-во, шт.	Масса, г			Длина АС, см		
			M±m	Lim	CV, %	M±m	Lim	CV, %
1992	0+	13	9±4,2*	4,7–13,0	66,0	-	-	-
1993	1+	10	423±68	65–760	51,0	-	-	-
1994	2+	8	1222±176	320–2020	43,3	-	-	-
1995	3+	3	1793±239	1500–2350	27,0	65,3±3,10	62,0–71,5	8,2
1996	4+	3	2903±516	2250–3920	31,0	76,9±3,70	73,0–84,2	9,7
1997	5+	3	4563±238	4220–5020	9,0	86,8±2,40	84,0–91,0	4,2
1998	6+	3	6923±439	6300–7770	11,0	96,0±3,06	92,0–102,0	5,5
1999	7+	3	7916±524	6950–8750	11,5	101,2±6,50	90,0–112,5	11,1
2000	8+	3	9250±947	7750–11000	17,7	107,8±4,33	100,5–115,5	7,0
2001	9+	3	10803±992	9150–12580	15,9	110,8±5,08	101,5–119,0	7,9
2002	10+	3	14820±997	13650–16800	11,7	124,7±5,2	116,0–134,0	7,2
2003	11+	3	17467±1299	14900–19100	12,9	126,7±3,8	121,5–134,0	5,2
2004	12+	3	22250±1546	19500–24850	12,0	138,3±3,2	133,0–142,0	3,4

* С октября 1992 г. по август 1993 г. осетров подрощивали в бассейнах ИВК (9–183 г), а далее – только в садках.

чае тормозящим фактором являлась плотность посадки товарной рыбы, которая всегда превышала таковую у РМС в 5–7 раз.

Начиная с возраста 4+ и старше длина особей РМС обеих генераций была весьма близкой. В этом возрасте их длина превышала длину рыб аналогичного возраста в р. Амур на 25–26 см. В возрасте 11+...12+ разница в длине увеличилась до 34–45 см.

К возрасту 11+ производители 1992 г. имели среднюю массу тела 17,47 кг при колебаниях от 19,5 до 24,85 кг и размеры тела 133–142 см. Производители генерации 1993 г.

Таблица 3

Изменение размерно-массовых показателей амурского осетра генерации 1993 г. в процессе формирования ремонтно-маточного стада

Год	Возраст, годы	Кол-во, шт.	Масса, г			Длина АС, см		
			M±m	Lim	CV, %	M±m	Lim	CV, %
1993	0+	22500	20±0,5	2,6–87	76,4	-	-	-
1994	1+	5956	111±3	25–510	69,0	28,5±0,50	23,5–40,0	11,6
1995	2+	4988	267±6	60–1250	63,0	36,3±0,30	23,0–55,0	16,0
1996	3+	4663	562±11	70–1710	51,0	47,4±0,42	32,0–66,0	10,3
		58*	1355±39	1170–1710	13,7	62,4±0,50	59,0–66,0	3,7
1997	4+	55	3256±87	2750–4500	13,3	77,1±0,50	74,0–82,5	3,2
1998	5+	39	5663±331	3700–7720	22,6	87,0±1,52	78,0–96,0	6,7
1999	6+	41	6849±337	4800–9900	20,3	94,8±0,24	86,5–105,5	5,7
2000	7+	41	7270±284	4700–12100	21,4	99,2±1,07	84,5–113,0	5,9
2001	8+	38	8829±334	5600–15800	24,0	104,2±1,24	92,0–121,0	7,1
2002	9+	36	11676±445	8150–19300	23,2	114,1±1,35	102,0–136,0	7,2
2003	10+	34	14205±668	9980–30000	27,4	118±1,60	106,5–136,5	6,9
2004	11+	28	15266±620	9500–23000	21,5	121,0±1,42	109,0–137,0	6,2

* В октябре из товарной рыбы отобрано 58 особей в ремонтное стадо.

Изменение размерно-массовых показателей амурского осетра генерации 1993 г. при товарном выращивании

Год	Возраст, годы	Кол-во, шт.	Масса, г			Длина АС, см		
			M±m	Lim	CV, %	M±m	Lim	CV, %
1993	0+	22500	20±0,5	2,6–87	76,4	-	-	-
1994	1+	5956	111±3	25–510	69,0	28,5±0,50	23,5–40,0	11,6
1995	2+	4988	267±6	60–1250	63,0	36,3±0,30	23,0–55,0	16,0
1996	3+	4663	562±11	70–1710	51,0	47,4±0,42	32,0–66,0	10,3
1997	4+	4335	1220±38	225–2800	42,0	56,4±0,51	35,5–73,0	12,3
1998	5+	4190	2380±44	650–4350	32,0	68,0±0,40	48,5–82,0	10,4

такого же возраста набрали массу 15,8 кг при индивидуальных колебаниях от 9,5 до 22,4 кг. Размеры тела у них варьировали от 109 до 140 см. Осетры в возрасте 11+ в р. Амур имели размеры 85–108 см. Масса тела составляла всего лишь 5–7 кг, что в 3 раза меньше, чем в управляемых системах.

Значительными приростами массы тела в первые годы выращивания характеризовалась генерация осетров 1992 г., проводившая около года в бассейнах ИВК и содержащаяся затем несколько лет при низких плотностях посадки в связи со своей малочисленностью (рис. 3).

После перевода рыбы генерации 1992 г. в водозаборный канал ее объединили с осетрами генерации 1993 г. и содержали вместе до возраста 12+. В возрасте 7+ годовые приросты РМС обеих генераций оказались минимальными. У осетров генерации 1993 г. годовой прирост был даже ниже, чем у осетров сходного возраста в природных условиях. В дальнейшем приросты культивируемых осетров увеличивались, достигнув максимума 2,85 и 4,2 кг в возрасте 9+ и 10+. Таких приростов за год осетр в р. Амур не имел даже в возрасте 15+.

Рыбопродуктивность бассейнов, а затем и садков с амурскими осетрами генерации 1992 г. до возраста 4+ была невысокой в связи с небольшим числом особей, она составляла несколько килограммов на 1 м² площади (рис. 4).

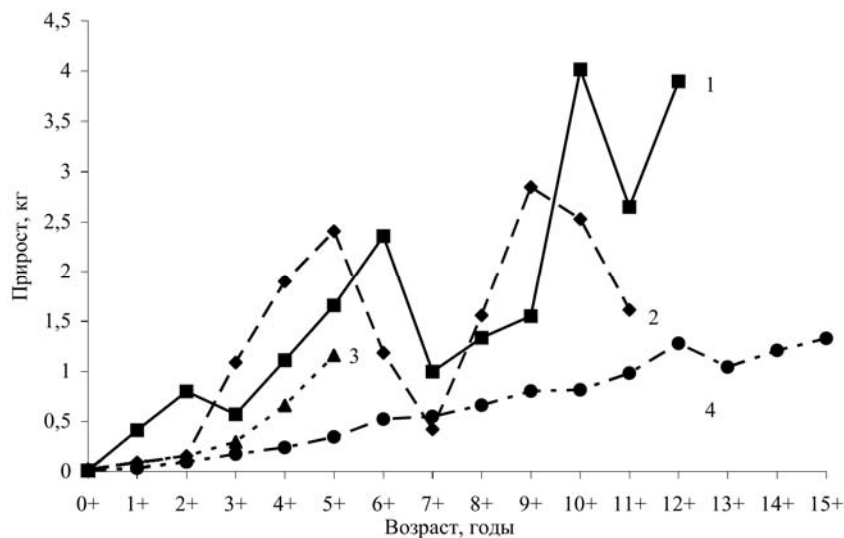


Рис. 3. Годовой прирост массы амурского осетра в управляемых системах и р. Амур. 1 – 1992 г. (РМС), 2 – 1993 г. (РМС), 3 – 1993 г. (товарная рыба), 4 – р. Амур

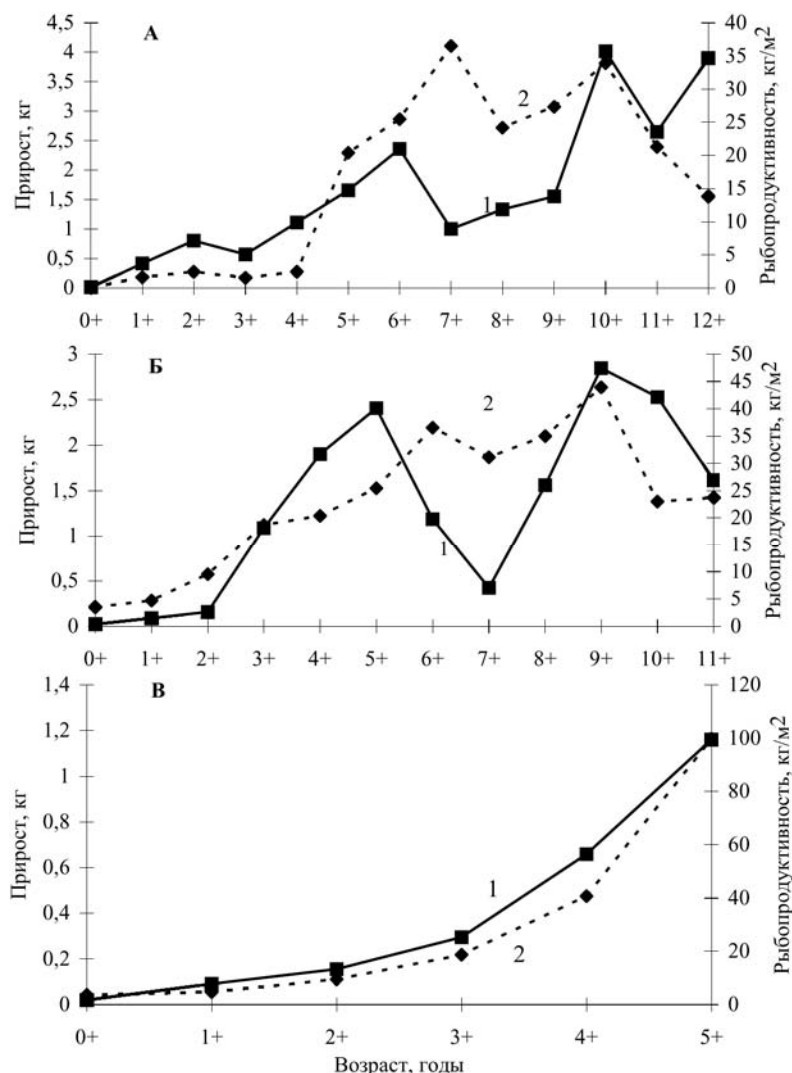


Рис. 4. Годовой прирост массы и рыбопродуктивность РМС амурского осетра генераций 1992 г. (А), 1993 г. (Б) и товарного амурского осетра генерации 1993 г. (В) в управляемых системах. 1 – прирост, кг; 2 – рыбопродуктивность, кг/м²

Максимальная рыбопродуктивность РМС генерации 1992 г. 36,5 кг/м² садка наряду со значительным снижением индивидуальных приростов отмечена в 8–летнем возрасте в неблагоприятном по температурным условиям 1999 г. (табл. 1). После созревания осетров в возрасте 10+ их начали отбирать для участия в нерестовых кампаниях и отсаживать совместно с другими зрелыми рыбами, уменьшая плотность посадки. У самок, использованных в нересте в возрасте 11 лет, прирост снизился за счет сцеживания 1 кг икры и вновь возрос в возрасте 12+ при повторном созревании и очередном уменьшении плотности, что повлекло за собой уменьшение рыбопродуктивности до 14 кг/м².

В возрасте 9+ отмечена максимальная рыбопродуктивность осетров генерации 1993 г., составившая 44 кг/м² садка.

Уменьшение плотности посадки осетров этой генерации (возраст 9+), вызванное разделением по полу в разные садки, на фоне применения хороших кормов и довольно благоприятных условий в последующие годы не сопровождалось увеличением приростов рыбы, а наоборот – их снижением. Скорее всего, это связано с торможением сомати-

ческого прироста осетров в связи с усилением генеративного обмена при массовом созревании производителей.

В отличие от особей ремонтно-маточных стад, приросты и рыбопродуктивность товарных амурских осетров генерации 1993 г. плавно возрастали на протяжении всего эксперимента.

Минимальные приросты отмечены в первые годы содержания рыбы при крайне неблагоприятных условиях. Они значительно возросли после перевода рыбы в водозаборный канал и достигли максимума 1,16 кг при наиболее благоприятных условиях содержания и кормления в возрасте 5+. В этом возрасте отмечена максимальная рыбопродуктивность осетров, составившая 99,7 кг/м² садка.

Кормовые затраты на прирост РМС осетров генераций 1992–1993 гг. и их прирост за большинство лет экспериментов были противоположными по фазе. Улучшение условий содержания и кормления для особей возрастом до 9+...10+ всегда сопровождалось увеличением годовых приростов и снижением затрат кормов на прирост (рис. 5).

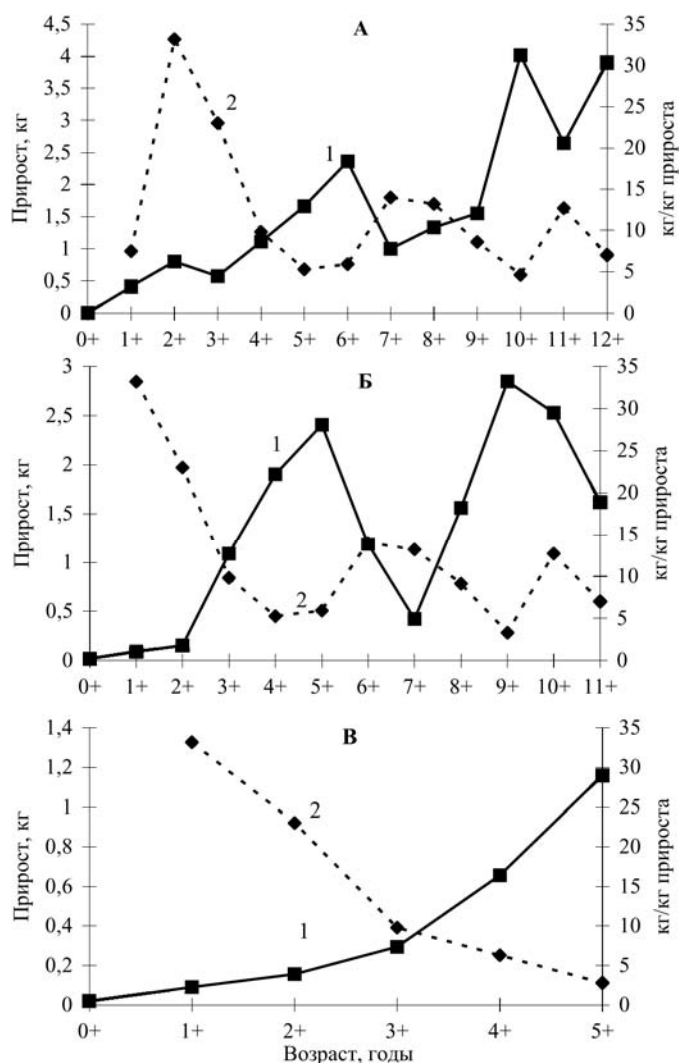


Рис. 5. Годовой прирост массы и кормовые затраты на прирост РМС амурского осетра генераций 1992 г. (А), 1993 г. (Б) и товарного амурского осетра генерации 1993 г. (В) в управляемых системах. 1 – прирост, кг; 2 – затраты корма на прирост, кг/кг

Эта закономерность оказалась характерной и для производителей генерации 1992 г. более старшего возраста.

У производителей генерации 1993 г. в возрасте 11+ одновременно наблюдалось снижение приростов и затрат корма.

Кормовые затраты на прирост товарных амурских осетров генерации 1993 г. ежегодно снижались и достигли минимального значения 2,8 кг/кг прироста в возрасте 5+ в наиболее благоприятном по температурным, гидрохимическим и кормовым условиям 1998 г. (табл. 1).

Созревание первого самца амурского осетра генерации 1993 г. произошло в возрасте 5+. В нерестовых кампаниях самцов амурского осетра начали использовать с возраста 7 лет в опытах по гибридизации с другими видами осетровых. Самцы в садках созревали ежегодно. Первые самки амурского осетра созрели в возрасте 9+ и использовались для получения потомства в 10-годовалом возрасте. Повторно икру от большинства самок получили в 12 лет, т. е. через 2 года.

В р. Амур самцы амурского осетра впервые нерестятся в возрасте 9–10 лет, самки – в 13–14 лет. Межнерестовые интервалы обычно составляют 4 года.

Калуга. Динамика линейного роста калуги в значительной степени зависит от продолжительности продуктивного роста, специфики содержания, плотности посадки, количества и рецептуры кормов, графика кормления. В управляемых системах большинство элементов управления легко регулируется как при формировании ремонтно-маточных стад, так и при товарном культивировании.

Рассмотрим три варианта динамики линейного роста калуги генерации 1996 г. в эксперименте и в качестве контроля сопоставим результаты с динамикой роста калуги природных популяций нижнего Амура.

Стартовые размеры калуги в возрасте 0+ находились в пределах 18–24 см. Несколько сотен сеголетков осенью перевели в бассейны ИВК, где содержали при довольно низкой плотности посадки, температуре 19–20° и многократном ежедневном кормлении качественными кормосмесями на протяжении 6 мес. (рис. 6, табл. 5, 6, 7).

Весной годовиков перевели в садки, где они росли до осени.

За год содержания в бассейнах и садках при благоприятных температурах и регулярном кормлении прирост калуги в возрасте 1+ составил 45,8 см, т. е. увеличился почти вдвое по сравнению с сеголетками. В то же время в р. Амур прирост длины за год составил всего 4–6 см, или в 10–11 раз меньше. Товарная калуга, постоянно содержащаяся в садках при высокой плотности посадки, также превзошла калугу из природных популяций. Её прирост за год составил 16–18 см, или в 4 раза выше, чем у калуги в р. Амур.

Осенью в возрасте 1+ часть калуги, прошедшей одну зиму в УЗВ, вторично перевели в бассейны УЗВ, где вновь подращивали в благоприятных условиях около полугода. Таким образом, в эксперименте образовалось три группы калуги. Группа А – с двумя зимовками в УЗВ, группа Б – с одной зимовкой в УЗВ и группа товарной рыбы С – постоянно живущая в садках станции. Контролем служил рост калуги в р. Амур.

За год эксперимента длина калуги 2+ в группе А увеличилась до 123,9 см, прирост составил 54 см, в группе Б – до 90 см., прирост 20 см, или в 2,7 раза меньше, чем у калуги из группы А, в товарной группе С – до 56,6–64,6 см, или на 19–22 см. Прирост калуги такого же возраста в р. Амур за год составил порядка 12 см, т. е. в 4,5 раза меньше, чем у калуги из группы А, и в 1,7–1,8 раза меньше, чем в группах Б и С.

С возраста 2+ калугу групп А и Б содержали совместно в одном, а затем в двух садках в одинаковых условиях. При выращивании калуги до возраста 3+ произошло снижение скорости линейных приростов калуги группы А и возрастание приростов в группе Б.

Приросты рыбы группы А снизились с 54 до 14 см, у рыбы группы Б увеличились с 20 до 32 см. У товарных 4-летков калуги прирост длины составил 17,2–17,7 см, что выше, чем у крупных особей из группы А. В то же время у калуги в возрасте 3+ из естественных популяций длина за год увеличилась всего на 13 см.

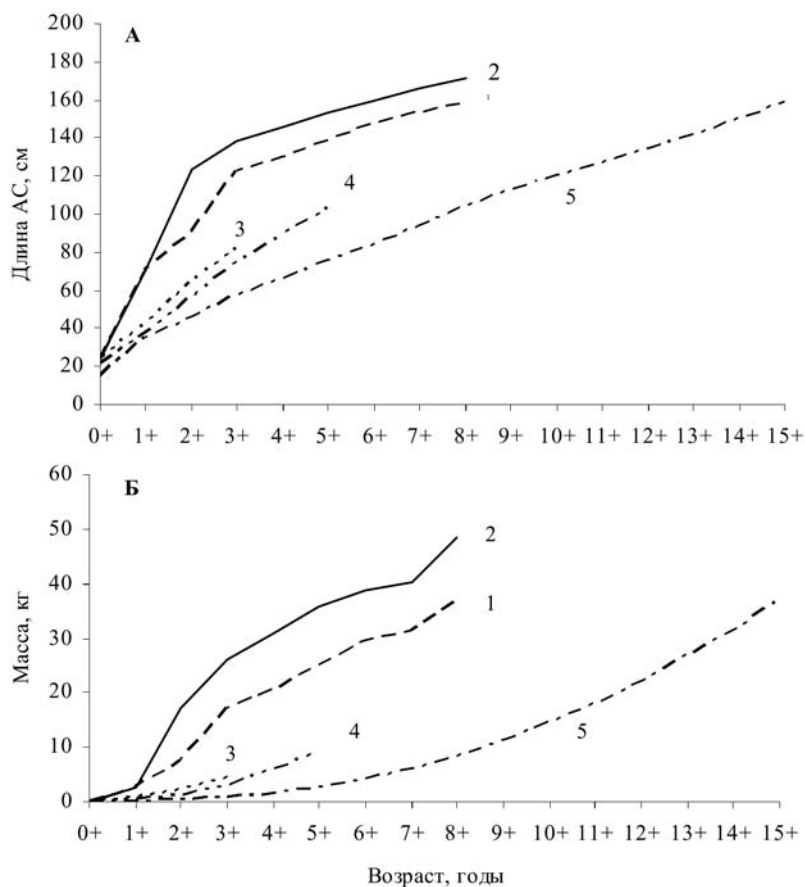


Рис. 6. Динамика линейного роста (А) и роста массы тела (Б) калуги в управляемых системах и р. Амур. 1 – 1996 г. (РМС), 1 зимовка в УЗВ, 2 – 1996 г. (РМС), 2 зимовки в УЗВ, 3 – 1996 г. (товарная рыба), 4 – 1999 г. (товарная рыба). 5 – р. Амур

Длина АС у калуги 3+ в р. Амур равнялась 67 см. В этом же возрасте длина товарной калуги группы С составила 82–89 см, разница достигла 15–22 см. Калуга групп А и Б имела длину 138 и 122 см соответственно, разница с дикими особями находилась на уровне 71–55 см.

Начиная с возраста 3+ скорость роста обеих групп А и Б снизилась и не превышала 5–9 см в год. Ежегодная разница в средней длине двух групп калуги по мере роста составляла не более 12–16 см.

В возрасте 8+ (2004 г.) линейные размеры калуги в группе А возросли до 171,5 см (Lim 165–180 см), в группе Б – до 158,7 см (Lim 136–169 см). В р. Амур длина калуги в этом возрасте составляла в среднем 104 см (Lim 91–117 см). Разница в длине калуги из естественной среды обитания и в двух вариантах эксперимента составила 67,5–54,7 см, т. е. незначительно снизилась по сравнению с возрастом 3+.

Рассмотрим динамику роста массы калуги этого же поколения 1996 г. в управляемых системах и р. Амур.

Калуга в возрасте от сеголетков до годовиков, зимующая в ИВК с середины ноября по середину мая, при дальнейшем содержании в садках к возрасту 1+ набрала массу тела 2,54 кг. В то же время 2-летняя калуга в р. Амур вырастает лишь до 100 г, т. е. в 25 раз меньше.

После проведения двух зимовок в ИВК и дальнейшем содержании в течение лета в садках калуга в возрасте 2+ имела массу тела 17,1 кг, ее годовой прирост составил 14,4 кг (рис. 7).

Таблица 5

Изменение размерно-массовых показателей калуги генерации 1996 г. в процессе формирования ремонтно-маточного стада

Год	Возраст, годы	Кол-во, шт.	Масса, г			Длина АС, см		
			M±m	Lim	CV, %	M±m	Lim	CV, %
1 зимовка в УЗВ								
1996	0+	4910 227	81±2,7 56±1,4*	20–290 -	53,2 -	24,3±0,21 -	15,0–35,5 -	13,9 -
1997	1+	166	2538±102	1750–4200	22,0	70,1±0,74	63,5–79,0	5,8
1998	2+	156 39	6270±220 7605	3500–8950 -	22,5 -	89,9±0,96 -	74,5–101,5 -	6,8 -
1999	3+	39	17189±727	10800–29900	21,6	122,3±1,54	102,0–140,0	6,4
2000	4+	39	20508±548	13400–30600	16,9	129,4±1,06	110,0–145,0	5,2
2001	5+	38	24892±589	17200–33100	14,8	138,4±1,1	117,5–152,5	4,8
2002	6+	38	29360±565	20000–36000	11,9	147,5±1,03	125,0–160,0	4,3
2003	7+	37	31287±645	22000–39600	12,7	152,7±1,1	130,0–164,0	4,3
2004	8+	37	37000±900	24000–49000	15,0	158,7±1,1	136,0–169,0	4,5
2 зимовки в УЗВ								
1996	0+	4910 227	81±2,7 56±1,4*	20–290 -	53,2 -	24,3±0,21 -	15,0–35,5 -	13,9 -
1997	1+	166 10	2538±102 2730**	1750–4200 -	22,0 -	70,1±0,74 -	63,5–79,0 -	5,8 -
1998	2+	10	17140±1170	14200–25000	22,6	123,9±1,25	118,5–129,0	3,2
1999	3+	10	26030±1965	20300–39700	23,9	138,1±1,62	129,5–145,5	3,7
2000	4+	10	31020±1943	25900–44200	19,8	145,5±1,55	138,5–153,0	3,4
2001	5+	10	35640±211	30500–51200	18,7	153,4±1,6	147,5–162,0	3,3
2002	6+	10	38700±1413	34300–48800	11,5	159,7±1,82	148,0–167,0	3,6
2003	7+	10	40410±1394	35300–48500	10,9	165,6±1,3	159,0–172,0	2,5
2004	8+	10	48350±1530	42000–55500	10,0	171,5±1,6	165,0–180,0	2,9

* С 11 ноября 1996 г. по 15 мая 1997 г. калугу подрощивали в бассейнах УЗВ (56–930 г), а далее – в садках.

** С 16 октября 1997 г. по 24 апреля 1998 г. 10 экз. калуги подрощивали в бассейнах УЗВ (2730–7850 г), а далее – в садках.

Трехлетняя калуга, содержащаяся в бассейнах ИВК одну зиму, имела массу тела 7,6 кг и годовой прирост 3,73 кг. Товарная калуга, содержащаяся только в садках, в указанном возрасте выросла лишь до 1,2–2,15 кг, ее годовой прирост от 0,88 до 1,55 кг. Масса трехлетней калуги из р. Амур составляла всего 0,36 кг, годовой прирост лишь 0,26 кг.

Начиная с возраста 2+...3+ годовые приросты РМС калуги генерации 1996 г. в садках начали снижаться, имея минимальное значение в возрасте 7+, близкое к приросту

Таблица 6

Изменение размерно-массовых показателей калуги генерации 1996 г. при товарном выращивании

Год	Возраст, годы	Кол-во, шт.	Масса, г			Длина АС, см		
			M±m	Lim	CV, %	M±m	Lim	CV, %
1996	0+	4910	81±2,7	20–290	53,2	24,3±0,21	15,0–35,5	13,9
1997	1+	2792	598±18,3	140–1475	43,3	42,5±0,41	27,0–60,0	13,7
1998	2+	2566	2152±37	940–4520	29,4	64,6±0,32	51,5–81,0	8,6
1999	3+	2072	4435±59	1450–7950	25,3	81,8±0,33	62,0–98,5	7,7

Таблица 7

Изменение размерно-массовых показателей калуги генерации 1999 г. при товарном выращивании

Год	Возраст, годы	Кол-во, шт.	Масса, г			Длина АС, см		
			M±m	Lim	CV, %	M±m	Lim	CV, %
1999	0+	13150	58±1,6	9–152	46,3	21,4±0,20	12,5–29,3	16,3
2000	1+	10164	310±5,2	80–880	38,8	37,6±0,20	24,5–51,5	12,2
2001	2+	9291	1186±17	380–3020	35,3	56,6±0,20	40,9–74,5	10,5
2002	3+	7941	2927±26	700–5550	27,7	74,3±0,21	50,8–91,0	8,6
2003	4+	1410	2333	-	-	-	-	-
		1277	5793±82	2650–10000	23,2	89,4±0,40	73,0–105,5	6,6
2004	5+	319	8852±162	5550–12700	18,4	103,2±0,53	90,0–116,0	5,1

калуги сходного возраста из р. Амур. На 9-м году жизни приросты резко возросли после снижения плотности посадки.

В р. Амур приросты массы тела калуги монотонно возрастают с возраста 5+ по 1,5–3,1 кг за год вплоть до возраста 10+. Масса тела калуги в возрасте 8–10 лет из р. Амур, по нашим данным, составляет 10–15 кг и 12–20 кг, по данным других авторов (Свирский, 1968; Пробатов, 1930).

В управляемых системах в возрасте 8+ калуга из группы А увеличила массу тела до 48,35 кг, из группы Б–37 кг. Разница в массе калуги из групп А и Б около 11 кг сохранилась до конца эксперимента.

Максимальная скорость роста в длину и накопления массы тела у калуги группы А отмечена в возрасте 2+, у калуги группы Б–в возрасте 3+, т. е. на год позже. Показатели роста в длину и массы тела калуги в управляемых системах значительно превышают аналогичные показатели роста калуги в р. Амур.

Анализ скорости роста массы тела калуги свидетельствует о значительных, если не сказать поразительных, потенциях накопления массы тела калуги в эксперименте. Анализ динамики роста и прироста массы тела свидетельствует о значительной амплитуде изменчивости значений массы тела калуги одного поколения и одного возраста. Наиболее динамичен и управляем рост калуги на первых трех годах жизни. Манипулируя главным образом плотностями посадки и составом кормов, возможно значительно увеличить скорость роста этого вида в управляемых системах. Следует отметить, что в процессе эксперимента менялись составы кормов, в товарных группах применялись ежегод-

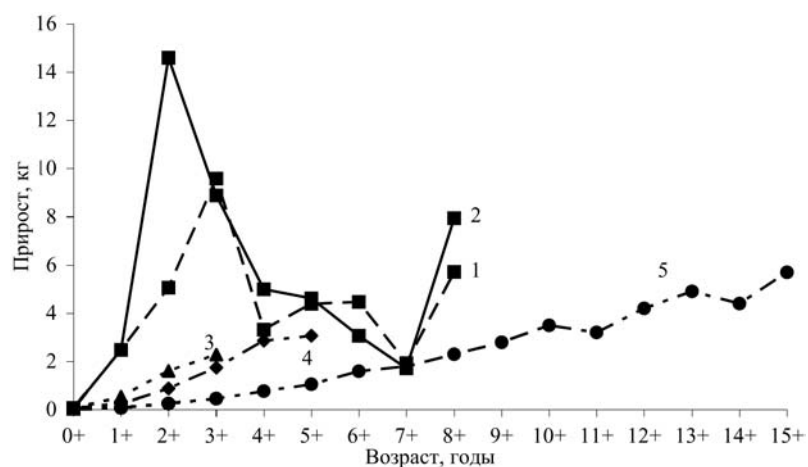


Рис. 7. Годовой прирост массы калуги в управляемых системах и в р. Амур. 1 – 1996 г. (РМС), 1 зимовка в УЗВ, 2 – 1996 г. (РМС), 2 зимовки в УЗВ, 3 – 1996 г. (товарная рыба), 4 – 1999 г. (товарная рыба), 5 – р. Амур

ные сортировки. Разнокачественность динамики роста калуги одного поколения от одной самки – это особый вопрос, в настоящей работе он не затрагивается. Хотя надо отметить, что в живом материале, полученном от одной самки, в процессе выращивания до перевода в садки наблюдается дифференцировка особей на лидеров, среднеразмерных и аутсайдеров по показателям длины и массы тела в соотношении примерно 15, 70, 15 % соответственно. Причем лидеры могут превосходить аутсайдеров в 100–150 раз (например 10 и 0,1 г). В теоретическом плане это один из вопросов об истоках дивергенции и эволюции, а для практики – это вопрос о качестве рыболовной продукции (Емельянов, 1965). И это специальный вопрос. Для формирования маточных групп из исходного живого материала всегда отбиралась группа из средних по размерам и массе тела особей.

Калуга генераций 1996 и 1999 гг. все годы эксперимента провела в относительно благоприятных условиях, в отличие от РМС и товарных групп амурского осетра. В связи с тем что особей калуги поколения 1996 г., прошедших 2 зимовки в бассейнах ИВК, с трехгодичного возраста содержали в одном садке с калугой, проведенной в бассейнах 1 зимовку, приводим осредненные показатели приростов, рыбопродуктивности и кормовых затрат для всей генерации этого года.

Максимальные приросты РМС калуги из двух вариантов опытов получены в возрасте 2+...3+ при весьма благоприятных условиях выращивания (рис. 8, табл. 1).

Осенью в садках с 3–летками рыбопродуктивность составила 33 кг/м². Весной следующего года 3–годовалых калуг из садков площадью 10 м² перевели в садки площадью

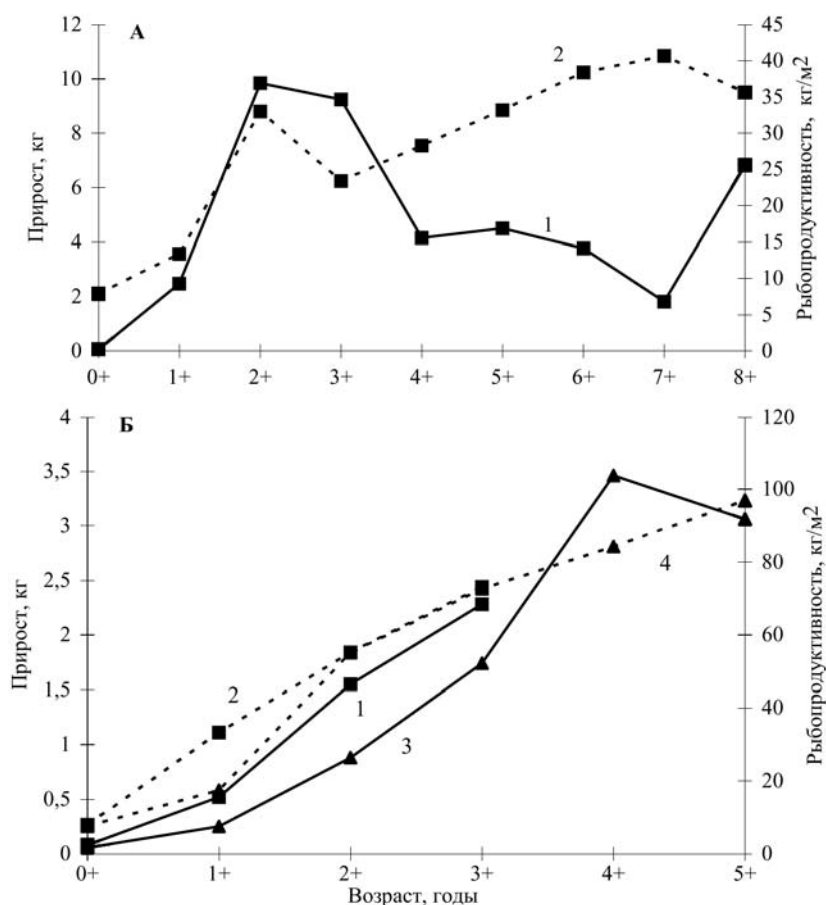


Рис. 8. Годовой прирост массы и рыбопродуктивность РМС калуги генерации 1996 г. (А) и товарной калуги генераций 1996 г. и 1999 г. (Б) в управляемых системах. 1 – прирост, кг (1996 г.), 2 – рыбопродуктивность, кг/м² (1996 г.), 3 – прирост, кг (1999 г.), 4 – рыбопродуктивность, кг/м² (1999 г.)

20 м², уменьшив плотность посадки вдвое. Однако при экстремально высоких температурах в летний период 1999 г. приросты четырехлеток калуги снизились по сравнению с предыдущим годом. В дальнейшем по мере увеличения массы тела калуги рыбопродуктивность садков ежегодно возрастала и достигла максимального значения 41 кг/м² в возрасте 7+. Ежегодные приросты массы, наоборот, неуклонно снижались и в возрасте 7+ имели минимальное значение 1,83 кг, несмотря на благоприятные условия содержания и кормления. Это связано с нехваткой площади садков, из-за чего в течение нескольких лет оказалось невозможным рассадить рыбу с меньшей плотностью. Уменьшение плотности посадки калуги выполнили только в возрасте 8-годовиков, что привело к резкому возрастанию абсолютных приростов массы тела рыбы за летний сезон до 6,83 кг. Рыбопродуктивность садков находилась на уровне 35 кг/м².

Приросты товарной калуги генераций 1996 и 1999 гг. и рыбопродуктивность садков ежегодно возрастали до 4–6-летнего возраста.

Характерно, что рыбопродуктивность садков с 3-летками и 4-летками калуги обеих генераций оказалась практически одинаковой, несмотря на разницу в начальной массе особей и разницу в плотности посадки при весеннем зарыблении (55,2–55,1 и 73,2–72,6 кг/м² соответственно). У 6-летних товарных особей генерации 1999 г. превышение плотностей посадки крупных рыб и достижение рыбопродуктивности около 100 кг/м² садка сопровождалось снижением приростов и возрастанием отходов.

Затраты кормов на прирост РМС калуги находились в противофазе с приростами (рис. 9).

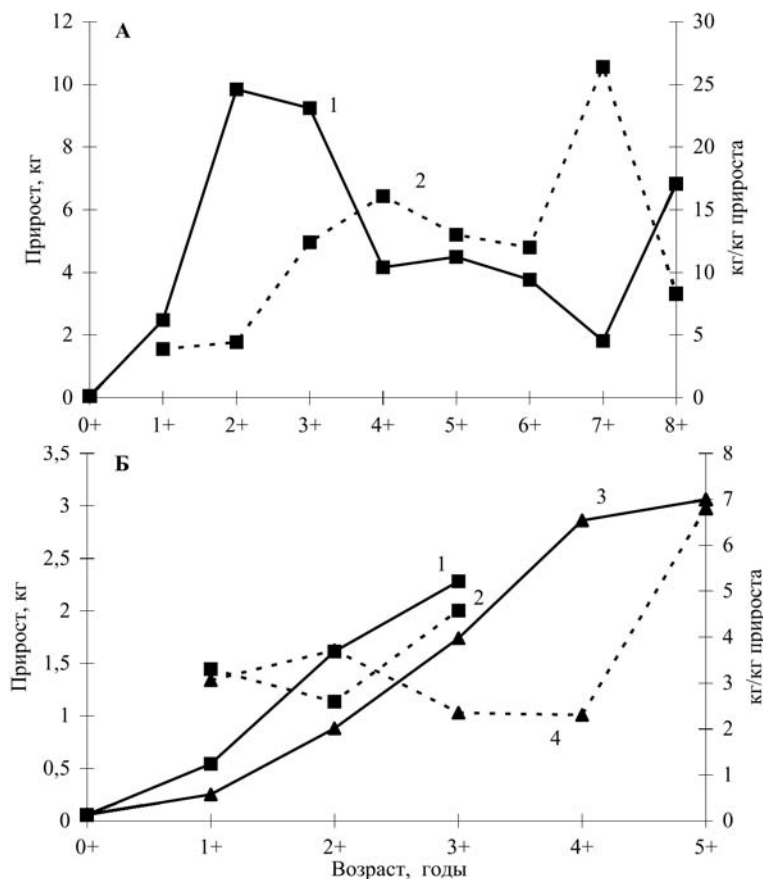


Рис. 9. Годовой прирост массы и кормовые затраты на прирост РМС калуги генерации 1996 г. (А) и товарной калуги генераций 1996 г. и 1999 г. (Б) в управляемых системах. 1 – прирост, кг (1996 г.), 2 – затраты корма на прирост, кг/кг (1996 г.), 3 – прирост, кг (1999 г.), 4 – затраты корма на прирост, кг/кг (1999 г.)

Минимальные кормовые затраты 3,9–4,5 кг/кг прироста зарегистрированы в первые годы формирования ремонтных групп в бассейнах и садках. Затем они возросли до 16 кормовых единиц в возрасте 4+ и в течение двух последующих лет начали снижаться после применения уменьшенных норм кормления. Однако в возрасте 7+, когда рыбопродуктивность садков превысила 40 кг/м², кормовые затраты резко возросли до 26,4 кг/кг прироста рыбы. Последовавшее за этим снижение плотностей посадки рыбы способствовало лучшей утилизации корма и уменьшению кормовых затрат 9-леток до 8,3 кг/кг прироста, что является лучшим показателем начиная с возраста рыбы 4+.

Минимальные кормовые затраты 2,6 кг/кг отмечены для товарной калуги генерации 1996 г. в наиболее благоприятном по комплексу условий 1998 г. при возрасте рыбы 2+.

В следующем году с аномально высокими температурами кормовые затраты возросли до 4,6 кг/кг прироста. Для товарной калуги генерации 1999 г. характерно постоянное снижение кормовых затрат на прирост с возраста 2+ до возраста 4+. В благоприятные для выращивания годы (табл. 1) одновременно с применением новых норм кормления удалось добиться минимальных для этого вида кормовых затрат на уровне 2,3 кг/кг прироста. Однако дальнейшее выращивание крупных рыб средней массой около 9 кг при завышенных плотностях посадки привело к возрастанию затрат корма в 3 раза – до 6,8 кг/кг.

Осенью 2004 г. посредством щуповых проб на биопсию впервые достоверно удалось определить стадии зрелости половых продуктов у 57 % калуг РМС в возрасте 8+. Созрело 7 самцов калуги, выявлено 6 самок с икрой на 3-й стадии зрелости, которые созреют в ближайшие 1–2 года.

В то же время самцы калуги из природных популяций р. Амур впервые созревают в возрасте 14–16 лет, а самки – в 17–19 лет. Межнерестовые интервалы самок варьируют от 4 до 6 лет.

По сравнению с амурским осетром, ремонтное стадо старших возрастных групп и товарная калуга оказались гораздо более чувствительными к завышенным плотностям посадки, приводящим к превышению оптимальной для этого вида рыбопродуктивности садков и возрастанию кормовых затрат. Для крупных рыб ремонтно-маточных стад массой в несколько десятков килограммов весьма нежелательно превышение рыбопродуктивности свыше 25–30 кг/м² садка. Оптимальными для роста товарной калуги являются такие плотности посадки, при которых рыбопродуктивность садков осенью не превысит 70–80 кг/м². Однако калуга любого возраста значительно лучше амурского осетра переносит температуру воды свыше 30 °С.

При относительной простоте снятия параметров линейных размеров и массы тела интерпретация этих параметров особей во времени на разных отрезках онтогенеза встречает значительные сложности.

По-видимому, прав П.Г.Светлов (1978) в том, что рост различных животных, в том числе и рыб, можно определить, как увеличение массы и размеров тела или его частей, органически связанных с формативными процессами. Есть основание думать, что изменение размеров и массы тела является результатом органической координации множества факторов, т. е. он представляет одну из функций организма как целого.

В управляемых системах Лучегорской НИРС при воздействии таких управляющих факторов, как температура, плотность посадки и искусственное кормление, калуга и амурский осетр проявляют более высокий темп линейного и весового роста по сравнению с ростом этих видов в природных условиях.

На отдельных отрезках времени средние значения массы и длины тела особей обоих видов могут превышать аналогичные показатели в природных популяциях иногда даже на порядок (в 10–20 раз.). Эта разница особенно проявляется в первые 3 года жизни, причем в диапазоне температур, не встречающихся в природе новейшей геологиче-

ской эпохи (рис. 1). Иными словами, норма реакции амурского осетра и калуги по отношению к температурному фактору значительно шире, чем в природе. Возникает вопрос, является ли высокая скорость роста приобретенным свойством или же это реализация программы генома? Избыточное реагирование (овершут) уже в первом поколении живого материала калуги и осетра, интродуцированных в управляемые системы, свидетельствует о значительных биологических потенциях, определяемых, безусловно, программой генома. Если обратиться к геологическому прошлому, то существуют серьезные различия в среднегодовых температурах воздуха (а следовательно, и воды) в Ледниковый и Межледниковый периоды в Северном полушарии – по крайней мере на 5–10 градусов (Боуэн, 1981; Ясаманов, 1985).

В период теплых эпох позднего плейстоцена температурный режим воды был близок к таковому в водоеме-охладителе Приморской ГРЭС в настоящее время, а порой даже выше.

Отсюда можно полагать, что в историческом плане осетровые в ряду поколений были адаптированы к относительно высоким температурам. Следовательно, описываемое явление избыточного реагирования закреплено наследственно, но проявляется в определенной ситуации.

Калуга в экспериментальных условиях оказалась более адаптированной к высоким температурам, чем осётр.

При выращивании осетровых в садках и бассейнах управляющие факторы могут не только стимулировать потенции роста, но и оказывать блокирующее воздействие на рост рыбы.

Блокирующими ростовые потенции факторами являются:

- экстремальные ситуации при за пределами высоких летних температурах воды (32–34 °С) и пониженном до 0,8–1,4 мг/л содержании кислорода в воде;
- манипуляционный стресс (перемещение рыбы из садков в бассейны УЗВ и обратно в садки), сопровождающийся снижением пищевой активности, большими кормовыми затратами при незначительных приростах на протяжении до 1 мес;
- невозможность перемещения рыбы, находящейся в замкнутом ограниченном объеме, в районы с более благоприятными температурными и кислородными условиями, как это происходит в природе.

Стимулирующими ростовые потенции факторами являются:

- общий температурный фон водоема-охладителя Приморской ГРЭС;
- зимовки осетровых в бассейнах УЗВ при
- благоприятных для роста температурах;
- уменьшение плотности посадки;
- применение качественных специализированных кормов, режим кормления.

Различные тактики и стратегии роста амурского осетра и калуги можно рассматривать как проявление полиморфизма у этих рыб в управляемых системах.

Очевидно, что внешние факторы, запуская механизмы программ и подпрограмм генома, могут изменять тактику и стратегию роста, определять конечные размеры и массу тела на различных временных отрезках онтогенеза, изменять скорость массонакопления и линейных размеров, регулировать сроки созревания и интервалы между нерестами амурского осетра и калуги (Шварц и др., 1976; Емельянов, 1965; Хмелева, 1988; Лабас, Хлебович, 1976).

Литература

- Боуэн Д. Четвертичная экология. М.: Мир, 1981. 272 с.
- Емельянов С.В. Разнокачественность на стадии выклева личинок осетровых и костистых рыб, полученных из икры одной самки // Теорет. основы рыбоводства. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1965. С.187–203.

- Лабас Ю.А., Хлебович В.В.* «Фенотипическое окно» генома и прогрессивная эволюция // Соленостные адаптации водных организмов. Л.: Изд-во АН СССР, 1976. С. 4–25.
- Никольский Г.В.* Рыбы бассейна Амура. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 550 с.
- Пробатов А.Н.* Материалы по изучению осетровых рыб Амура // Уч. записки Перм. гос. ун-та им. М. Горького. Пермь, 1930. Т. 1, вып. 1. С. 33–37.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г.* Амурский осетр и калуга в тепловодных садковых хозяйствах Приморья. М., 2001. С. 5–14. (Рыбн. хоз-во. Сер. // Пресноводная аквакультура: Аналитическая реферативная информация ВНИЭРХ; вып. 1).
- Светлов П.Г.* Физиология (механика) развития. Процессы морфогенеза на клеточном и организменном уровнях. Л.: Наука, 1978. Т. 1. 279 с.
- Свирский В.Г.* Амурский осетр и калуга: дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1968.
- Смолянов И.И.* Технология формирования и эксплуатации маточных стад сибирского осетра в тепловодных хозяйствах. М.: ВНИИПРХ, 1987. 43 с.
- Солдатов В.К.* К исследованию осетровых Амура. //Материалы к познанию русского рыболовства. Пг., 1915. Т. 3, вып. 12. С. 96–415.
- Хмельва Н.Н.* Закономерности размножения ракообразных. Минск. Наука и техника, 1988. 205 с.
- Шварц С.С., Пясталова О.А., Добринская Л.А., Рункова Г.Г.* Эффект групп в популяциях водных животных и химическая экология. М.: Наука, 1976. 150 с.
- Ясаманов Н.А.* Древние климаты Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 295 с.