

# ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

## COMMODITY AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION OF HYDROBIONTS

Научная статья  
УДК 597.423:591.158:639.31  
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-2-32-41>  
EDN XPULAE

### Динамика биологических показателей возвратных гибридов на основе кастера (калуга *Huso dauricus* × стерлядь *Acipenser ruthenus*) (*Acipenseridae*)

**Виктор Александрович Свидерский**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
Владивосток, Россия, [victor.sviderskiy@mail.ru](mailto:victor.sviderskiy@mail.ru)

---

**Аннотация.** В связи с отсутствием в ближайшей перспективе условий для промышленного лова осетровых ведущую роль в пополнении популяций осетровых и товарном осетроводстве играют действующие программы искусственного воспроизводства. Приведение в должное состояние по количеству особей и суммарной биомассе осетровых видов рыб в разных водных бассейнах может занять продолжительное время. Важно наряду с исполнением программ по зарыблению молодью осетровых разных видов естественных мест обитания развивать товарное выращивание. Современная аквакультура – это применение систем контроля среды, своевременная подача корма, быстрый рост молоди с минимальным кормовым коэффициентом, высоким уровнем выживаемости на всех этапах роста, большой выход съедобных частей тела при переработке. Рассмотрена динамика размерно-массовых показателей и коэффициента упитанности по Фультону у возвратных гибридов разного возраста (К × Ст) × К, (К × Ст) × Ст, (Ст × К) × К и (Ст × К) × Ст. Отмечается, что наиболее быстро растущими гибридами оказались возвратные гибриды на основе К × Ст, а гибрид (Ст × К) × Ст отличается наиболее высоким коэффициентом упитанности при незначительном темпе роста массы и длины.

**Ключевые слова:** осетровые, длина АС, масса, коэффициент упитанности, динамика роста, возвратный гибрид, калуга, стерлядь

**Благодарности:** оценка динамики биологических показателей возвратных гибридов на основе кастера (калуга *Huso dauricus* × стерлядь *Acipenser ruthenus*) (*Acipenseridae*) проводилась при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» (НИР № 842/2023).

**Для цитирования:** Свидерский В. А. Динамика биологических показателей возвратных гибридов на основе кастера (калуга *Huso dauricus* × стерлядь *Acipenser ruthenus*) (*Acipenseridae*) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 32–41. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-2-32-41>. EDN XPULAE.

## Dynamics of biological indicators of recurrent castor-based hybrids (kaluga *Huso dauricus* × sterlet *Acipenser ruthenus*) (*Acipenseridae*)

Victor A. Sviderskii

The Far Eastern State Technical Fisheries University,  
Vladivostok, Russia, victor.sviderskiy@mail.ru

**Abstract.** Due to the lack of conditions for industrial sturgeon fishing in the near future, the current artificial reproduction programs play a leading role in replenishing sturgeon populations and commercial sturgeon breeding. It may take a long time to bring the number of individuals and the total biomass of sturgeon fish species in different water basins into proper condition. It is important, along with the implementation of programs for the stocking of young sturgeons of various types of natural habitats, to develop commercial cultivation. Modern aquaculture is the use of environmental control systems, timely feed supply, rapid growth of juveniles with a minimum feed ratio, high survival rate at all stages of growth, greater yield of edible body parts during processing. The dynamics of size and mass indices and the Fulton fatness coefficient in recurrent hybrids of different ages ( $K \times St$ ) are considered  $\times K$ ,  $(K \times St) \times St$ ,  $(St \times K) \times K$  and  $(St \times K) \times St$ . It is noted that the fastest growing hybrids turned out to be returnable hybrids based on  $K \times St$ , and the hybrid  $(St \times K) \times St$  has the highest fatness coefficient with a slight growth rate of weight and length.

**Keywords:** sturgeon, AU length, weight, fatness coefficient, growth dynamics, return hybrid, kaluga, sterlet

**Acknowledgment:** the assessment of the dynamics of biological indicators of recurrent castor-based hybrids (kaluga *Huso dauricus* × sterlet *Acipenser ruthenus*) (*Acipenseridae*) was carried out with the financial support of the Federal State Budgetary Educational Institution “Dalrybvtuz” (Research No. 842/2023).

**For citation:** Sviderskii V. A. Dynamics of biological indicators of recurrent castor-based hybrids (kaluga *Huso dauricus* × sterlet *Acipenser ruthenus*) (*Acipenseridae*). *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry*. 2024;2:32-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-2-32-41>. EDN XPULAE.

### Введение

Товарное выращивание осетровых рыб впервые было начато в России в конце 60-х гг. 20-го столетия. Первым объектом культивирования стал высокопластичный сибирский осетр. Затем в практику рыбоводства вводились новые перспективные объекты, такие как белуга, стерлядь, их гибрид бестер, русский осетр и различные стерильные и фертильные гибридные формы.

Повышение темпов роста выращивания осетровой аквакультуры невозможно без использования современных подходов и технологий выращивания, таких как индустриальное рыбоводство на теплых сбросных водах ТЭЦ и в установках замкнутого водоснабжения, использование качественных эффективных кормов и выведение с помощью методов селекции высокопродуктивных линий рыб.

Начиная с 2000 г. на базе Лучегорской научно-исследовательской рыбоводной станции (НИРС) (Приморский край) сотрудники Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО) выращивают и проводят эксперименты с чистыми видами и гибридными формами осетровых [1–6]. В 2005 г. был получен гибрид между стерлядью и калугой (кастер лучегорский), а через год созрела

первая самка калуги и удалось получить кастера (калуга × стерлядь) [7]. Изначально предполагалось, что кастеры не созреют и будут стерильны, но в возрасте 5+ несколько десятков самцов  $St \times K$  созрели, и были проведены первые возвратные скрещивания [8]. Вскоре было сформировано 8 разных гибридных форм, и первые итоги выращивания были опубликованы в 2018 г. [9]. Нами впервые предпринята попытка рассмотреть, как росли возвратные гибриды кастеров, которые получены с использованием материнского материала  $St \times K$  и  $K \times St$  (в левой части используется материнский материал, а в правой отцовский, например  $(K \times St) \times K$ :  $(K \times St) - \text{♀}$ ,  $K - \text{♂}$ ).

*Цель работы* – провести сравнительный анализ динамики биологических показателей возвратных гибридов кастера. Перед нами стояла задача рассмотреть рост и приросты длины АС по Смитту и массы тела, а также коэффициента упитанности.

### Материал и методика

Данные биологических показателей собирались ежегодно во время осенней бонитировки. Объектом исследования являлись разновозрастные возвратные гибриды  $(K \times St) \times K$ ,  $(K \times St) \times St$  и  $(St \times K) \times K$  генерации 2015 г. и  $(St \times K) \times St$  генерации 2014 г. (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Количество собранного материала, экз.

Number of collected materials, copies

Гибридная форма	Год генерации	Возраст, лет								
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
(К × Ст) × К	2015	30	30	30	30	30	30	41	29	0
(К × Ст) × Ст	2015	30	30	30	30	30	30	49	34	0
(Ст × К) × К	2015	30	30	60	90	30	30	50	37	0
(Ст × К) × Ст	2014	30	60	90	60	30	30	30	50	50

Все особи выращивались в одинаковых условиях в садках Лучегорской НИРС. Для кормления использовались стартовые и продукционные корма рецептуры и производства ТИПРО с содержанием протеина 42–45 %.

У каждой особи измеряли длину по Смитту (АС), взвешивали на площадных весах с точностью до 50 г и рассчитывали коэффициент упитанности по Фультону  $K_y$ , используя в расчетах длину АС [10]. Также определяли приросты длины и массы за каждый год жизни.

Коэффициент упитанности по Фультону считали по формуле

$$K_y = \frac{P \cdot 100}{L^3},$$

где  $P$  – масса рыбы, г;  $L$  – длина до конца лопасти хвостового плавника, см.

Исследуемые параметры подвергали статистической обработке с нахождением средней, ошибки средней, минимума, максимума и коэффициента вариации [11]. Статистическая обработка выполнена с использованием программы Microsoft Office Excel.

Результаты

Длина АС у возвратных гибридов изменялась от минимальной 18,7 см у 0+ (К × Ст) × Ст до максимальной 135,5 см у 7+ (К × Ст) × К (табл. 2).

Наименьшая средняя длина в возрасте сеголеток отмечена у (К × Ст) × К, а лидером роста оказался (Ст × К) × Ст при самом низком коэффициенте вариации – 10,3 %. В последующие годы наибольшей длиной обычно обладал (К × Ст) × К, уступая лишь (К × Ст) × Ст в пятилетнем возрасте – резкий прирост длины от 3+ к 4+ (рис. 1).

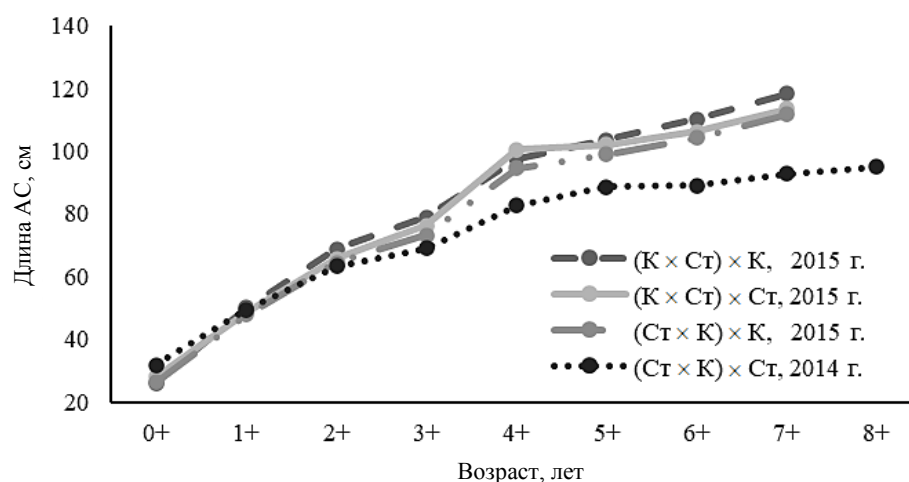


Рис. 1. Динамика длины возвратных гибридов

Fig. 1. Dynamics of the length of returnable hybrids

Таблица 2  
 Table 2

Биологические показатели возвратных гибридов\*  
 Biological indicators of returnable hybrids

Гибридная форма	Признаки	Возраст									
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
(К × Ст) × К, 2015 г.	Длина АС, см	26,19 ± 0,131 (15,0)	50,01 ± 0,172 (10,3)	68,81 ± 0,253 (11)	78,9 ± 0,335 (12,7)	97,6 ± 0,259 (8,0)	103,5 ± 0,251 (7,3)	110,2 ± 0,213 (7,9)	118,2 ± 0,259 (6,4)	0	
	Масса, кг	0,11 ± 0,002 0,047-0,273 (49,3)	0,96 ± 0,009 0,55-1,4 (28,0)	2,28 ± 0,026 0,7-3,75 (34,2)	3,4 ± 0,046 1,4-6,35 (40,2)	6,6 ± 0,05 3,45-11,15 (22,7)	7,7 ± 0,058 3,9-11,2 (22,8)	9,5 ± 0,059 4,4-16,35 (25,2)	12,0 ± 0,082 8,0-19,45 (19,8)	0	
	Коэффициент упитанности	0,59 ± 0,002 0,45-0,75 (11,8)	0,75 ± 0,004 0,63-1,19 (15,1)	0,67 ± 0,002 0,58-0,77 (8,6)	0,7 ± 0,002 0,53-0,76 (9,8)	0,7 ± 0,003 0,61-0,92 (11,2)	0,7 ± 0,002 0,58-0,88 (10,7)	0,7 ± 0,002 0,49-0,92 (10,6)	0,7 ± 0,002 0,59-1,01 (11,8)	0	
(К × Ст) × Ст, 2015 г.	Длина АС, см	28,17 ± 0,153 (16,3)	48,83 ± 0,209 (12,9)	65,68 ± 0,34 40,4-84,5 (15,5)	76,3 ± 0,386 54,4-100,2 (15,2)	100,5 ± 0,274 79,2-116,9 (8,2)	102,1 ± 0,277 87,2-116,8 (8,1)	106,3 ± 0,2 75,2-122,1 (9,2)	113,6 ± 0,201 95,7-127,8 (6)	0	
	Масса, кг	0,15 ± 0,003 0,03-0,384 (54,4)	0,99 ± 0,012 0,35-2,05 (36,9)	2,2 ± 0,033 0,5-4,4 (45,8)	3,4 ± 0,057 1,0-7,65 (50,6)	7,2 ± 0,064 3,3-10,8 (26,5)	7,7 ± 0,068 4,55-12,2 (26,2)	8,8 ± 0,051 3,15-14,45 (28,4)	10,7 ± 0,052 7,95-14,85 (16,5)	0	
	Коэффициент упитанности	0,59 ± 0,003 0,31-0,76 (14,6)	0,84 ± 0,008 0,59-1,75 (27,3)	0,72 ± 0,003 0,56-0,95 (12,2)	0,7 ± 0,003 0,55-0,96 (13,2)	0,7 ± 0,002 0,59-0,8 (8,6)	0,7 ± 0,002 0,61-0,85 (8,8)	0,7 ± 0,001 0,56-0,92 (10,5)	0,7 ± 0,002 0,62-0,91 (8,9)	0	
(Ст × К) × К, 2015 г.	Длина АС, см	26,32 ± 0,131 (14,9)	47,9 ± 0,2 39,4-59,7 (12,6)	64,5 ± 0,112 50,5-79,9 (10,5)	73,3 ± 0,092 51,4-88 (11,3)	94,5 ± 0,149 84,4-103,4 (4,7)	99,0 ± 0,191 87,6-110,4 (5,8)	104,3 ± 0,128 89,6-116,1 (6,1)	111,7 ± 0,17 93,7-124,2 (5,6)	0	
	Масса, кг	0,12 ± 0,002 0,05-0,297 (49,3)	0,79 ± 0,011 0,35-1,45 (40,2)	1,82 ± 0,01 0,8-3,55 (34,1)	2,9 ± 0,011 0,8-5,4 (35,1)	6,4 ± 0,033 4,65-8,65 (15,5)	7,1 ± 0,047 4,65-10,0 (20,0)	8,7 ± 0,036 5,45-12,75 (20,5)	10,7 ± 0,052 6,35-14,8 (17,9)	0	
	Коэффициент упитанности	0,6 ± 0,002 0,47-0,69 (8,5)	0,68 ± 0,002 0,55-0,83 (8,4)	0,65 ± 0,001 0,52-0,99 (11,6)	0,7 ± 0,001 0,51-1,2 (13,6)	0,8 ± 0,003 0,62-1,02 (11,5)	0,7 ± 0,002 0,65-0,98 (8,8)	0,8 ± 0,002 0,62-1,09 (11,1)	0,8 ± 0,002 0,66-1,06 (11,3)	0	
(Ст × К) × Ст, 2014 г.	Длина АС, см	31,86 ± 0,109 (10,3)	49,38 ± 0,079 36,6-60,0 (9,6)	63,4 ± 0,066 43,0-83,2 (9,4)	69,0 ± 0,11 56,3-81,7 (9,6)	82,7 ± 0,137 72,8-89,8 (5,0)	88,6 ± 0,179 76,1-99,6 (6,1)	89,1 ± 0,169 80,3-100,4 (5,7)	92,7 ± 0,115 79,9-104,1 (6,2)	95,0 ± 0,116 81,8-107,6 (6,1)	
	Масса, кг	0,2 ± 0,002 0,05-0,33 (31,4)	0,79 ± 0,004 0,2-1,55 (32,8)	2,04 ± 0,007 0,6-5,35 (32,6)	2,7 ± 0,016 1,3-5,0 (35,8)	4,5 ± 0,026 3,3-6,35 (16,8)	5,6 ± 0,031 3,95-7,45 (16,5)	5,6 ± 0,037 3,95-8,15 (19,5)	6,8 ± 0,026 4,2-9,95 (19,5)	6,8 ± 0,025 4,2-9,8 (18,8)	
	Коэффициент упитанности	0,59 ± 0,002 0,4-0,71 (11,1)	0,63 ± 0,002 0,41-0,96 (15,0)	0,78 ± 0,001 0,58-0,99 (9,7)	0,8 ± 0,002 0,63-1,01 (12,2)	0,8 ± 0,002 0,65-0,91 (8,9)	0,8 ± 0,003 0,58-0,99 (9,7)	0,8 ± 0,003 0,65-1,0 (10,1)	0,8 ± 0,001 0,7-1,01 (8,3)	0,8 ± 0,001 0,65-0,95 (8,5)	

\* Над чертой – X ± m – среднее значение и ошибка средней; под чертой – минимум–максимум; в скобках (Cy) – коэффициент вариации, %.

Сviderskii V. A. Dynamics of biological indicators of recipient eastern-based hybrids (Калуга *Niso danicus* × sterlet *Aspiensel nibeus*) (*Aspienselidae*)

Начиная с возраста 3+ гибрид (Ст × К) × Ст по длине заметно отставал от остальных.

Динамика прироста длины позволяет увидеть, как реализуется потенциал развития организма в том или ином возрасте. В природных условиях

чем больше рыба прибавляет в длине за определенный промежуток времени, тем быстрее она выйдет из-под прессинга хищников и увеличится выживаемость. На рис. 2, а видно, что основной рост длины происходит в первые 5 лет.

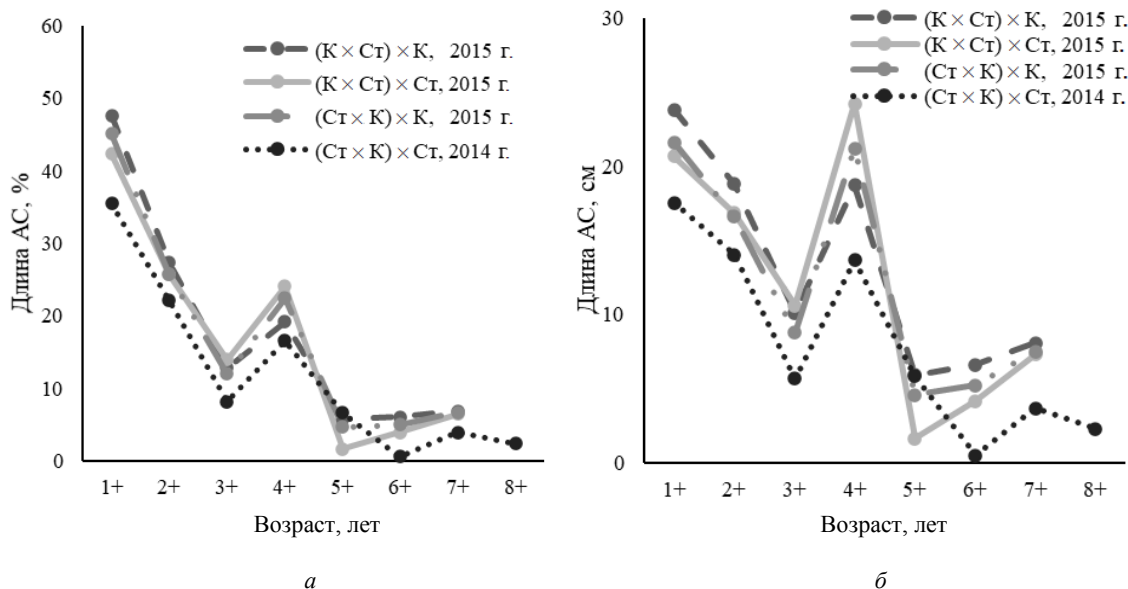


Рис. 2. Динамика относительного (а) и абсолютного (б) прироста длины АС возвратных гибридов

Fig. 2. Dynamics of relative (a) and absolute (b) increase in the length of AC returnable hybrids

Двухлетки прибавляли в размере от 35,5 до 47,6 % от длины тела сеголеток (табл. 3), постепенно прирост замедлялся, достигнув в возрасте 3+ у (К × Ст) ×

Ст 13,9 % и 8,2 % у (Ст × К) × Ст, но на следующий год зафиксирован скачок прироста длины до значений 16,5–24,1 %.

Таблица 3

Table 3

Абсолютные и относительные величины прироста длины возвратных гибридов

Absolute and relative values of the length increase of returnable hybrids

Гибридная форма	Признак	Возраст							
		1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
(К × Ст) × К, 2015 г.	Прирост длины, см	23,8	18,8	10,1	18,7	5,9	6,6	8,1	0
	Относительный прирост длины, %	47,6	27,3	12,8	19,2	5,7	6,0	6,8	0
(К × Ст) × Ст, 2015 г.	Прирост длины, см	20,7	16,9	10,6	24,2	1,6	4,1	7,3	0
	Относительный прирост длины, %	42,3	25,7	13,9	24,1	1,6	3,9	6,4	0
(Ст × К) × К, 2015 г.	Прирост длины, см	21,6	16,6	8,8	21,2	4,6	5,2	7,5	0
	Относительный прирост длины, %	45,1	25,7	12,0	22,4	4,6	5,0	6,7	0
(Ст × К) × Ст, 2014 г.	Прирост длины, см	17,5	14,0	5,7	13,7	5,8	0,5	3,7	2,3
	Относительный прирост длины, %	35,5	22,1	8,2	16,5	6,6	0,6	4,0	2,4

Начиная с 5+ прирост длины замедлился и не превышал значений прошлых лет.

Наибольшие приросты длины в абсолютных величинах зафиксированы в возрасте 1+ (17,5–23,8 см) и 4+ (13,7–24,2 см) (см. рис. 2, б). После пяти лет роста происходит заметное замедление прироста длины.

Наибольший прирост длины наблюдался в возрасте 4+ у  $(K \times Ct) \times Ct$  – 24,2 см, а меньше всего

прибавил как в абсолютном, так и в относительном выражении  $(Ct \times K) \times Ct$  в возрасте 6+ – 0,5 см, или 0,6 % (см. табл. 3). В относительном выражении максимально прибавил гибрид  $(K \times Ct) \times K$  за первый год жизни – 47,6 %.

Как и в случае с длиной АС, сеголетки  $(Ct \times K) \times Ct$  имели наибольшую среднюю массу – 0,2 кг – среди других гибридов, но в последующие годы обычно они весили меньше всех (рис. 3).

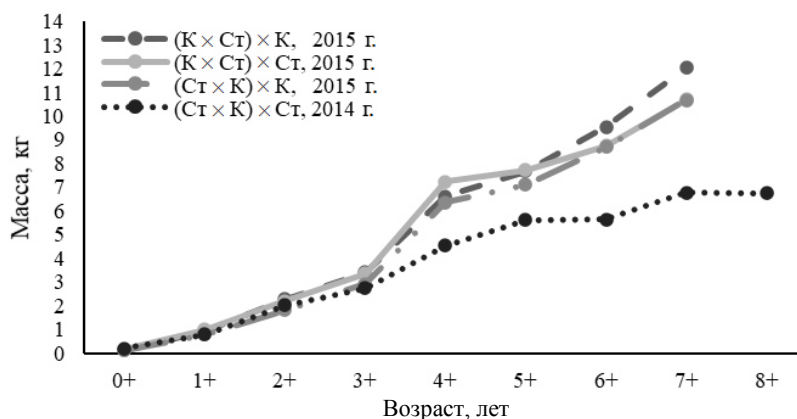


Рис. 3. Динамика массы возвратных гибридов

Fig. 3. Dynamics of the mass of returnable hybrids

Гибриды на основе  $(K \times Ct)$  лучше всех набирали массу и почти не отличались между собой до возраста 6+ и 7+, когда лучше всего рос  $(K \times Ct) \times K$  и весил 9,5 и 12,0 кг соответственно.

Если в природе важно, как быстро увеличивается размер рыб, то с точки зрения искусственных условий аквакультуры важна получаемая навеска гидробионтов. Основные приросты массы возвратных

гибридов приходились на первые 5 лет жизни, повторяя тренд прироста длины. На рис. 4, а видно, как с величины 74,8–88,0 % (1+) кривая прироста массы опустилась до отметки 25,7–37,6 % (3+), а потом скачкообразно почти вернулась к показателям трехлеток в возрасте 4+ (39,7–54,3 %), но в последующие годы приросты не превышали больше 21 %.

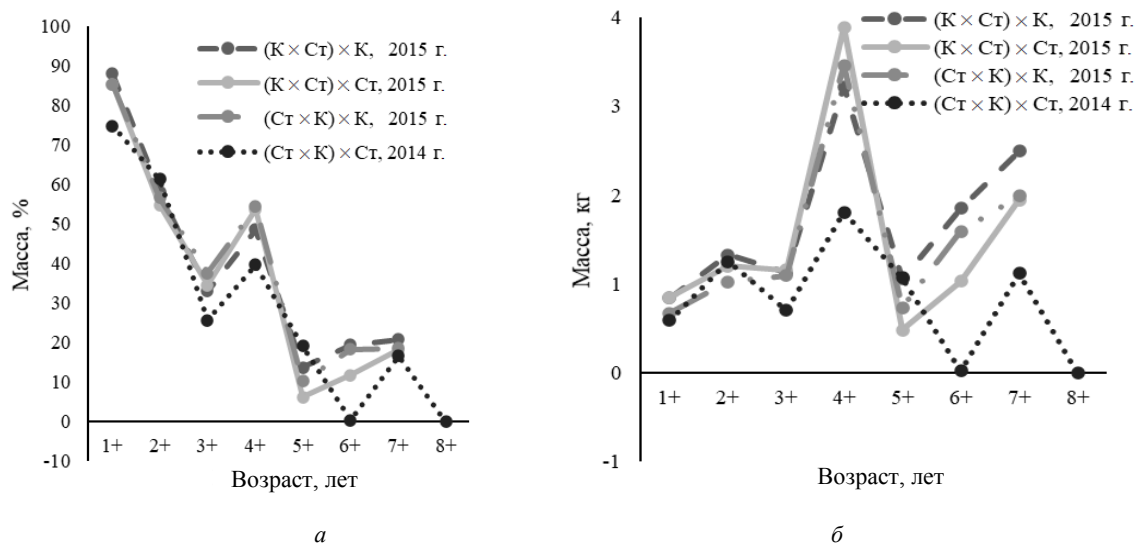


Рис. 4. Динамика относительного (а) и абсолютного (б) прироста массы возвратных гибридов

Fig. 4. Dynamics of relative (a) and absolute (b) weight gain of returnable hybrids

Пока в первые 3 года относительные величины были очень высокие, в абсолютных величинах это составило от 0,6 до 1,3 кг, а в пятилетнем возрасте прирост увеличился почти в 3 раза у некоторых гибридов (см. рис. 4, б), но уже на следующий год показатели вернулись к началу роста рыб. В возрасте 6+ и 7+ прирост массы увеличивался, но не превы-

сил отметки в 2,5 кг.

Максимальный показатель увеличения массы был у пятилетнего гибрида  $(K \times Cт) \times Cт$  – 3,9 кг. Зафиксирован околонулевой прирост у гибрида  $(Cт \times K) \times Cт$  (6+), а в возрасте 8+ прирост был и вовсе отрицательным (табл. 4).

Таблица 4

Table 4

Абсолютные и относительные величины прироста массы возвратных гибридов

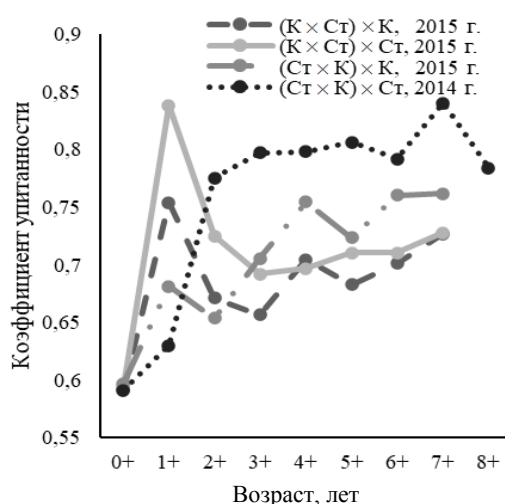
Absolute and relative values of mass gain of returnable hybrids

Гибридная форма	Признак	Возраст							
		1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
$(K \times Cт) \times K$ , 2015 г.	Прирост массы, кг	0,8	1,3	1,1	3,2	1,1	1,9	2,5	0
	Относительный прирост массы, %	88,0	58,1	33,0	48,6	13,7	19,4	20,7	0
$(K \times Cт) \times Cт$ , 2015 г.	Прирост массы, кг	0,8	1,2	1,2	3,9	0,5	1,0	1,9	0
	Относительный прирост массы, %	85,3	54,8	34,5	53,7	6,3	11,8	18,2	0
$(Cт \times K) \times K$ , 2015 г.	Прирост массы, кг	0,7	1,0	1,1	3,5	0,7	1,6	2,0	0
	Относительный прирост массы, %	85,3	56,6	37,6	54,3	10,3	18,3	18,6	0
$(Cт \times K) \times Cт$ , 2014 г.	Прирост массы, кг	0,6	1,2	0,7	1,8	1,1	0,003	1,1	-0,002
	Относительный прирост массы, %	74,8	61,4	25,7	39,7	19,1	0,4	16,6	-0,030

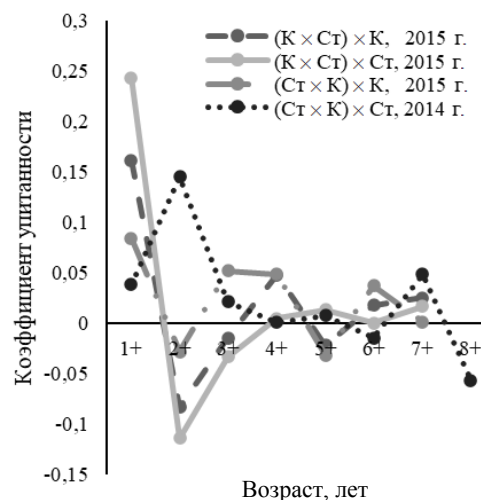
Двухлетки гибрида  $(K \times Cт) \times K$  максимально прибавили относительного роста массы – 88,0 %, потом следовали  $(K \times Cт) \times Cт$  и  $(Cт \times K) \times K$  – 85,3 %, а аутсайдером являлся  $(Cт \times K) \times Cт$  с показателем 74,8 %.

Коэффициент упитанности  $K_y$  в возрасте 0+ у исследуемых гибридов равнялся 0,59. На следу-

ющий год жизни наблюдался скачкообразный рост  $K_y$  у исследуемых рыб, и максимальный  $K_y$  был у  $(K \times Cт) \times Cт$  – 0,84, что больше на 0,21, чем у гибрида  $(Cт \times K) \times Cт$  с самым низким показателем (0,63) (рис. 5, а).



а



б

Рис. 5. Динамика роста (а) и прироста (б) коэффициента упитанности возвратных гибридов

Fig. 5. Dynamics of growth (a) and growth (b) of the fatness coefficient of returnable hybrids

В возрасте 2+ мы наблюдали, как тенденция изменилась, и наибольший показатель упитанности замечен уже у  $(Ст \times К) \times Ст$ , он был равен 0,78, а у остальных гибридов произошло понижение исследуемого показателя от 0,65 у  $(Ст \times К) \times К$  до 0,72 у  $(К \times Ст) \times Ст$ . В последующие годы гибрид генерации 2014 г. находился в границах от 0,78 до 0,84, что больше по сравнению с остальными.

На рис. 5, б, в возрасте 1+ наибольшие показатели прироста коэффициента упитанности за все время роста наблюдались у всех возвратных ги-

бридов, кроме  $(Ст \times К) \times Ст$ , у которого на следующий год отмечалась наибольшая положительная динамика показателя, в отличие от остальных. В целом после 4+ динамика прироста коэффициента упитанности сгладилась, и гибриды находились в границах  $-0,056$  до  $0,049$ .

В табл. 5 представлены значения прироста коэффициента упитанности у исследуемых гибридов. У  $(К \times Ст) \times Ст$  отмечен максимальный и минимальный показатели прироста в возрасте 1+ и 2+,  $0,244$  и  $-0,114$  соответственно.

Таблица 5

Table 5

Абсолютные величины прироста коэффициента упитанности возвратных гибридов  
 Absolute values of the increase in the fatness coefficient of returnable hybrids

Гибридная форма	Признак	Возраст							
		1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
$(К \times Ст) \times К$ , 2015 г.	Прирост коэффициента упитанности	0,162	-0,083	-0,014	0,048	-0,022	0,018	0,026	0
$(К \times Ст) \times Ст$ , 2015 г.		0,244	-0,114	-0,033	0,005	0,013	0,0004	0,017	0
$(Ст \times К) \times К$ , 2015 г.		0,084	-0,028	0,052	0,049	-0,031	0,037	0,002	0
$(Ст \times К) \times Ст$ , 2014 г.		0,038	0,145	0,021	0,001	0,008	-0,014	0,049	-0,056

### Обсуждение

Возвратные гибриды на основе  $К \times Ст$  показали себя как наиболее быстро растущие по показателям длины АС и массы тела по сравнению с другими гибридами. С точки зрения выращивания товарных трехлеток лучше всего использовать  $(К \times Ст) \times К$  из-за меньшего коэффициента вариации в возрасте 1+ и 2+ при уступающей средней массе перед  $(К \times Ст) \times Ст$ .

Гибрид  $(Ст \times К) \times Ст$  генерации 2014 г. показал наилучшие темпы роста размерно-массовых характеристик при превосходящем коэффициенте упитанности, но при более низком коэффициенте вариации, чем у других гибридных форм.

Рыбоводная характеристика возвратных гибридов  $Ст \times (Ст \times К)$ ,  $К \times (Ст \times К)$ ,  $Ст \times (К \times Ст)$ ,  $К \times (К \times Ст)$  до пятилетнего возраста анализировалась в статье Е. И. Рачека [9], где темп роста массы согласуется с результатами, полученными в нашей работе.

В той же статье также представлены данные о размерно-массовых показателях гибридов  $К \times Ст$  и  $Ст \times К$ . Эти гибриды росли быстрее, чем исследуемые в нашей статье возвратные гибриды, что не согласуется с информацией о том, что возвратные

гибриды бестера растут быстрее, чем гибриды между белугой и стерлядью и их исходные виды [12].

Следует отметить, что из исследуемых нами гибридов еще никто не созрел, даже с учетом бонитировки 2023 г., в сравнении с «западным» аналогом у породы «Внировская» созревание самцов происходит в 6–10 лет, а у «Аксайской» в 3–5 лет [13], при этом первые самцы у межродовых гибридов между стерлядью и калугой созрели с получением половых продуктов в шестилетнем возрасте [8]. Мы предполагаем, что резкое увеличение роста массы и длины в пятилетнем возрасте у всех исследуемых гибридов связано с невозможностью развития половой системы, поэтому ресурсы организма расходуются на пластический рост.

### Выводы

1. Гибриды  $(К \times Ст) \times К$  и  $(К \times Ст) \times Ст$  имели более быстрый прирост длины АС и массы тела.
2. Гибрид  $(Ст \times К) \times Ст$  отличался более высоким и стабильным коэффициентом упитанности при меньшей длине АС и массе тела в отличие от других объектов исследования.
3. Зафиксирован всплеск роста массы тела и длины АС в пятилетнем возрасте у всех исследуемых гибридов.

### Список источников

1. Рачек Е. И., Скирин В. И., Корнилова А. В. Гибриды амурских осетровых рыб для товарного выращивания // Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С. 70–78.  
 2. Амвросов Д. Ю., Рачек Е. И. Выращивание тройного гибрида русского, сибирского и амурского осетров

в тепловодном хозяйстве // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. № 2. С. 445–459.  
 3. Рачек Е. И., Свицкий В. Г. Продукционные характеристики гибридных форм осетровых рыб при культивировании в индустриальном тепловодном хозяйстве



Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2008. № 4. С. 398–405.

4. Сафронов А. С., Рачек Е. И., Зуевский С. Е., Амвросов Д. Ю., Филиппова О. П. Результаты сравнительного выращивания калуги, амурского осетра и реципрокных гибридов между ними с использованием различных технологий // Изв. ТИНРО. 2021. Т. 201. № 4. С. 923–936.

5. Рачек Е. И., Свирский В. Г. Доместикация калуги расширяет ассортимент продукции товарного осетроводства // Рыбное хозяйство. 2006. № 5. С. 86–89.

6. Рачек Е. И., Амвросов Д. Ю. Оценка производителей амурского осетра *Acipenser schrenckii* из садкового тепловодного хозяйства в процессе многолетней эксплуатации // Изв. ТИНРО. 2018. Т. 192. С. 202–213.

7. Рачек Е. И., Скирин В. И., Свирский В. Г., Амвросов Д. Ю. Товарное выращивание межродовых гибридов стерляди с калугой в тепловодном хозяйстве // Осетровое хозяйство. Астрахань: Частный ин-т стерляди, 2009. № 3. С. 52–63.

8. Рачек Е. И., Свирский В. Г., Скирин В. И., Липин В. И. Экспериментальное подтверждение фертильности самцов межродового гибрида (F1) стерляди (*Acipenser ruthenus*)

и калуги (*Huso dauricus*) // Осетровое хозяйство. Астрахань: Частный ин-т стерляди, 2010. № 4. С. 52–60.

9. Рачек Е. И. Рыбоводно-биологическая характеристика прямых и возвратных гибридов стерляди с калугой при выращивании на теплых водах Приморья // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Краснодар, 17–19 мая 2018 г.). Краснодар: Изд-во Кубан. гос. ун-та, 2018. С. 381–387.

10. Правдин И. Ф. Рыководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.

11. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. 302 с.

12. Николюкин Н. И. Отдаленная гибридизация осетровых и костистых рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 335 с.

13. Бурцев И. А., Крылова В. Д., Николаев А. И., Сафронов А. С., Филиппова О. П. Комплекс пород бестера (*Acipenser nkoljukinii*) // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (*Acipenseridae*). М.: Столичная типогрфия, 2008. С. 4–22.

## References

1. Rachek E. I., Skirin V. I., Kornilova A. V. Gibridy amurskikh osetrovykh ryb dlia tovarnogo vyrashchivaniia [Hybrids of Amur sturgeon for commercial cultivation]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2013, no. 3, pp. 70–78.

2. Amvrosov D. Iu., Rachek E. I. Vyrashchivanie troinogo gibrida russkogo, sibirskogo i amurskogo osetrov v teplovodnom khoziaistve [Cultivation of a triple hybrid of Russian, Siberian and Amur sturgeon in a warm-water farm]. *Izvestiia TINRO*, 2020, vol. 200, no. 2, pp. 445–459.

3. Rachek E. I., Svirskii V. G. Produktsionnye kharakteristiki gibridnykh form osetrovykh ryb pri kul'tivirovani v industrial'nom teplovodnom khoziaistve Primor'ia [Production characteristics of hybrid forms of sturgeon fish during cultivation in the industrial warm-water economy of Primorye]. *Cheniia pamiati Vladimira Iakovlevicha Levaniidova*, 2008, no. 4, pp. 398–405.

4. Safronov A. S., Rachek E. I., Zuevskii S. E., Amvrosov D. Iu., Filippova O. P. Rezul'taty sravnitel'nogo vyrashchivaniia kalugi, amurskogo osetra i retsiproknnykh gibridov mezhd u nimi s ispol'zovaniem razlichnykh tekhnologii [The results of comparative cultivation of Kaluga, Amur sturgeon and reciprocal hybrids between them using various technologies]. *Izvestiia TINRO*, 2021, vol. 201, no. 4, pp. 923–936.

5. Rachek E. I., Svirskii V. G. Domestikatsiia kalugi rasshiriaet assortiment produktsii tovarnogo osetrovodstva [Domestication of Kaluga expands the range of commercial sturgeon products]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2006, no. 5, pp. 86–89.

6. Rachek E. I., Amvrosov D. Iu. Otsenka proizvoditelei amurskogo osetra *Acipenser schrenckii* iz sadkovogo teplovodnogo khoziaistva v protsesse mnogoletnei ekspluatatsii [Assessment of producers of Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* from a cage warmwater farm in the process of long-term operation]. *Izvestiia TINRO*, 2018, vol. 192, pp. 202–213.

7. Rachek E. I., Skirin V. I., Svirskii V. G., Amvrosov D. Iu. Tovarnoe vyrashchivanie mezhdovyykh gibridov sterliadi

s kalugoi v teplovodnom khoziaistve [Commercial cultivation of intergenerational sterlet hybrids with Kaluga in a warm-water farm]. *Osetrovoe khoziaistvo*. Astrakhan', Chastnyi in-t sterliadi, 2009. No. 3. Pp. 52–63.

8. Rachek E. I., Svirskii V. G., Skirin V. I., Lipin V. I. Eksperimental'noe podverzhdienie ferti'l'nosti samtsov mezhdovogo gibrida (F1) sterliadi (*Acipenser ruthenus*) i kalugi (*Huso dauricus*) [Experimental confirmation of the fertility of males of the intergenerational hybrid (F1) sterlet (*Acipenser ruthenus*) and kaluga (*Huso dauricus*)]. *Osetrovoe khoziaistvo*. Astrakhan', Chastnyi in-t sterliadi, 2010. No. 4. Pp. 52–60.

9. Rachek E. I. Rybovodno-biologicheskaiia kharakteristika priamykh i vozvratnykh gibridov sterliadi s kalugoi pri vyrashchivani na teptykh vodakh Primor'ia [Fish-breeding and biological characteristics of direct and return hybrids of sterlet with kaluga when grown in warm waters of Primorye]. *Vodnye bioresursy i akvakul'tura Iuga Rossii: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Krasnodar, 17–19 maia 2018 g.)*. Krasnodar, Izd-vo Kuban. gos. un-ta, 2018. Pp. 381–387.

10. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* [A guide to the study of fish (mainly freshwater)]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 376 p.

11. Ivanter E. V., Korosov A. V. *Vvedenie v kolichestvennuiu biologiiu* [Introduction to Quantitative Biology]. Petrozavodsk, Izd-vo PetrGU, 2011. 302 p.

12. Nikoliukin N. I. *Otdalemaia gibridizatsiia osetrovykh i kostistykh ryb* [Distant hybridization of sturgeon and bony fish]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1972. 335 p.

13. Burtsev I. A., Krylova V. D., Nikolaev A. I., Safronov A. S., Filippova O. P. Kompleks porod bestera (*Acipenser nkoljukinii*) [Bester rock complex (*Acipenser nkoljukinii*)]. *Porody i odomashennnye formy osetrovykh ryb (Acipenseridae)*. Moscow, Stolichnaia tipografiia, 2008. Pp. 4–22.

Статья поступила в редакцию 22.11.2023; одобрена после рецензирования 25.03.2024; принята к публикации 21.05.2024  
The article was submitted 22.11.2023; approved after reviewing 25.03.2024; accepted for publication 21.05.2024

**Информация об авторе / Information about the author**

**Виктор Александрович Свидерский** – аспирант кафедры водных биоресурсов и аквакультуры; Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; victor.sviderskiy@mail.ru

**Victor A. Sviderskii** – Postgraduate Student of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture; The Far Eastern State Technical Fisheries University; victor.sviderskiy@mail.ru

