

Научная статья
УДК 639.371/374
doi: 10.28983/asj.y2024i9pp85-91

**Селекционно-генетические показатели осетровых различных генотипов
в индустриальных условиях выращивания**

Орест Антипович Басонов, Анастасия Вячеславовна Судакова

Нижегородский государственный агротехнологический университет, г. Нижний Новгород, Россия
e-mail:anastasia.sudakova@rambler.ru

Аннотация. Проанализированы селекционно-генетические характеристики гибридных осетровых рыб в процессе их разведения в определенных климатических условиях. Объектом исследования являлись осетровые различных генотипов. В сравнительном аспекте определены селекционно-генетические показатели различных генотипических групп осетровых видов рыб при выращивании в установке замкнутого водоснабжения. Исходя из данных корреляционных связей морфометрических признаков, коэффициентов наследуемости и повторяемости, было установлено, что разница в изучаемых характеристиках не является существенной. Наибольшую корреляцию имеют морфометрические характеристики по следующим параметрам: $r = 0,49$ – средняя связь между промысловой длиной и общей длиной, $r = 0,22$ – связь слабая между наибольшей высотой и промысловой длиной, $r = 0,38$ – положительная слабая связь между длиной головы и массой, $r = 0,58$ – положительная связь между обхватом и массой, $r = 0,08$ – связь слабая между наибольшей высотой тела и длиной головы, $r = 0,18$ – связь между обхватом тела и наибольшей высотой тела, $r = 0,44$ – связь средняя между обхватом тела и длиной головы. Анализ корреляционных связей морфометрических признаков позволил установить, что многие экстерьерные характеристики имеют высокую наследуемость, что может быть обусловлено как меньшей зависимостью от условий среды, так и генетической гетерогенностью. Полученные данные могут помочь лучше понять особенности разведения и управления популяциями осетровых рыб в условиях замкнутого водоснабжения.

Ключевые слова: осетр; гибриды; селекционно-генетические показатели; индустриальные условия

Для цитирования: Басонов О. А., Судакова А. В. Селекционно-генетические показатели осетровых различных генотипов в индустриальных условиях выращивания // Аграрный научный журнал. 2024. № 9. С. 85–91. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i9pp85-91>.

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

Original article

**Selection and genetic indicators of sturgeon of various genotypes
in industrial growing conditions**

Orest A. Basonov, Anastasia V. Sudakova

Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia
e-mail:anastasia.sudakova@rambler.ru

Abstract. This publication presents the conclusions of a study on the analysis of the selection and genetic characteristics of hybrid sturgeon fish in the process of their breeding in certain climatic conditions. The object of the study was sturgeon of various genotypes (Russian sturgeon – group 1, Siberian sturgeon – group 2, hybrids of Russian sturgeon with Siberian – group 3 and hybrids of Siberian sturgeon with Russian species – group 4). In a comparative aspect, the selection and genetic indicators of various genotypic groups of sturgeon fish species when grown in a closed water supply facility were determined. Based on the data of correlations between morphometric characteristics, heritability and repeatability coefficients, it was found that the difference in the studied characteristics is not significant. We can conclude that the morphometric characteristics of the following groups have the greatest correlation: $r = 0.49$ – average relationship between fishing length and total length, $r = 0.22$ – weak connection between the highest height and fishing length, $r = 0.38$ – positive weak relationship between head length and mass, $r = 0.58$ – positive relationship between girth and mass, $r = 0.08$ – there is a weak relationship between the highest body height and head length, $r = 0.18$ – relationship between body girth and maximum body height, $r = 0.44$ – average relationship between body girth and head length. Analysis of correlations of morphometric traits made it possible to establish that many exterior characteristics have high





heritability, which may be due to both less dependence on environmental conditions and genetic heterogeneity. The data obtained can help to better understand the breeding and management of sturgeon populations in closed water supply conditions.

Keywords: sturgeon; hybrids; selection and genetic indicators; industrial conditions

For citation: Basonov O. A., Sudakova A. V. Selection and genetic indicators of sturgeon of various genotypes in industrial growing conditions. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(9):85–91. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i9pp85-91>.

Введение. Рыба является одним из важнейших источников пищи человека [4–6]. Семейство осетровых рыб (белуга, осетр русский, осетр сибирский и др.) отличается своими крупными размерами и ценным мясом. Икра осетров – один из самых дорогих продуктов в мире. Важно отметить, что из-за нерегулируемой охоты на осетровых рыб многие из них находятся под угрозой исчезновения, многие виды включены в Красную книгу.

Анализ селекционно-генетических показателей рыб промышленного производства является важным аспектом исследования. Изучение характеристик различных генотипов осетровых рыб в разные возрастные периоды позволяет оценить их потенциал для дальнейшего разведения и повышения качества продукции. Одним из ключевых показателей, который изучается при сравнительной оценке генетических характеристик осетровых рыб, является уровень генетического разнообразия. Высокий уровень генетического разнообразия осетровых рыб свидетельствует об их способности адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды и устойчивости к различным заболеваниям [1–3].

Цель исследования – сравнительная оценка селекционно-генетических показателей осетровых рыб различных генотипов в разные возрастные периоды в условиях промышленного производства.

Материалы и методы. Исследования проводили на базе ООО «Мулинское рыбноводное хозяйство» в 2019–2023 гг. Для изучения экстерьерных показателей осетровых были отобраны 780 представителей четырех различных генотипов в разные возрастные периоды, выращенных в условиях установки замкнутого водоснабжения: I группа – русский осетр, II группа – сибирский осетр, III группа – гибриды русского осетра с сибирским, IV группа – гибриды сибирского осетра с русским.

Рыбы содержались при температуре 18–24 °С, плотность посадки – до 70 кг/м³. Все технологические параметры, влияющие на рост, развитие и жизнеспособность рыбы, поддерживали в норме.

Результаты исследований. Селекция осетровых видов рыб только начинает развиваться из-за ограниченного периода разведения в промышленных условиях. Уникальные биологические особенности осетровых видов определяют необходимость проведения селекции. Исследование связи между различными показателями представляет значительный практический интерес. В связи с этим определяли коэффициенты корреляции морфометрических признаков (таблицы 1–5).

Анализ таблицы 1 показал, как различные морфологические характеристики связаны друг с другом. Это важно для понимания развития и роста этих рыб, а также может быть полезно для их сохранения. У трехмесячных осетров наиболее сильная связь между промысловой и общей длиной тела. В I группе наблюдали положительную корреляцию, а в III группе – отрицательную. Также отмечали незначительную взаимосвязь между наибольшей высотой и общей длиной тела у особей всех групп. Исследования показали, что эти связи обладают слабыми корреляционными значениями. Изменение одной характеристики не приводит к значительным изменениям в другой.

На основании данных таблицы 2 можно утверждать, что у осетровых в возрасте 6 месяцев имеется достоверная корреляция между товарной длиной и общей длиной тела в III группе (0,710), что подчеркивает высокую степень взаимосвязи между этими параметрами.

Данные таблицы 3 свидетельствуют о незначительной взаимосвязи между морфометрическими характеристиками осетровых рыб I группы. Это касается таких параметров, как масса в соотношении к общей длине тела, максимальная высота тела к общей длине, масса к промысловой длине и максимальная высота к промысловой длине. Однако следует отметить, что в данной группе наблюдали положительную и существенную связь между промысловой длиной и общей длиной тела. Это может указывать на взаимное влияние этих параметров и возможность их совместного использования для более точной оценки особей данной группы.

Таблица 1 – Корреляционные значения осетровых рыб в 3 месяца

Table 1 – Correlation values of sturgeon fish at 3 months

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Промысловая длина тела – общая длина тела	0,559	0,218	-0,127	0,308
Масса тела – общая длина тела	0,050	0,002	0,338	0,349
Наибольшая высота тела – общая длина тела	-0,130	0,250	-0,050	-0,300
Длина головы – общая длина тела	0,079	0,138	-0,189	-0,499
Наибольший обхват тела – общая длина тела	-0,119	0,119	-0,129	0,159
Масса тела – промысловая длина тела	-0,059	0,069	-0,079	0,099
Наибольшая высота тела – промысловая длина тела	0,079	-0,178	0,327	0,337
Длина головы – промысловая длина тела	-0,108	0,119	0,023	0,272
Наибольший обхват тела – промысловая длина тела	-0,309	-0,209	-0,347	-0,446
Наибольшая высота тела – масса тела	-0,027	0,026	-0,009	-0,189
Длина головы – масса тела	-0,009	0,058	-0,156	-0,329
Наибольший обхват тела – масса тела	-0,188	0,187	-0,099	-0,147
Длина головы – наибольшая высота тела	-0,098	-0,187	0,368	0,348
Наибольший обхват тела – наибольшая высота тела	-0,110	-0,260	-0,240	-0,280
Наибольший обхват тела – длина головы	0,340	0,400	0,040	-0,070

Таблица 2 – Корреляционные значения осетровых рыб в 6 месяцев

Table 2 – Correlation values of sturgeon fish at 6 months

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Промысловая длина тела – общая длина тела	0,070	0,030	0,710	0,500
Масса тела – общая длина тела	0,090	-0,310	-0,120	0,320
Наибольшая высота тела – общая длина тела	-0,100	0,870	0,170	-0,160
Длина головы – общая длина тела	-0,170	0,010	0,120	0,020
Наибольший обхват тела – общая длина тела	0,020	-0,090	0,080	-0,200
Масса тела – промысловая длина тела	0,120	-0,001	-0,100	-0,100
Наибольшая высота тела – промысловая длина тела	-0,170	-0,240	0,390	-0,400
Длина головы – промысловая длина тела	0,002	0,044	0,090	-0,040
Наибольший обхват тела – промысловая длина тела	-0,050	-0,090	0,200	0,040
Наибольшая высота тела – масса тела	-0,050	-0,280	-0,060	-0,110
Длина головы – масса тела	-0,020	0,180	-0,020	-0,290
Наибольший обхват тела – масса тела	-0,230	0,130	-0,340	-0,310
Длина головы – наибольшая высота тела	-0,140	-0,130	0,230	0,020
Наибольший обхват тела – наибольшая высота тела	-0,080	-0,020	-0,190	-0,150
Наибольший обхват тела – длина головы	-0,470	0,010	-0,280	0,040

Наиболее значительная связь между признаками просматривалась в соотношении промысловой длины тела к общей длине тела в I группе (см. таблицу 4).

Данные таблицы 5 показали значительную взаимосвязь между длиной головы и общей длиной тела, что характерно для всех возрастных групп. Особенно высокие коэффициенты корреляции отмечали с морфометрическими характеристиками III группы, хотя сила этой связи может изменяться в зависимости от конкретных параметров.





Таблица 3 – Корреляционные значения осетровых рыб в 9 месяцев

Table 3 – Correlation values of sturgeon fish at 9 months

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Промысловая длина тела – общая длина тела	0,600	0,060	0,500	0,400
Масса тела – общая длина тела	0,200	-0,200	0,500	0,400
Наибольшая высота тела – общая длина тела	-0,400	0,100	-0,300	0,100
Длина головы – общая длина тела	0,200	0,020	0,400	0,200
Наибольший обхват тела – общая длина тела	0,100	-0,100	-0,100	0,100
Масса тела – промысловая длина тела	-0,040	-0,030	0,400	0,400
Наибольшая высота тела – промысловая длина тела	-0,100	0,100	0,200	0,100
Длина головы – промысловая длина тела	0,300	0,100	0,300	0,400
Наибольший обхват тела – промысловая длина тела	-0,100	-0,200	-0,100	-0,200
Наибольшая высота тела – масса тела	0,040	-0,300	0,200	0,200
Длина головы – масса тела	-0,500	-0,040	0,200	-0,200
Наибольший обхват тела – масса тела	0,100	0,300	-0,100	0,100
Длина головы – наибольшая высота тела	0,100	0,070	-0,200	0,400
Наибольший обхват тела – наибольшая высота тела	-0,03	0,100	-0,200	-0,100
Наибольший обхват тела – длина головы	-0,3	0,05	-0,100	-0,100

Таблица 4 – Корреляционные значения осетровых рыб в 12 месяцев

Table 4 – Correlation values of sturgeon fish in 12 months

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Промысловая длина тела – общая длина тела	0,320	-0,019	0,870	0,690
Масса тела – общая длина тела	0,150	0,030	0,250	0,230
Наибольшая высота тела – общая длина тела	0,100	0,050	0,070	-0,330
Длина головы – общая длина тела	0,060	0,010	0,150	-0,160
Наибольший обхват тела – общая длина тела	-0,025	0,100	-0,370	0,080
Масса тела – промысловая длина тела	-0,104	0,120	0,220	0,310
Наибольшая высота тела – промысловая длина тела	0,188	-0,150	0,020	-0,080
Длина головы – промысловая длина тела	0,280	-0,040	0,080	0,060
Наибольший обхват тела – промысловая длина тела	-0,340	-0,290	-0,430	0,270
Наибольшая высота тела – масса тела	0,070	0,190	0,289	-0,210
Длина головы – масса тела	-0,230	-0,020	-0,131	-0,030
Наибольший обхват тела – масса тела	-0,170	-0,100	0,002	0,090
Длина головы – наибольшая высота тела	-0,670	-0,050	0,620	0,430
Наибольший обхват тела – наибольшая высота тела	0,010	-0,100	0,110	0,340
Наибольший обхват тела – длина головы	0,020	0,110	-0,260	0,700

Таблица 5 – Корреляционные значения осетровых рыб в 24 месяца

Table 5 – Correlation values of sturgeon fish at 24 months

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Промысловая длина тела – общая длина тела	-0,004	0,096	0,490	-0,180
Масса тела – общая длина тела	-0,060	-0,040	0,280	-0,240
Наибольшая высота тела – общая длина тела	0,097	0,117	0,400	-0,550
Длина головы – общая длина тела	0,437	0,324	0,330	0,310
Наибольший обхват тела – общая длина тела	0,183	0,190	0,090	-0,280
Масса тела – промысловая длина тела	0,534	0,502	0,070	-0,004
Наибольшая высота тела – промысловая длина тела	0,237	0,291	0,220	-0,060
Длина головы – промысловая длина тела	-0,221	-0,294	-0,120	0,100
Наибольший обхват тела – промысловая длина тела	0,042	0,035	-0,230	0,440
Наибольшая высота тела – масса тела	-0,024	-0,093	0,480	0,535
Длина головы – масса тела	0,122	-0,057	0,380	0,245
Наибольший обхват тела – масса тела	0,439	0,363	0,587	-0,220
Длина головы – наибольшая высота тела	-0,146	-0,005	0,082	-0,025
Наибольший обхват тела – наибольшая высота тела	-0,312	-0,285	0,183	0,125
Наибольший обхват тела – длина головы	0,478	0,446	0,445	-0,155

Полученные данные позволяют получить полное представление о взаимосвязях морфометрических признаков у осетров различных возрастных групп (см. таблицы 1–5). Мы установили, что эти связи изменяются в зависимости от возраста и группы осетров. У осетров I группы обнаружено, что такие морфометрические характеристики, как масса тела по сравнению с общей длиной, высота тела относительно общей длины и другие имеют слабую корреляцию. Однако отмечали положительную прочную связь между промысловой длиной и общей длиной тела. Также стоит отметить, что проведенный анализ выявил особенности корреляционных связей в различных возрастных группах осетров, что может быть важно при разработке и проведении исследований в данной области.

Коэффициент наследуемости является важным показателем в генетических исследованиях, поскольку он позволяет оценить, насколько изменчивость признака в популяции обусловлена генетическими факторами. Значение коэффициента может колебаться от 0 до 1, где 0 указывает на то, что изменчивость признака полностью обусловлена окружающей средой, а 1 – изменчивость полностью определяется генетическими факторами.

Расчет коэффициента наследуемости обычно проводится с использованием различных статистических методов, таких как анализ семейственных данных или методы однофакторного или многофакторного дисперсионного анализа. Полученные значения позволяют оценить вклад генетических факторов в изменчивость конкретного признака и использовать эту информацию в различных областях, включая селекцию, генетическое управление, исследования популяционной генетики и т. д. Результаты расчетов коэффициента наследуемости для морфометрических характеристик у осетровых рыб представлены в таблице 6. Эти данные могут быть полезны для понимания генетической основы разнообразных признаков у этого вида рыб и для разработки стратегий их управления и сохранения.

В формировании различных показателей наследственности играет большую роль (см. таблицу 6). В III группе наблюдается самый высокий коэффициент наследуемости (98 %) по показателям общей длины и наибольшей высоты. В I и II группах высокие показатели наследственности (90 %) связаны с массой тела и обхватом. Эти данные описывают уровень наследственности различных



Таблица 6 – Коэффициенты наследуемости осетровых рыб

Table 6 – Heritability coefficients of sturgeon fish

Показатель	Группа			
	I–III	II–III	I–IV	II–IV
Промысловая длина тела	0,019	0,189	0,978	0,359
Масса тела	0,126	0,078	0,558	0,476
Наибольшая высота тела	0,196	0,222	0,818	1,099
Длина головы	0,799	0,647	0,599	0,618
Наибольший обхват тела	0,377	0,38	0,189	0,560

показателей в разных группах. Некоторые из них сильно зависят от генетики, в то время как другие более подвержены воздействию окружающей среды. Например, высота и масса имеют существенный генетический компонент, в то время как обхват тела и длина головы также зависят от генетики, но с меньшей степенью наследственности. Некоторые показатели имеют более низкую наследственность, что свидетельствует о большем влиянии факторов окружающей среды на их изменчивость. Эти данные могут быть ценными при анализе воздействия генетических и окружающих факторов на данные показатели.

По нашему мнению, высокая наследственность многих внешних и измеряемых характеристик объясняется как минимум двумя факторами: уменьшенной зависимостью от условий окружающей среды и высокой генетической гетерогенностью в популяции.

Для определения коэффициента повторяемости проводили составление однофакторного статистического комплекса; определение дисперсии по фактору (σ^2A). Изменчивость признака в значительной мере обусловлена наследственными факторами. В таблице 7 приведены значения коэффициента повторяемости для разных признаков у изучаемых видов осетровых рыб. С помощью этих величин можно оценить степень наследственности и наследуемости тех или иных признаков.

Таблица 7 – Дисперсионный анализ коэффициентов повторяемости живой массы

Table 7 – Analysis of variance of repeatability coefficients live weight

Источник изменчивости	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Коэффициент повторяемости
I группа					
Генеральная	78685756	167	–	386	0,90
Между видами	72603538	5	145 20707		
Внутри видов	6082218	162	37544		
II группа					
Генеральная	75482336	167	–	289	0,92
Между видами	67885807	5	13577161		
Внутри видов	7596529	162	46892		
III группа					
Генеральная	104504648	167	–	1451	0,97
Между видами	102223295	5	20444659		
Внутри видов	2281353	162	14082		
IV группа					
Генеральная	78244833,9	167	–	463	0,93
Между видами	73133078,2	5	14626615		
Внутри видов	5111755,7	162	31554		





Коэффициент повторяемости (0,93) показывает, что наследственные способности существенно влияют на весовые характеристики рыб исследуемых групп. Это означает, что 93 % изменений массы рыбы обусловлены наследственными факторами и только 7 % случайными факторами или условиями окружающей среды, которые могут время от времени меняться.

Коэффициент повторяемости может быть использован для прогнозирования массы будущих поколений рыб. При высоком коэффициенте повторяемости, как в данном случае, масса рыбы более стабильна и менее подвержена внешним воздействиям или случайным факторам. Это позволяет оценить потенциал разведения рыб определенного генетического происхождения и прогнозировать их будущие характеристики.

Заключение. Методы отбора помогли точно определить генетические особенности. Коэффициенты наследуемости, варьируя от 0,01 до 0,98, позволили выявить значительные генетические изменения, особенно в III группе, где наследственные факторы особенно важны (98 % случаев).

Оценка генетической составляющей для максимальной высоты и общей длины тела равняется примерно 80 % в III группе. Генетические факторы играют ключевую роль в определении общей длины тела и длины головы во всех группах, составляя около 87, 65, 66 и 62 % соответственно. Повторяемость массы рыбы в I группе (0,90) показывает, что генетические факторы на 92 % влияют на массу рыбы всех групп, остальные 8 % связаны с непредсказуемыми случайными воздействиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басонов О. А., Судакова А. В. Сравнительная характеристика гематологических показателей осетровых разных генотипов, выращенных в условиях замкнутого водоснабжения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4(96). С. 330–334.
2. Басонов О. А., Судакова А. В. Бонитировочная оценка осетровых в промышленных условиях выращивания // Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Б.Х. Жерукова, Нальчик, 19–21 ноября 2020. Нальчик, 2020. С.135–139.
3. Перспективы выращивания осетра в установке малой мощности с применением технологии аквапонии / М. Ю. Руднев [и др.] // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 72–75.
4. Поддубная И. В., Васильев А. А., Сучков В. В. Эффективность выращивания гибридов осетровых рыб с использованием в рационе биологически активных веществ // Аграрный научный журнал. 2022. № 2. С. 50–53.
5. Судакова Н. В., Микодина Е. В., Васильева Л. М. Смена парадигмы искусственного воспроизводства осетровых рыб (Acipenseridae) в Волжско-Каспийском бассейне в условиях дефицита производителей естественных генераций // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 698–711.
6. Тарчоков Т. Т., Максимова В. И., Юлдашбаев Ю. А. Генетика и биотехнология. М., 2016. 112 с.

REFERENCES

1. Basonov O. A., Sudakova A. V. Comparative characteristics of hematological parameters of sturgeons of different genotypes grown in conditions of closed water supply. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022; 96(4): 330–334. (In Russ.)
2. Basonov O. A., Sudakova A. V. Bonitirovachnaya assessment of sturgeon in industrial growing condition. Achievements and prospects for the implementation of national agricultural development projects: A collection of scientific papers on the results of the VIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of the Honored Scientist of the Russian Federation and the CBD, Professor B.H. Zherukov. Nalchik, November 19–21 2020. Nalchik; 2020. P. 135–139. (In Russ.)
3. Prospects for growing sturgeon in a low-power installation using aquaponics technology / M. Ju. Rudnev et al. *Agrarian Scientific Journal*. 2022;(9):72–75. (In Russ.)
4. Poddubnaya I. V., Vasiliev A. A., Suchkov V. V. Efficiency of growing hybrids of sturgery with the use of biologically active substances in the diet. *Agrarian Scientific Journal*. 2022;(2):50–53. (In Russ.)
5. Sudakova N. V., Mikodina E. V., Vasil'eva L. M. Change of the paradigm of artificial reproduction of sturgeons (Acipenseridae) in the Volga-Caspian basin in the conditions of shortage of producers of natural generations. *Agricultural Biology*. 2018;53(4):698–711. (In Russ.)
6. Tarchokov T. T., Maksimova V. I., Yuldashbaev Yu. A. Genetics and biotechnology. Moscow; 2016. 112 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 15.04.2024; одобрена после рецензирования 14.05.2024; принята к публикации 20.05.2024.
The article was submitted 15.04.2024; approved after reviewing 14.05.2024; accepted for publication 20.05.2024.