

Е. И. Шишанова, Д. А. Кавтаров

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕВРЮГИ (*ACIPENSER STELLATUS* PALL.) ИЗ ПРИРОДНОЙ И АКВАКУЛЬТУРНОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Морфометрические исследования являются основополагающими при начале работы по одомашниванию новых видов рыб. Цель исследований – сравнить морфологическую изменчивость севрюги (*Acipenser stellatus* Pall.), выращенной в условиях замкнутого водоснабжения, и природной северо-каспийской севрюги для оценки влияния индустриальных условий выращивания на ее морфотип. Впервые проведено сравнительное исследование 103 экз. половозрелой природной северо-каспийской севрюги и 50 экз. шестилеток аквакультурной волжской севрюги, выращенной на Можайском производственно-экспериментальном рыбноводном заводе. Исследован 21 морфометрический показатель и обнаружена достоверная изменчивость у 50 % изученных признаков. Показано, что в условиях замкнутого водоснабжения хвостовой стебель становится толще и длиннее, голова короче и шире, рот увеличивается по ширине. Сравнение изменчивости разных видов рыб, выращенных в индустриальных условиях, выявило у севрюги, как и у сибирского осетра, русского осетра и стерляди, уменьшение длины рыла и увеличение его ширины, что явно связано с изменением условий поиска пищи. Не подтвердилось ожидаемое уменьшение значений количественных признаков, наблюдаемое в условиях тепловодной аквакультуры, кроме сокращения числа лучей в спинном плавнике. Изменчивость исследованных признаков внутри групп рыб была средней по значениям коэффициента вариации и экстремумов и не позволила обнаружить никакой тенденции. Полученные материалы будут положены в основу селекционно-племенной работы с севрюгой и позволят оценить изменчивость севрюги в процессе одомашнивания в условиях замкнутого водоснабжения.

Ключевые слова: севрюга, морфометрические признаки, изменчивость, условия среды, природная севрюга, аквакультурная севрюга.

Введение

С конца XX в. активно осуществляются работы по одомашниванию производителей каспийской и азовской севрюги из естественных популяций и выращивание ремонтно-маточных стад, начиная от икры. Известно, что при одомашнивании происходит изменение морфологических параметров рыб [1–4]. Однако, несмотря на очевидную зависимость морфологических показателей от условий обитания, в настоящее время их используют в качестве главных критериев для признания селекционных достижений, и, следовательно, мерилom процессов domestikации и селекции для карпа, осетровых рыб и их гибридов, форели и обыкновенного сома, служат соответствующие методики на отличимость, однородность, стабильность. Поскольку морфометрические исследования являются основополагающими при начале работы по одомашниванию новых видов рыб, нашей целью было сравнить морфологическую изменчивость севрюги (*Acipenser stellatus* Pall.), выращенной в условиях замкнутого водоснабжения, с таковой у природной северо-каспийской севрюги.

Материалы и методы исследований

Материалом для сравнительного морфологического исследования послужили выборки 103 экз. половозрелой природной северо-каспийской севрюги и 50 экз. шестилеток аквакультурной рыбы, выращенной из икры волжской севрюги на Можайском производственно-экспериментальном рыбноводном заводе (МПЭРЗ). Морфометрические исследования проводили по методике В. Д. Крыловой и Л. И. Соколова [5], сократив количество показателей до 21. Измерения проводили штангенциркулем с точностью до 1 мм.

Показатели были сформированы в группы, объединяющие однородные в функциональном отношении показатели [1]:

1. Соотношение частей тела к длине рыбы от конца рыла до корней средних лучей плавника.
2. Соотношение частей головы.
3. Количественные признаки.

Оценку значимости изменений проводили с использованием критерия Стьюдента [6]. Расчеты проводили в программе Statistica 8. На основании прекращения возрастных морфологических изменений у осетровых рыб ориентировочно с возраста 3–4 года и наступления возрастной деградации с возраста 19 лет считаем сопоставимыми материалы по природной 13–14-летней севрюге и 6-летней аквакультурной севрюге.

Под изменчивостью большинство авторов понимают или возникновение различий между организмами, или происходящие изменения. В этом случае фенотипическая изменчивость становится вполне определенным объектом исследования, которое наиболее полно может быть осуществлено вероятностным, вариационно-статистическим методом. Основные параметры вариационно-статистического метода (средняя – M , ошибка средней – m , минимум – \min , максимум – \max , стандартное отклонение – σ , коэффициент вариации – $C_v, \%$), выбранные для исследования, позволяют достаточно подробно описать как индивидуальное разнообразие особей по любому числу признаков в любой популяции или стаде рыб, так и разнообразие средних величин по любому признаку при сравнении любых групп организмов. Рассматривая коэффициент вариации как наиболее общий показатель биологического разнообразия в данной группе организмов, следует отметить, что для признаков со слабым разнообразием коэффициент вариации равен 10 %, для признаков со средним уровнем разнообразия – 10–20 %, а при сильно варьирующих признаках – 20 % и выше [6].

Условия существования севрюги в природных и промышленных условиях отличаются температурным, гидрологическим режимом и размером осваиваемого пространства. На МПЭРЗ температура воды колебалась в диапазоне 18–21 °С, проточность превышала рекомендуемую для выращивания осетровых рыб в аквакультуре в 2–3 раза. Таким образом, развитие рыбы происходило при повышенной проточности, в однородных гидрохимических условиях, без летнего повышения и зимнего понижения температуры и при стабильном газовом режиме.

Выращивание, в зависимости от возраста, проводили в различных емкостях – от лососевых лотков до пластиковых бассейнов размерами 5,0 × 4,0 × 0,8 м.

Результаты исследований и их обсуждение

Сравнение средних значений морфологических показателей, представленных в таблице, свидетельствует о наличии достоверных изменений в экстерьере при выращивании в промышленных условиях:

- уменьшается относительная длина тела AD при увеличении длины хвостового стебля pl ;
- уменьшается относительная длина головы C , длина рыла R , расстояние от средней пары усиков до рта rc ;
- увеличивается ширина рыла у основания рта и усиков SRc и SRr и ширина рта SO .

Количественные признаки не изменились, кроме количества лучей в спинном плавнике, которое сократилось.

Таким образом, в условиях аквакультуры хвостовой стебель становится толще и длиннее, голова короче и шире, рот увеличивается по ширине. Схематично, без точного видового сходства с севрюгой, это отображено на рис. 1, 2. В целом обнаружена изменчивость по 10 показателям из 21, т. е. почти по 50 % исследованных признаков. Оценка изменчивости признаков по коэффициенту вариации позволяет сделать вывод о средней изменчивости рыб из исследованных выборок, поскольку C_v в основном не превышал 15 %. Самое значительное варьирование отмечено по расстоянию от конца рыла до хрящевого свода рта у северо-каспийской севрюги (22,26) и по длине хвостового стебля у аквакультурной севрюги (26,97). В целом коэффициент варьирования признаков и их экстремумы не показали никакой тенденции.

Морфологическая изменчивость при выращивании в условиях, отличающихся от природных, наблюдается у всех исследованных видов осетровых рыб. В частности, у русского осетра, выращенного в подмосковных прудах, наблюдалось увеличение показателей головы [1]. У сибирского осетра, выращенного в условиях Конаковского производственно-экспериментального отдела ВНИПРХ, отмечено уменьшение относительной длины головы, высоты хвостового стебля, антедорсального, антевентрального и антеанального расстояний, заглазничного расстояния, увеличение длины и ширины рыла у основания усиков и хрящевого свода рта, а также изменение других соотношений и уменьшение значений счетных признаков [3].

**Сравнительная морфометрическая характеристика
природной северо-каспийской и аквакультурной севрюги***

Морфометрические показатели	Средняя <i>M</i>	min	max	Стандартное отклонение σ	Коэффициент вариации $C_v, \%$	Ошибка средней <i>m</i>	Значение <i>t</i> -критерия Стьюдента	Вероятность $P <$
Соотношение частей тела к длине рыбы от конца рыла до корней средних лучей плавника, %								
<i>AA</i> – антеанальное расстояние, %	81,97	67,61	94,70	2,92	3,56	0,29	1,62	0,108
	82,98	69,75	89,66	3,31	3,98	0,60		
<i>AV</i> – антевентральное расстояние, %	68,47	63,36	83,57	2,65	3,87	0,26	1,66	0,099
	69,30	65,38	79,75	3,80	5,49	0,69		
<i>AD</i> – антедорсальное расстояние, %	76,65	72,86	86,36	1,62	2,11	0,16	2,45	0,016
	75,52	63,93	80,21	3,62	4,79	0,66		
<i>C</i> – длина головы, %	25,48	21,23	29,55	1,38	5,42	0,14	1,98	0,050
	24,81	22,50	34,32	2,38	9,59	0,43		
Соотношение частей головы к длине головы, %								
<i>R</i> – длина рыла, %	62,22	54,69	70,97	2,85	4,59	0,28	7,29	0,001
	57,45	41,72	63,67	4,02	7,00	0,34		
<i>Hc</i> – наибольшая высота головы, %	33,55	26,86	43,55	3,03	9,03	0,30	0,88	0,382
	34,12	25,17	40,17	3,39	9,94	0,62		
<i>hCo</i> – наименьшая высота головы, %	16,89	12,50	22,90	1,74	10,29	0,17	0,48	0,633
	17,07	11,72	20,81	2,05	12,00	0,37		
<i>io</i> – межглазничное пространство, %	21,69	17,43	28,24	1,72	7,95	0,17	0,74	0,459
	21,41	16,21	26,32	2,13	9,95	0,39		
<i>BC</i> – наибольшая ширина головы, %	32,73	21,18	41,94	2,89	8,83	0,28	1,19	0,235
	33,49	22,76	40,61	3,61	10,77	0,66		
<i>rr</i> – длина от конца рыла до хрящевого свода рта, %	60,08	19,44	75,48	13,38	22,26	1,32	1,23	0,221
	63,19	47,24	89,19	6,49	10,28	1,19		
<i>re</i> – длина от конца рыла до основания средней пары усиков, %	45,16	36,97	65,88	6,75	14,95	0,67	5,13	0,001
	38,19	11,50	44,08	5,82	15,24	1,06		
<i>SRc</i> – ширина рыла у основания средней пары усиков, %	18,78	13,82	28,39	2,50	13,31	0,25	3,06	0,003
	20,31	14,83	24,24	2,04	10,06	0,37		
<i>SRr</i> – ширина рыла у хрящевого свода рта, %	22,70	12,75	30,32	3,43	15,10	0,34	4,46	0,001
	25,67	18,97	29,80	2,30	8,96	0,42		
<i>SO</i> – ширина рта, %	14,27	10,00	19,68	1,84	12,91	0,19	6,64	0,001
	17,00	11,90	21,80	2,28	13,44	0,42		
<i>h</i> – наименьшая высота тела, %	2,89	2,15	3,60	0,23	8,07	0,02	4,84	0,001
	3,15	2,14	3,91	0,34	10,73	0,06		
<i>pl</i> – длина хвостового стебля, %	9,12	7,67	18,43	1,18	12,92	0,12	5,84	0,001
	11,27	1,42	14,89	3,04	26,97	0,56		
Количественные признаки, шт.								
<i>Sd</i> – число спинных жучек	12,89	11,00	16,00	1,06	8,23	0,11	1,65	0,100
	12,50	10,00	16,00	1,38	11,07	0,25		
<i>Sl</i> – число боковых жучек слева	32,62	12,00	41,00	5,87	17,99	0,58	1,03	0,305
	33,77	29,00	40,00	3,10	9,19	0,57		
<i>Sv</i> – число брюшных жучек слева	11,32	9,00	14,00	1,07	9,48	0,11	1,39	0,166
	11,67	9,00	15,00	1,52	13,00	0,28		
<i>D</i> – число лучей в спинном плавнике	46,35	10,00	65,00	6,62	14,29	0,68	4,22	0,001
	41,00	31,00	46,00	3,59	8,76	0,66		
<i>A</i> – число лучей в анальном плавнике	28,62	20,00	47,00	4,67	16,32	0,46	0,72	0,471
	27,97	23,00	34,00	2,89	10,35	0,53		

* Серым цветом выделены данные по природной севрюге, без цвета – по аквакультурной. Полу жирным шрифтом выделены достоверно различающиеся показатели, их значения критерия Стьюдента и уровня вероятности.

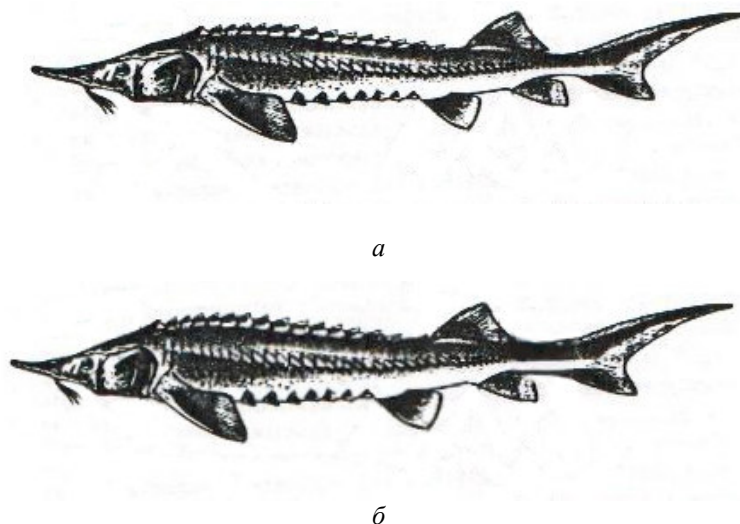


Рис. 1. Визуализация изменений экстерьера тела рыб:
a – природная рыба; *б* – аквакультурная рыба

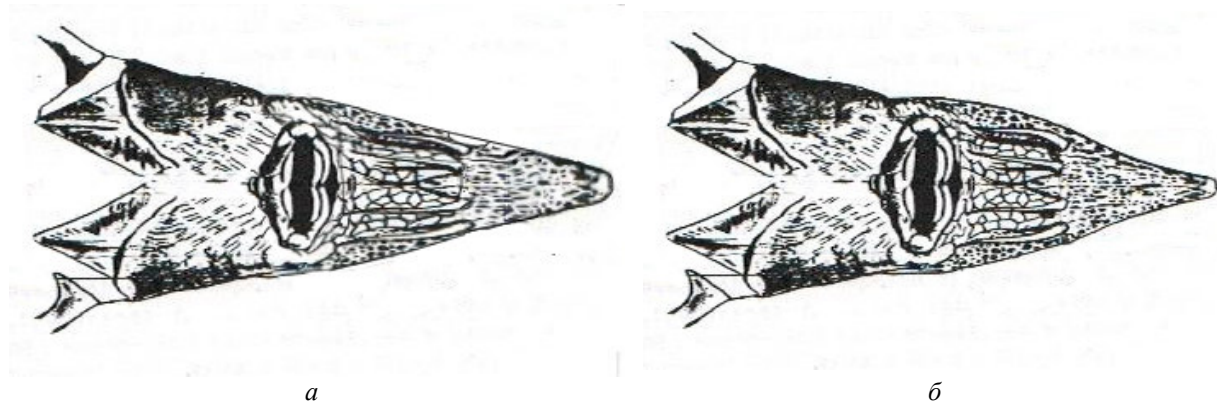


Рис. 2. Визуализация изменений головы рыб:
a – природная рыба; *б* – аквакультурная рыба

У стерляди в индустриальных условиях происходит уменьшение относительной длины головы, рыла, длины хвостового стебля и ширины перерыва нижней губы [4]. Сопоставляя изменчивость разных видов рыб, выращенных в индустриальных условиях, можно отметить уменьшение длины рыла с увеличением его ширины у севрюги, сибирского осетра и стерляди, что явно связано с изменением условий поиска пищи. Не подтвердилось ожидаемое сокращение значений количественных признаков, наблюдаемое в условиях тепловодной аквакультуры, кроме сокращения числа лучей в спинном плавнике. Остальные исследованные признаки имеют разнонаправленную изменчивость, что может быть обусловлено различными причинами.

Таким образом, сравнительные исследования выборки севрюги из природной и аквакультурной популяции показали наличие модификационной изменчивости при адаптации к искусственной среде.

В условиях коммерциализации аквакультуры и роста числа селекционных достижений среди осетровых рыб следует обратить внимание на недостаточность морфологических признаков для выделения одомашненных форм и даже пород, если они не сохраняют своей стабильности при перенесении в другие условия. Как отмечали еще Н. С. Строганов [1] и Г. В. Никольский [2], факторы природной среды изменяют морфологические показатели настолько сильно, что различия между генетически однородными группами рыб, выращенными в разных условиях, могут быть сопоставимы с различиями между таксономическими единицами. Именно это мы и отмечаем в данном случае.

Заключение

В ходе впервые проведенного сравнительного исследования выборок севрюги из природной и аквакультурной популяции, выращенной в условиях замкнутого водоснабжения, получены следующие результаты:

- показано наличие существенной модификационной изменчивости при адаптации рыб к искусственной среде;
- выявлено, что в промышленных условиях у севрюги хвостовой стебель становится толще и длиннее, голова короче и шире, рот увеличивается по ширине, количество лучей в спинном плавнике уменьшается;
- изменчивость исследованных признаков внутри групп рыб была средней по значениям коэффициента вариации и экстремумов и не позволила обнаружить никакой тенденции.

Полученные материалы будут положены в основу селекционно-племенной работы с севрюгой и позволят оценить изменчивость данного вида в процессе одомашнивания в условиях установки замкнутого водоснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Строганов Н. С.* Акклиматизация и выращивание осетровых в прудах / Н. С. Строганов. М.: Изд-во МГУ, 1968. 377 с.
2. *Никольский Г. В.* Экология рыб / Г. В. Никольский. М.: Высш. шк., 1974. 368 с.
3. *Рубан Г. И.* Морфологическая изменчивость сибирского осетра *Acipenser baeri* Brandt реки Лена в связи с выращиванием его на теплых водах / Г. И. Рубан, Л. И. Соколов // Вопросы ихтиологии. 1986. Т. 26, вып. 3. С. 470–475.
4. *Павлов А. Д.* Изменения морфологических и хозяйственно-полезных признаков у стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) при воспроизводстве в искусственных условиях (УЗВ): автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. Д. Павлов. М.: Изд-во РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2012. 24 с.
5. *Крылова В. Д.* Морфологические исследования осетровых рыб и их гибридов. Методические рекомендации / В. Д. Крылова, Л. И. Соколов. М.: ВНИРО, 1981. 49 с.
6. *Плохинский Н. А.* Биометрия / Н. А. Плохинский. М.: Изд-во МГУ, 1970. 368 с.

Статья поступила в редакцию 4.03.2015

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шишанова Елена Ивановна – Россия, 142460, поселок им. Воровского, Ногинский район, Московская область; Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства; канд. биол. наук; зам. директора по научной работе; lena-vniir@mail.ru.

Кавтаров Джавад Агузович – Россия, 143222, п/о Горетово, Можайский район, Московская область; Можайский производственно-экспериментальный рыбоводный завод; директор; mperz@mail.ru.



E. I. Shishanova, D. A. Kavtarov

**COMPARATIVE MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION
OF STELLATE STURGEON (*ACIPENSER STELLATUS* PALL.)
FROM NATURAL AND AQUACULTURAL POPULATIONS**

Abstract. Morphometric studies are the basic ones at the beginning of the work on domestication of new fish species. The main aim of this work was to compare morphological variability of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pall.) reared in the recirculating aquaculture system and natural North-Caspian one for valuation of the influence of the industrial conditions on its morphotype. First, we compared 103 specimens of adult North-Caspian stellate sturgeon and 50 specimens of cultural Volga

stellate sturgeon reared at Mozhaysky industrial-experimental fish farm. 21 morphometrical parameters were investigated and significant variability of 50 % features was observed. It was found that in conditions of the recirculating aquaculture system the fish tail stem became thicker and longer, the head became shorter and wider and the mouth increased in width. The comparison of variability of different species of fishes reared in the industrial conditions showed that stellate sturgeon as well as Siberian sturgeon, Russian sturgeon and sterlet have shorter but wider nose that is connected with the changes of nutrition conditions. In warm-water aquaculture the expected reduction of all the indices of quantitative features, except falling of number of the rays in dorsal fin, was absent. The variability of the studied characteristics in fish groups was moderate on the indices of variation and extremes and did not show any tendency. These data will be used in the base of selective work with stellate sturgeon and allow to value the variability of the species in the process of domestication in the recirculating aquaculture system.

Key words: stellate sturgeon, morphometrical features, variability, environmental conditions, natural stellate sturgeon, aquacultural stellate sturgeon.

REFERENCES

1. Stroganov N. S. *Akklimatizatsiia i vyrashchivanie osetrovyykh v prудakh* [Acclimatization and breeding of sturgeon in ponds]. Moscow, Izd-vo MGU, 1968. 377 p.
2. Nikol'skii G. V. *Ekologiya ryb* [Fish ecology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1974. 368 p.
3. Ruban G. I., Sokolov L. I. Morfologicheskaya izmenchivost' sibirskogo osetra *Acipenser baeri* Brandt reki Lena v svyazi s vyrashchivaniem ego na teplykh vodakh [Morphological variability of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) of the Lena River due to its rearing in warm waters]. *Voprosy ikhtiologii*, 1986, vol. 26, iss. 3, pp. 470–475.
4. Pavlov A. D. *Izmeneniya morfologicheskikh i khoziaistvenno-poleznykh priznakov u sterliadi (Acipenser ruthenus L.) pri vosproizvodstve v iskusstvennykh usloviyakh (UZV)*. Avtoreferat dis. kand. biol. nauk [Variations of morphological and economically useful parameters of sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) at reproduction in the artificial conditions. Abstract of dis. cand. biol. sci.]. Moscow, Izd-vo RGAU – MSKHA im. K. A. Timiriazeva, 2012. 24 p.
5. Krylova V. D., L. I. Sokolov. *Morfologicheskie issledovaniya osetrovyykh ryb i ikh gibridov. Metodicheskie rekomendatsii* [Morphological studies of sturgeon and their hybrids. Methodical recommendations]. Moscow, VNIRO, 1981. 49 p.
6. Plokhinskii N. A. *Biometriya* [Biometry]. Moscow, Izd-vo MGU, 1970. 368 p.

The article submitted to the editors 4.03.2015

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shishanova Elena Ivanovna – Russia, 142460, Village named after Vorovskiy, Noginsk region, Moscow region; All-Russian Scientific Research Institute of Irrigation Fish Breeding; Candidate of Biology; Deputy Director for Scientific Work; lena-vniir@mail.ru.

Kavtarov Djavad Adukhovich – Russia, 143222, Goretovo, Mozhaysk region, Moscow region; Mozhaysk Industrial-Experimental Fish-farming Plant; Director; mperz@mail.ru.

