

УДК 597·553·1(262·81)
ББК 28·693·32

Д. А. Устарбекова

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСТЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
АНЧОУСОВИДНОЙ КИЛЬКИ
CLUPEONELLA ENGRANLIFORMIS (BORODIN, 1904)
КАСПИЙСКОГО МОРЯ¹**

D. A. Ustarbekova

**VARIABILITY OF OSTEOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF ANCHOVY KILKA *CLUPEONELLA ENGRANLIFORMIS* (BORODIN, 1904)
OF THE CASPIAN SEA**

За последние 50 лет общее среднее количество позвонков анчоусовидной кильки уменьшилось, что связано с изменением термического режима Каспия. В результате кластерного анализа 16 выборок анчоусовидной кильки по промерам разных отделов позвоночного столба обнаружено четкое распределение выборок, приуроченных к восточной части Среднего Каспия, западной части Южного Каспия, восточной части Южного Каспия.

Ключевые слова: Каспийское море, анчоусовидная килька, остеология, изменчивость, популяция, кластерный анализ.

Over the last 50 years the general average number of vertebrae of anchovy kilka has decreased that is connected with the change of thermal mode of the Caspian Sea. As the result of the cluster analysis of 16 samplings of anchovy kilka by measurements of different sections of spine accurate distribution of samplings confined to the eastern part of the Middle Caspian, the western part of the South Caspian, the eastern part of the South Caspian is revealed.

Key words: the Caspian Sea, anchovy kilka, osteology, variability, population, cluster analysis.

Введение

Число позвонков у рыб представляет собой важный систематический признак, тесно связанный со структурным планом организма и особенно полезный при выделении таксонов низших рангов и выяснении филогенетических планов между ними [1–4].

Вполне понятен интерес ихтиологов к этому признаку, закономерностям его географической и экологической изменчивости. Знание подобных закономерностей позволит эффективнее использовать число позвонков в систематике рыб, вычленив экофенотипические эффекты из совокупности различий между сравниваемыми формами. Вариации осевого скелета рыб представляют большой интерес и с общеэволюционных позиций, а также для изучения процессов индивидуального развития и метаболизма [4, 5].

Постановка задачи

Конкретной задачей исследований являлась оценка изменений в остеологических параметрах популяций анчоусовидной кильки, испытывающей воздействие вида-вселенца гребневика-мнемиопсиса и ряда других факторов (колебания уровня моря, антропогенное загрязнение). Подробные остеологические исследования анчоусовидной кильки Каспийского моря проводятся впервые, а имеющиеся литературные данные очень скудны и отрывочны.

Материал и методы исследований

Материал для исследований собирали в 2003–2010 гг. в 16 районах Каспийского моря (рис. 1). Всего исследовано 1 218 особей.

Проводился подсчет общего числа позвонков, просчеты и промеры разных отделов позвоночного столба (туловищный, переходный и хвостовой) [6, 7]. Последний нестандартный позвонок с гипуралиями считали как один полный (рис. 2). Коэффициент подвидового различия

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №12-04-00306а.

в морфологических, краниологических и остеологических признаках определяли по формуле $CD = (M_1 - M_2) : \sigma_1 + \sigma_2$. Показателем подвидового различия принята величина этого коэффициента, равная 1,28 и более [8].

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартных методов ($M \pm m$, tst). Использовали пакеты статистических программ STATISTIKA (версия 5; 6).

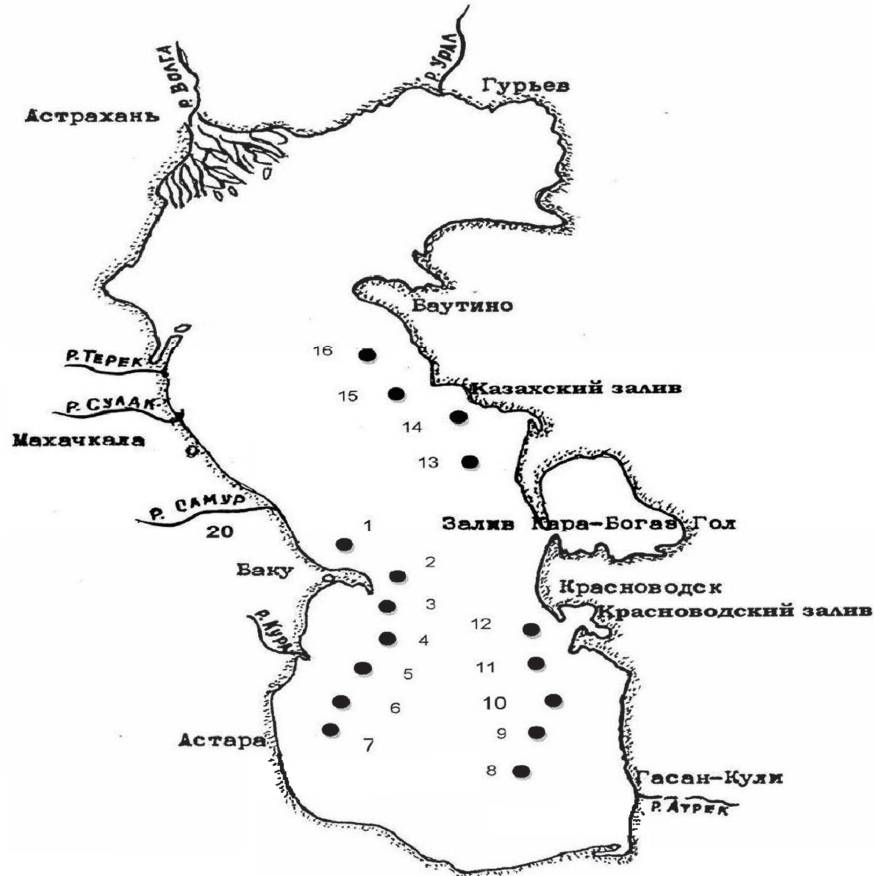


Рис. 1. Карта-схема районов исследований: 1 – банка Апшеронская; 2 – о. Жилой; 3 – о. Нефтяные Камни; 4 – банка Андреева; 5 – о. Корнилова-Павлова; 6 – банка Калмычкова; 7 – банка Борисова; 8 – банка Грязный Вулкан; 9 – банка Ульского; 10 – район Туркменского залива; 11 – банка Жданова; 12 – район Красноводского залива; 13 – м. Адамташ; 14 – район Казахского залива; 15 – м. Ракушечный; 16 – м. Песчаный

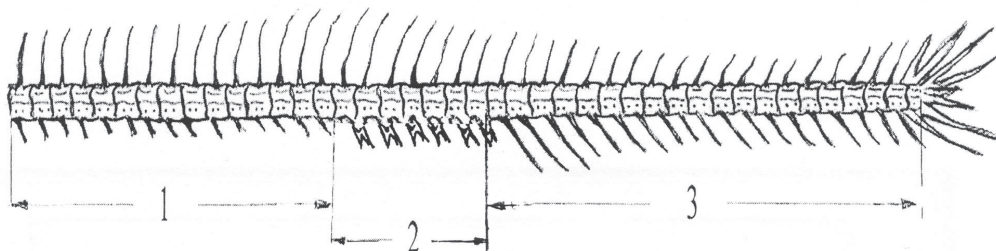


Рис. 2. Схема строения позвоночника анчоусовидной кильки: 1 – туловищный отдел; 2 – переходный отдел; 3 – хвостовой отдел

Результаты исследований

При рассмотрении счетных признаков у анчоусовидной кильки из 16-ти районов западной и восточной частей Каспийского моря отмечено, что число позвонков в туловищном отделе позвончника в среднем составило 15,4 с колебаниями 10–19; в переходном отделе позвончника – в среднем 5,7 с колебаниями 4–8; в хвостовом отделе позвончника – в среднем 18,5 с колебаниями 15–21 и общее среднее число позвонков – 39,5 с колебаниями 33–47 (чаще всего – 37–42).

Общее количество позвонков у анчоусовидной кильки составило 44–47 [1], 44–47 (46,07), в хвостовом отделе – 25–28 (26,52) [9], 44–47 (46,1) [10].

Общее количество позвонков при сравнении с данными 50-летней давности [11] у анчоусовидной кильки уменьшилось на 12,1 %. Отметим, что длина тела (по Смитту) у современных рыб увеличилась на 8,8 %. Эти изменения объясняются тем, что личиночный период у современных рыб сдвинулся на более поздний срок из-за повышения температуры морской воды по сравнению с периодом, во время которого были проведены исследования Маиляна [11] (табл. 1).

Таблица 1

Район исследований	Длина рыбы (по Смитту), Маилян, 1959	Длина рыбы (по Смитту), наши данные, 2008	Общее количество позвонков, Маилян, 1959	Общее количество позвонков, наши данные, 2008
Мыс Песчаный	111,1 ± 0,16	118,1 ± 0,50	43,9 ± 0,23	40,3 ± 0,26
Район Красноводского залива	96,2 ± 1,06	114,9 ± 0,46	44,9 ± 0,17	37,4 ± 0,24
Банка Борисова	107,5 ± 0,72	113,0 ± 0,62	44,7 ± 0,15	39,1 ± 0,10

Остеологический анализ изменчивости некоторых параметров позвоночного столба анчоусовидной кильки из различных районов Каспийского моря и подсчет индексов длины позвонков из различных отделов позвончника позволил сделать некоторые выводы на основе данных табл. 2.

Таблица 2

Изменчивость некоторых остеологических параметров анчоусовидной кильки Каспийского моря

Район исследований (выборка)	Показатель	Туловищный отдел		Переходный отдел		Хвостовой отдел		Общее число позвонков	
		Число выборок	%	Число выборок	%	Число выборок	%	Число выборок	%
Мыс Ракушечный	а	8	50	3	18,75	9	56,25	3	18,75
	б	11	68,75	7	43,75	3	18,75		–
Район Казахского залива	а	10	62,5	2	12,5	2	12,5	5	31,25
	б	10	62,5	9	56,25	5	31,25		–
Остров Песчаный	а	9	56,25	1	6,25	4	25	6	37,5
	б	10	62,5	7	43,75	2	12,5		–
Остров Нефтяные Камни	а	6	37,5	1	6,25	4	25	4	25
	б	10	62,5	8	50	2	12,5		–
Банка Ульского	а	4	25	1	6,25	4	25	5	31,25
	б	5	31,25	9	56,25	4	25		–
Банка Грязный Вулкан	а	7	43,75	2	12,5	3	18,75	4	25
	б	2	12,5	2	12,5	7	43,75		–
Район Туркменского залива	а	5	31,25	1	6,25	1	6,25	2	12,5
	б	1	6,25	6	37,5	7	43,75		–
Банка Жданова	а	7	43,75	3	18,7	5	31,25	7	43,75
	б	7	43,75	7	43,7	7	43,75		–
Район Красноводского залива	а	5	31,25	7	43,7	3	18,75		–
	б	3	18,75	7	43,7	7	43,75		–
Мыс Адамташ	а	5	31,25		–	4	25	6	37,5
	б	6	37,5	6	37,5	4	25		–
Банка Апшеронская	а	6	37,5	1	6,25	2	12,5	4	25
	б	3	18,75		–		–		–
Банка Андреева	а	5	31,25		–	5	31,25	2	12,5
	б	2	12,5	1	6,25		–		–

Примечание: а – число выборок по достоверной изменчивости количества позвонков; б – число выборок по достоверной изменчивости индексов длины позвонков.

Анчоусовидная килька в различных районах моря в значительной степени неоднородна, что выражается в изменчивости морфологических признаков. Из 16-ти выборок килек достоверные различия отмечены в 12-ти выборках. Сравнительный анализ количества туловищных, переходных и хвостовых позвонков показал следующее. Наибольшая изменчивость по числу туловищных позвонков наблюдалась у особей акватории м. Ракушечный (68 % выборок), Казахского залива и о. Нефтяные Камни – по 62 %, наименьшая изменчивость – у рыбок из Туркменского залива (6 % выборок). Изменчивость числа позвонков в переходном отделе выше у килек из района Красноводского залива (43 %). В хвостовом отделе наибольшая изменчивость наблюдалась у килек акватории банки Жданова и Казахского залива (по 31 %). Анализ изменений общего количества позвонков в позвоночном столбе показал достоверные изменения у выборок анчоусовидной кильки из акватории банки Жданова (43 %) и о. Песчаного (37 %).

По изменению индекса длины позвонков наибольшую изменчивость показали: туловищный отдел позвоночника – выборки рыб из Казахского залива и акватории о. Нефтяные Камни (по 62 %), переходный отдел – выборки рыб из Казахского залива (56 %) и о. Нефтяные Камни (50 %), хвостовой отдел – рыбы акватории банки Грязный Вулкан и Туркменского залива (по 43 %).

Все данные по остеологической изменчивости позвоночного столба анчоусовидной кильки, приведенные в табл. 2, являются статистически достоверными.

Кластерный анализ промеров разных отделов позвоночного столба 16-ти выборок анчоусовидной кильки выявил четкое распределение выборок, приуроченных к разным районам Каспийского моря. Выделяются следующие совокупности анчоусовидной кильки: 1) восточной части Среднего Каспия; 2) западной части Южного Каспия; 3) восточной части Южного Каспия (рис. 3).

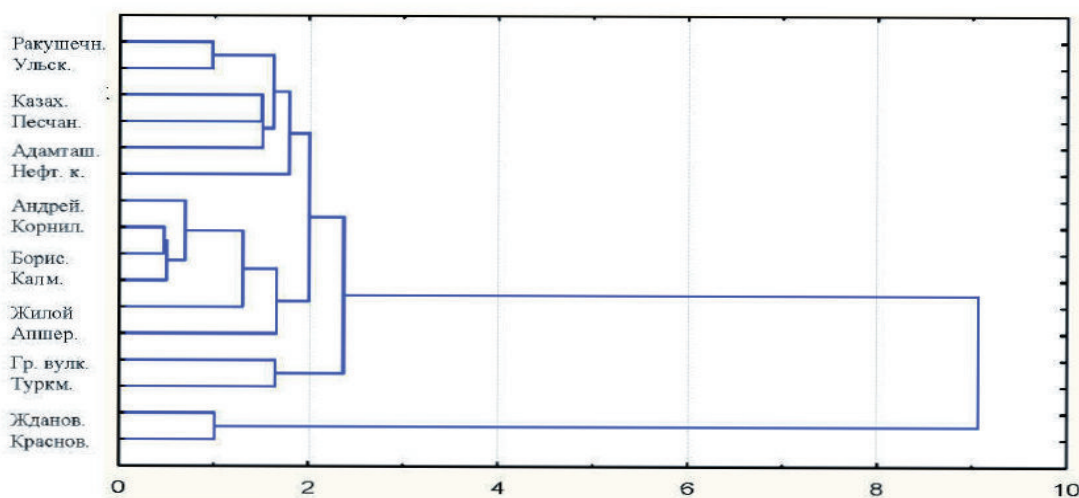


Рис. 3. Кластерный анализ 16 выборок анчоусовидной кильки по индексам длины разных отделов позвоночного столба

При распределении 16-ти выборок анчоусовидной кильки на плоскости 2 главных компонент по относительной длине туловищного, переходного и хвостового отделов позвоночного столба выборки распределились следующим образом. В одной группе оказались выборки из восточной части Западного Каспия (м. Ракушечный, м. Песчаный, район Казахского залива, м. Адамташ); другая группа образована выборками из западной части Южного Каспия (банка Андреева, банка Борисова, о. Корнилова-Павлова, банка Калмычкова); в третью группу вошли выборки из восточной части Южного Каспия (банка Ульского, банка Грязный Вулкан, банка Жданова, районы Туркменского и Красноводского заливов). Отдельно объединились выборки о. Нефтяные Камни, банки Апшеронская и о. Жилой (рис. 4).

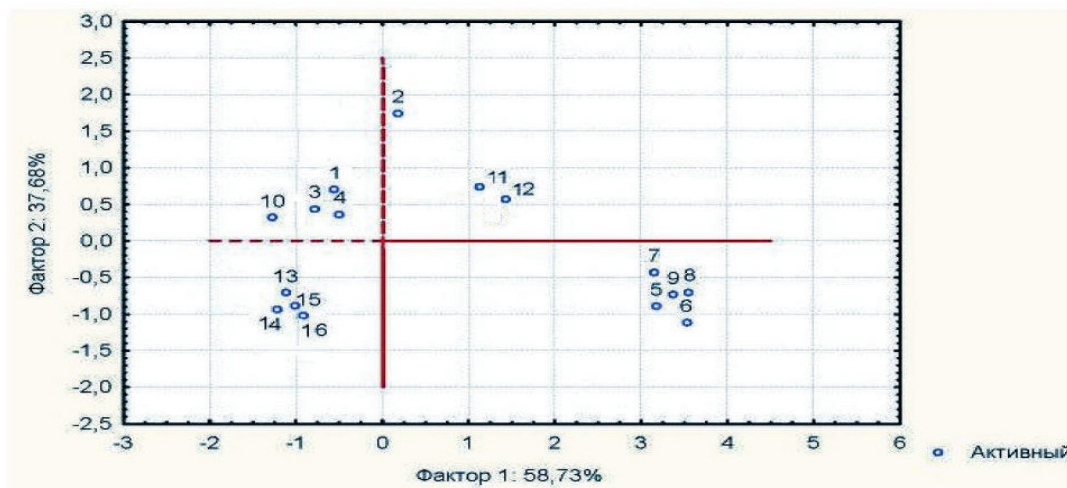


Рис. 4. Распределение на плоскости 2 главных компонент 16 выборок анчоусовидной кильки по индексам длины разных отделов позвоночного столба: 1 – м. Ракушечный; 2 – о. Нефтяные Камни; 3 – м. Песчаный; 4 – район Казахского залива; 5 – банка Ульского; 6 – банка Грязный Вулкан; 7 – район Туркменского залива; 8 – банка Жданова; 9 – район Красноводского залива; 10 – м. Адамташ; 11 – банка Апшеронская; 12 – о. Жилой; 13 – банка Андреева; 14 – о. Корнилова-Павлова; 15 – банка Калмычкова; 16 – банка Борисова

Выборка анчоусовидной кильки м. Ракушечный отличается наименьшим числом хвостовых позвонков ($17,2 \pm 0,18$), наибольшей длиной туловищных позвонков ($39,7 \pm 0,18$) по отношению к общей длине позвонков.

Выборка анчоусовидной кильки района Красноводского залива отличается наименьшим числом ($5,1 \pm 0,07$) переходных позвонков.

Выборка анчоусовидной кильки банки Жданова отличается наименьшим числом туловищных ($13,7 \pm 0,11$) позвонков, наибольшей длиной ($51,0 \pm 0,32$) хвостовых и наименьшей длиной туловищных ($34,65 \pm 0,33$) позвонков по отношению к общей длине позвонков.

Выборка анчоусовидной кильки м. Адамташ отличается наибольшим числом туловищных ($17,2 \pm 0,19$), хвостовых ($19,2 \pm 0,09$) и общим числом ($42,6 \pm 0,59$) позвонков, наименьшей длиной ($13,0 \pm 0,16$) переходных позвонков по отношению к общей длине позвонков.

Выборка анчоусовидной кильки банки Апшеронской отличается наименьшей длиной ($46,2 \pm 0,21$) хвостовых позвонков по отношению к общей длине позвонков.

Выборка анчоусовидной кильки о. Корнилова-Павлова отличается наибольшим числом ($6,1 \pm 0,09$) и наибольшей длиной ($17,2 \pm 0,18$) переходных позвонков по отношению к общей длине позвоночника.

Выборка анчоусовидной кильки банки Борисова отличается наибольшей общей длиной ($79,31 \pm 0,16$) позвоночника.

Таким образом, по 8-ми остеологическим признакам анчоусовидной кильки отличительные признаки выявлены у 7-ми из 16-ти исследованных выборок.

При рассмотрении изменчивости остеологических признаков по коэффициенту вариации наибольшая изменчивость отмечена у следующих выборок анчоусовидной кильки:

- в количестве туловищных ($15,05$) и в общем числе позвонков ($6,37$) – банка Ульского;
- в количестве позвонков в переходном отделе позвоночника ($17,07$) и в длине общего числа позвонков ($9,09$) – о. Нефтяные Камни;
- в количестве позвонков в хвостовом отделе позвоночника – м. Ракушечный ($7,17$);
- длина туловищных, переходных и хвостовых позвонков, в % к длине позвоночника ($11,81$; $18,0$; $8,19$) – район Туркменского залива.

При рассмотрении по формуле Майера 8-ми остеологических признаков 16-ти выборок анчоусовидной кильки между отдельными выборками анчоусовидной кильки по некоторым индексам выявлены коэффициенты различия, превышающие формально подвидовой уровень $CD = 1,28$:

- при сравнении числа туловищных позвонков выборки м. Ракушечный с выборками банки Жданова –1,38; о. Жилой – 1,41; выборки банки Жданова с выборкой м. Адамташ – 1,41; – при сравнении числа хвостовых позвонков выборки о. Нефтяные Камни с выборкой м. Адамташ – 1,95;
- при сравнении длины туловищных позвонков относительно к общей длине позвоночника выборки м. Ракушечного с выборкой банки Жданова – 1,36;
- при сравнении длины переходных позвонков по отношению к общей длине позвонков выборки района Казахского залива с выборкой банки Апшеронская – 1,28; выборки о. Нефтяные Камни с выборкой банки Борисова – 1,29;
- при сравнении длины хвостовых позвонков по отношению к общей длине позвонков выборки банки Жданова с выборкой, м. Адамташ – 1,34 и о. Корнилова-Павлова –1,71.

Заключение

Таким образом, нами установлено, что в настоящее время наблюдается тенденция к уменьшению количества позвонков у анчоусовидной кильки Каспийского моря по сравнению с 50-ми гг. XX столетия. Это, возможно, связано со значительными экологическими изменениями, произошедшими на Каспии.

В кластерном анализе 16-ти выборок анчоусовидной кильки по остеологическим пластическим признакам по отношению к общей длине позвоночника наблюдается четкое распределение выборок по географической расположенности и выделяются три компактные группы:

- 1) северо-восточная часть Среднего Каспия;
- 2) западная часть Южного Каспия;
- 3) восточная часть Южного Каспия.

При распределении 16-ти выборок анчоусовидной кильки на плоскости 2 главных компонент по относительной длине туловищного, переходного и хвостового отделов позвоночного столба выборки распределились следующим образом. В одной группе оказались выборки из восточной части Западного Каспия (м. Ракушечный, м. Песчаный, район Казахского залива, м. Адамташ); другая группа образована выборками из западной части Южного Каспия (банка Андреева, банка Борисова, о. Корнилова-Павлова, банка Калмычкова); в третью группу вошли выборки из восточной части Южного Каспия (банка Ульского, банка Грязный Вулкан, банка Жданова, районы Туркменского и Красноводского заливов). Отдельно объединились следующие выборки: о. Нефтяные Камни, банка Апшеронская и о. Жилой.

При рассмотрении изменчивости остеологических признаков по коэффициенту вариации наибольшее значение этого признака отмечено у выборок анчоусовидной кильки: в количестве туловищных и в общем числе позвонков – банка Ульского, в количестве позвонков в переходном отделе позвоночника и в длине общего числа позвонков – о. Нефтяные Камни, в количестве позвонков в хвостовом отделе позвоночника – м. Ракушечный; длина туловищных, переходных и хвостовых позвонков, в % к длине позвоночника, – район Туркменского залива.

Отмечены отличительные признаки, свойственные отдельным выборкам. Так, при рассмотрении 8-ми остеологических признаков анчоусовидной кильки отличительные признаки выявлены у 7-ми из 16-ти выборок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л. С. Берг. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Ч. I. 466 с.
2. Душкина Л. А. Биология морских сельдей в раннем онтогенезе / Л. А. Душкина. М.: Наука, 1988. 192 с.
3. Dunn J. R. The utility of developmental osteology in taxonomic and systematic studies of teleost larvae a review / J. R. Dunn // NOAA Techn. Rept. NMFS Circular 450. 1983. P. 1–19.
4. Howes G. J. The phylogenetic position of the Yugoslavian cyprinid fish genus *Aulopyge* Heckel, 1841, with an appraisal of the genus *Barbus* Cuvier et Cloquet, 1816 and the Subfamily Cyprininae // Bull. Brit. Museum (Natur. Hist.) Zool. 1987. Vol. 52, N 5, pp. 165–196.
5. Lindsey C. C. Pleomerism, the widespread tendency among related fish species for vertebral number to be correlated with maximum body length. // J. Fish. Res. Board Can. 1975. Vol. 32, N 12. P. 2453–2469.
6. Яковлев В. Н. Фенетический метод исследования популяций карповых рыб / В. Н. Яковлев, Ю. Г. Изюмов, А. Н. Касьянов // Биологические науки. 1981. Т. 2. С. 78–101.
7. Устарбеков А. К. Некоторые вопросы методики исследования популяционной структуры рыб / А. К. Устарбеков // Вестн. Дагестан. науч. центра. 1998. № 2. С. 53–58.

8. Майр Э. Методы и принципы зоологической систематики / Э. Майр, Э. Линсли, Р. Юзингер. М.: Изд-во иностр. лит., 1956. 352 с.
9. Световидов А. Н. Фауна СССР. Сельдевые (Clupeidae) / А. Н. Световидов. М.; Л., Изд-во АН СССР, 1952. Т. 2, вып. 1. 331 с.
10. Казанчев Е. Н. Рыбы Каспийского моря (определитель) / Е. Н. Казанчев. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 167 с.
11. Маилян Р. А. О существовании локальных стад у анчоусовидной кильки *Clupeonella engrauliformis*. (Borodin) / Р. А. Маилян // Вопросы ихтиологии. 1961. Т. 1, вып. 3 (20). С. 403–411.

REFERENCES

1. Berg L. S. *Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran* [Freshwater fishes of the USSR and the joint states]. Moscow; Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1948. Part I. 466 p.
2. Dushkina L. A. *Biologiya morskikh sel'dei v rannem ontogeneze* [Biology of sea herring at the early ontogenesis]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 192 p.
3. Dunn J. R. The utility of developmental osteology in taxonomic and systematic studies of teleost larvae a review. *NOAA Techn. Rept. NMFS Circular 450*, 1983, pp. 1–19.
4. Howes G. J. The phylogenetic position of the Yugoslavian cyprinid fish genus *Aulopyge* Heckel, 1841, with an appraisal of the genus *Barbus* Cuvier et Cloquet, 1816 and the Subfamily Cyprininae. *Bull. Brit. Museum (Natur. Hist.) Zool.*, 1987, vol. 52, no. 5, pp. 165–196.
5. Lindsey C. C. Pleomerism, the widespread tendency among related fish species for vertebral number to be correlated with maximum body length. *J. Fish. Res. Board Can.*, 1975, vol. 32, no. 12, pp. 2453–2469.
6. Iakovlev V. N., Iziumov Iu. G., Kas'ianov A. N. Feneticheskii metod issledovaniia populiatsii karpovykh ryb [Phenetic method of studying the carp population]. *Biologicheskie nauki*, 1981, vol. 2, pp. 78–101.
7. Ustarbekov A. K. Nekotorye voprosy metodiki issledovaniia populiatsionnoi struktury ryb [Some questions on the methods of studying the fish population structure]. *Vestnik Dagestanskogo nauchnogo tsentra*, 1998, no. 2, pp. 53–58.
8. Mair E., Linsli E., Iuzinger R. *Metody i printsipy zoologicheskoi sistematiki* [Methods and principles of zoological systematics]. Moscow, Izd-vo inostrannoi literatury, 1956. 352 p.
9. Svetovidov A. N. *Fauna SSSR. Sel'devye* [Herrings (Clupeidae)]. Moscow; Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1952. Vol. 2, iss. 1. 331 p.
10. Kazanchev E. N. *Ryby Kaspiiskogo moria (opredelitel')* [Caspian fishes (determinant)]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1981. 167 p.
11. Mailian R. A. O sushchestvovanii lokal'nykh stad u anchousovidnoi kil'ki *Clupeonella engrauliformis*. (Borodin) [On the existence of local stocks of anchovy kilka *Clupeonella engrauliformis*]. *Voprosy ikhtiologii*, 1961, vol. 1, iss. 3 (20), pp. 403–411.

Статья поступила в редакцию 14.06.2013

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Устарбекова Джамия Анварбековна – Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук, Махачкала; канд. биол. наук; научный сотрудник лаборатории ихтиологии; Ustdja@mail.ru.

Ustarbekova Dzhamilya Anvarbekovna – Near-Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Makhachkala; Candidate of Biological Sciences; Scientist of the Laboratory of Ichthyology; Ustdja@mail.ru.