

УДК 597.5; 591.471.31  
DOI: 10.23885/2500-0640-2017-3-4-93-100

**СРАВНИТЕЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧЕШУИ  
ЧЕРНОМОРСКИХ КЕФАЛЕЙ (MUGILIDAE) –  
ЛОБАНА *MUGIL CEPHALUS*, СИНГИЛЯ *LIZA AURATA*  
И ПИЛЕНГАСА *L. HAEMATOCHEILUS***

© 2017 г. А.В. Старцев<sup>1,2</sup>, А.В. Назаренко<sup>1</sup>, А.Ю. Карасева<sup>2</sup>, В.А. Бутова<sup>2</sup>

**Аннотация.** В статье представлен сравнительно-морфологический анализ чешуи рыб семейства кефалевых – лобана, сингиля и дальневосточной кефали пиленгаса, акклиматизированной в Азово-Черноморском бассейне. Выявлены межвидовые морфологические различия по целому ряду признаков. Дано описание конфигурации, структуры и рельефа чешуйной пластины, наличия и формы ктений, расположения склеритов, радиальных лучей и других таксономически значимых элементов архитектуры чешуи.

Основные межвидовые различия ктеноидной чешуи касаются конфигурации и топографии ктений. У лобана, в отличие от двух других видов, на краниальном поле чешуи имеются две хорошо выраженные лопасти, а на каудальном поле присутствуют не налегающие цельные ктении – длинные зубья с тупыми краями. Конфигурация чешуи сингиля пятиугольная с плоским основанием краниального края и округлым каудальным полем; ктении выглядят как ромбические пластинки с небольшими выступающими шипами, напоминающими мелкую терку. У пиленгаса краниальный край чешуи имеет ровные плечи и волнистый центр, снабжен радиальными лучами и фестонами; центр смещен к каудальному краю, поэтому края дорсального и вентрального полей вытянуты и выпрямлены; каудальный край округлый; ктении в форме клыка хорошо выражены и сближены между собой.

Выделены морфотипы чешуи пиленгаса в зависимости от топографии. Основные различия между ними заключаются в наличии или отсутствии ктений, отношении поперечного и продольного диаметров, площади каудального поля чешуи.

Полученные данные о рельефе чешуи кефалей позволят проводить их видовую идентификацию по сохранившимся фрагментам чешуйного покрова, необходимую при изучении экологии, питания рыб, рыбоядных птиц и млекопитающих, а также для решения задач судебно-биологической экспертизы.

**Ключевые слова:** кефали, чешуя, краниальное и каудальное поля, склериты, радиальные лучи, ктении, морфотипы чешуи.

**COMPARATIVE MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE FISH SCALES  
OF BLACK SEA MULLET (MUGILIDAE) – STRIPED MULLET *MUGIL CEPHALUS*,  
GOLDEN MULLET *LIZA AURATA* AND HAARDER *L. HAEMATOCHEILUS***

A.V. Startsev<sup>1,2</sup>, A.V. Nazarenko<sup>1</sup>, A.Yu. Karaseva<sup>2</sup>, V.A. Butova<sup>2</sup>

**Abstract.** Morphological comparison analysis of fish scales of mullets family such as striped mullet, golden mullet and Far Eastern mullet haarder that acclimatized themselves in the Sea of Azov and the Black Sea basin is presented in the article. A number of signs are identified, according to which the morphological interspecies differences are revealed. Descriptions of constitution features, structure and relief of the scales, presence and shape of the ctenii, location of sclerites and radial rays and other scale structure elements that can help to solve taxonomic tasks are also given in the paper.

<sup>1</sup> Южный научный центр Российской академии наук (Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: star847@mail.ru

<sup>2</sup> Донской государственный технический университет (Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

The main ctenii scales interspecies differences are in the localization and the topography of ctenii. Unlike others the striped mullet scale has two well-defined blades on cranial area, while the non-tight complete ctenii shaped like long teeth with blunt edges are on the caudal area. The geometry of the golden mullet scale represents a pentagonal section with flat root of cranial edge and roundish caudal area; its ctenii look like rhombic plates with protruding spikes which resemble a small grater. The cranial edge of the haarder scale has smooth shoulder and flamboyant center with radial rays and festoons; its center is shifted to caudal edge, for this reason the edges of dorsal and ventral areas are prolated and sraightened; its caudal edge is roundish; its fang shaped ctenii are well-defined and are close to one another.

The topography dependences of the haarder scales morphotypes are highlighted in the article. The main differences involve presence or absent of ctenii, ratio of the transverse diameter to the longitudinal diameter, caudal area size of the scales.

The obtained data of scales of the mullets family allows to identify their species using remaining fragments of scale covering, which can be useful in many researches such as ecology, fish nutrition, piscivorous birds and animals studies, and also at solving forensic biological examination problems.

**Keywords:** mullets, fish scales, cranial and caudal areas, sclerites, radial rays, ctenii, fish scales morphotypes.

## ВВЕДЕНИЕ

Чешуйный покров и чешуя у ныне живущих и ископаемых костистых рыб служат регистрирующей структурой, заключая в себе большой объем разнообразной информации, и являются важным объектом ихтиологических исследований. По чешуе определяется возраст рыб, исчисляется линейный и весовой темпы роста, познаются особенности экологии [1–4]. Информация, получаемая при исследовании чешуи, выходит далеко за пределы ихтиологической тематики и попадает в сферы интересов смежных областей науки – экологии, палеонтологии, геологии, функциональной морфологии и др. [5].

Морфологию чешуи современных костистых рыб в настоящее время мало используют в таксономических исследованиях. Обычно в работах по систематике костистых рыб учитывают тип чешуи – циклоидная, каудальный край которой гладкий, или ктеноидная, с зубчиками на выступающей наружу стороне. Среди меристических признаков определяют число вертикальных рядов и количество чешуй в продольном ряду, причем отдельно указывают число чешуй, прободенных порами боковой линии. Морфологическое описание самой чешуи, как правило, опускают. Вместе с тем особенности архитектоники чешуи, ее конфигурация, структура, рельеф, наличие и форма ктений, расположение склеритов, радиальных лучей и других элементов в строении чешуи могут помочь решать таксономические задачи. Современные методы исследований с использованием 3D лазерных сканирующих микроскопов и мощных оптических микроскопов с

фотонасадками способствуют созданию таких иллюстраций, которые дают представление о широком полиморфизме строения рельефа чешуи костистых рыб и возможность их видовой диагностики по чешуе [6].

На наш взгляд, для диагностики кефалевых, помимо прочих признаков, достаточно ценными представляются морфологические особенности их чешуи, особенно в тех случаях, когда для исследования (трофические связи, биологическая экспертиза, палеонтология, таксономия) доступны лишь сохранившиеся фрагменты чешуйчатого покрова.

Для представителей семейства Mugilidae характерно отсутствие боковой линии обычного для большинства рыб среднелатерального расположения, наличие как циклоидной чешуи на голове, так и ктеноидной, покрывающей тело. Сейсмодатчик у этих рыб представлена чешуйками с желобками, разбросанными по разным участкам тела. Само наличие и количество таких желобков на прободенной чешуе является систематическим признаком. Также при решении таксономических задач отмечают площадь чешуйного покрова головы кефалевых рыб [7]. Вместе с тем видоспецифичность строения чешуи у кефалевых остается малоизученной, особенно в плане таксономической диагностики и топографической вариабельности чешуйного покрова в зависимости положения на теле рыбы.

В связи с этим цель настоящей работы состоит в выявлении таксономически значимых структур рельефа поверхности чешуи трех видов кефалей, позволяющих достоверно различать их по чешуе, а также в морфологическом анализе строения чешуи на разных участках тела (на примере пиленгаса).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Нами была исследована ктеноидная чешуя трех видов семейства кефалевых Азово-Черноморского бассейна – аборигенных лобана *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, сингиля *Liza aurata* (Risso, 1810) и акклиматизированного здесь представителя дальневосточных кефалей – пиленгаса *Liza haematocheilus* (Temminck et Schlegel, 1845).

Отбор и подготовку чешуйного материала проводили стандартным методом. Сбор чешуи в чешуйные книжки был проведен в период с 2010 по 2015 г. в Таганрогском заливе Азовского моря. Для межвидового сравнительно-морфологического анализа чешую в количестве 6–8 шт. брали с каждой стороны среднелатерального участка тела, для топографического анализа (на примере пиленгаса) по 2–3 шт. с каждого исследуемого сегмента. Всего в исследовании было использовано по 2 экз. лобана и сингиля и 3 экз. пиленгаса.

Чешую промывали в слабом растворе аммиака, подсушивали и зажимали между двумя предметными стеклами. При сборе материала из каждой пробы выбирали образец с наиболее ясной структурой и неповрежденной центральной зоной.

Исследования поверхности чешуи выполняли на 3D лазерном сканирующем микроскопе KEYENCE VK-9700 Generation II и стереоскопическом микроскопе МБС-10, в последнем случае препараты фотографировали с помощью цифровой камеры MYScore 320M CCD.

Некоторые данные по архитектонике чешуи кефалевых рыб были нами обобщены ранее [8; 9].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Лобан *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758

Центр чешуи лобана немного смещен вниз. Продольный и поперечный диаметры чешуи одинаковы либо первый превышает второй. Краниальный край двулопастной. Лопasti между собой разделены 2–3 центральными радиальными лучами. Всего на краниальном поле может быть до 13 подобных лучей, из которых непрерывные и самые длинные центральные лучи. Латеральные лучи короткие и расположены ближе к краниальному краю. На каудальном поле подобные образования отсутствуют (рис. 1а).

Склериты имеются как на краниальном, так и каудальном поле. На краниальном поле они распо-

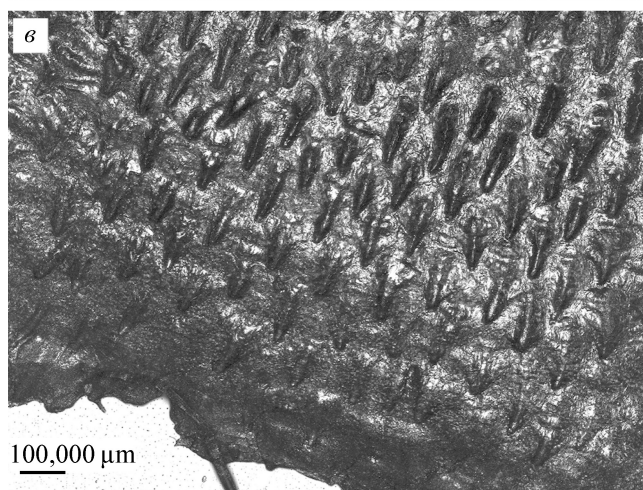
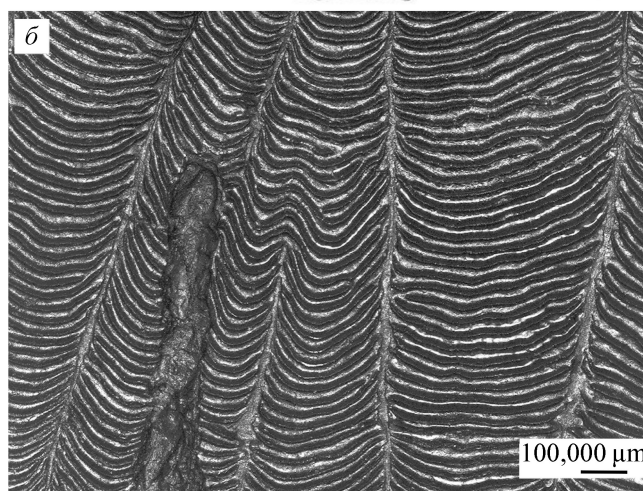
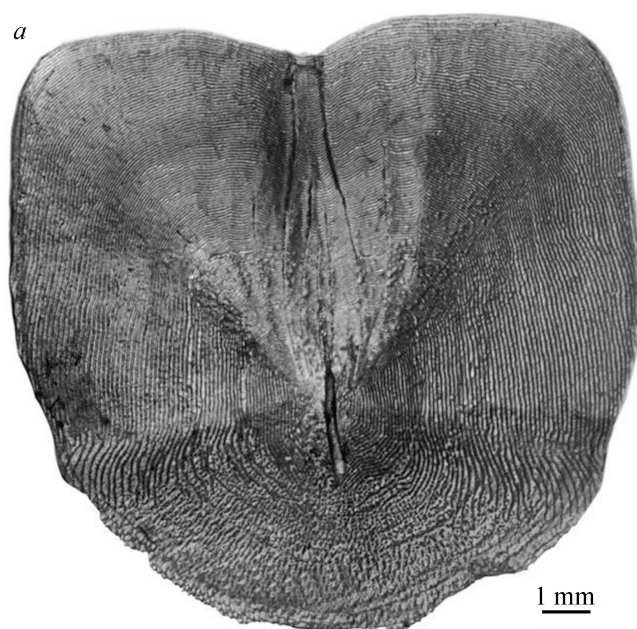
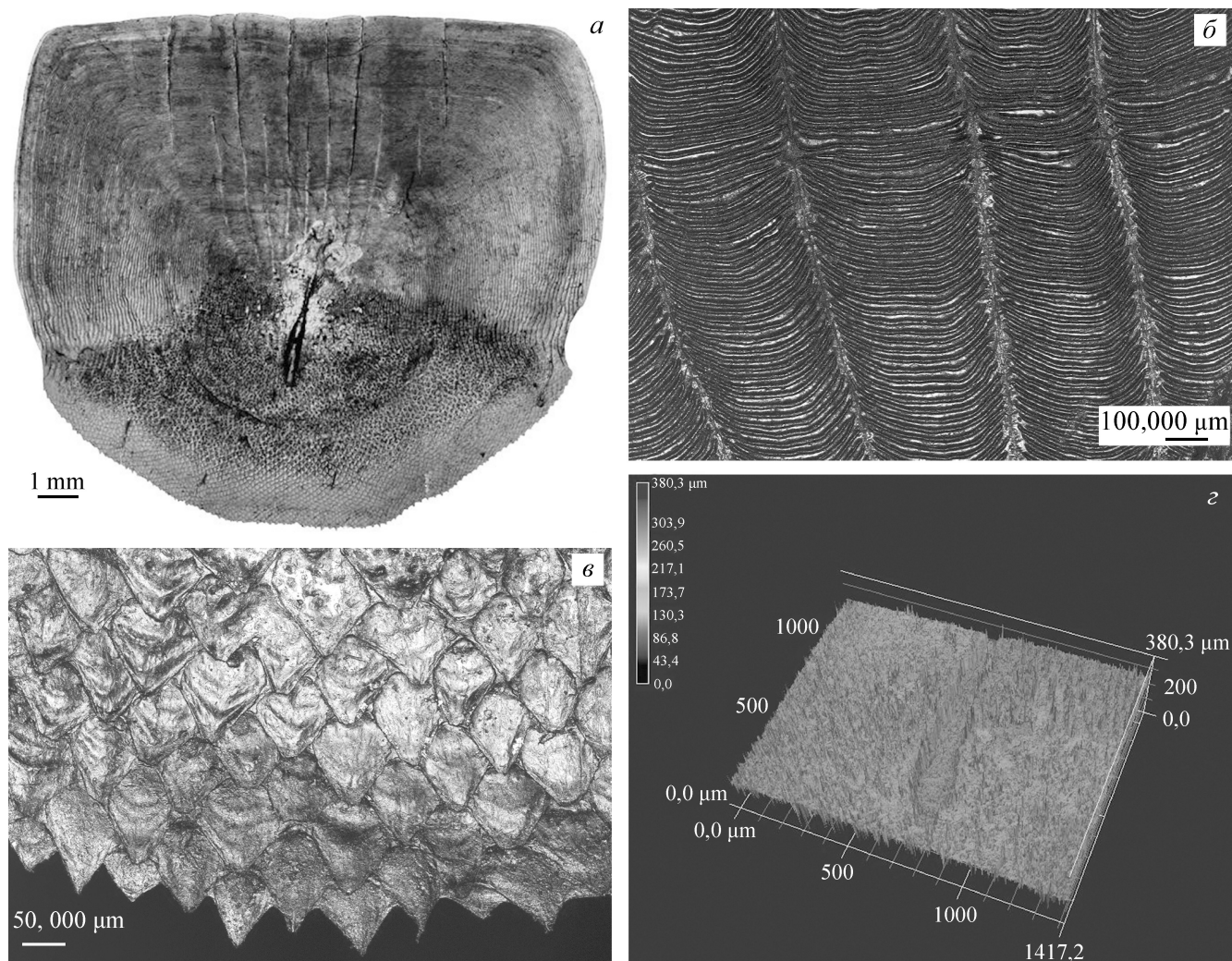


Рис. 1. Чешуя лобана: а – общий вид; б – структура краниального поля; в – структура каудального поля, ктении.

Fig. 1. Scales of striped mullet: а – general view; б – structure of cranial field; в – structure of caudal field, ctenii.



**Рис. 2.** Чешуя сингиля: *a* – общий вид; *б* – структура краниального поля; *в* – структура каудального поля, ктении; *г* – проекция канала сейсмичесенсорной системы.

**Fig. 2.** Scales of golden mullet: *a* – general view; *б* – structure of cranial field; *в* – structure of caudal field, ctenii; *г* – projection of channel seismic sensor system channel.

ложены поперечно длинной оси чешуи и прерываются радиальными лучами разной длины. Расчлененные лучами склериты образуют ложбины стока – продольные углубления, ориентированные вдоль тела чешуи (рис. 1б). У лобана можно насчитать от 2–3 до 10 и более ложбин разной длины, самые протяженные из них отмечаются ближе к длинной оси чешуи.

На дорсальном и вентральном полях склериты располагаются параллельно центральной оси. Часть склеритов вклинивается в каудальное поле. Нередко в центральной части чешуи склериты имеют круговое расположение. Часть латеральных склеритов прерывается на каудальном поле.

На каудальном поле имеются ктении, располагающиеся по всему каудальному полю в несколько

рядов в виде терки. Ктении цельные, не налегают друг на друга, по форме напоминают длинные зубья с тупыми краями (рис. 1в).

#### Сингиль *Liza aurata* (Risso, 1810)

Краниальный край чешуи сингиля ровный, с небольшими волнами посередине, образованными радиальными лучами, количество которых на краниальном поле варьирует от 8 до 10. Конфигурация чешуи пятиугольная – с плоским основанием краниального края и округлым каудальным полем. Дорсальное и вентральное поля имеют ровные края. Центр чешуи располагается посередине или немного смещен к каудальному краю (рис. 2а).

Лучи присутствуют только на краниальном поле. Расположение склеритов и ложбин стока имеет сходство с вышеописанным морфотипом чешуи лобана (рис. 2б).

Ктении представлены пластинками в виде ромбов с небольшими шипами (рис. 2в). Чешуя сейсмочувствительной системы имеет один центрально расположенный канал в виде вдавленного желобка (рис. 2г).

Пиленгас *Liza haematocheilus*  
(Temminck et Schlegel, 1845)

Краниальный край чешуи пиленгаса имеет ровные плечи и волнистый центр, с образованными радиальными лучами фестонами, количество которых варьирует от 3 до 5. Лучи присутствуют только на краниальном поле (рис. 3а). Расположение склеритов и ложбин стока имеет сходство с вышеописанным морфотипом чешуи лобана и сингиля (рис. 3б).

Центр смещен к каудальному полю, края дорсального и вентрального участков вытянуты и имеют прямую форму. Каудальный край округлый. Ктении налегают друг на друга, имеют вид больших ромбов с хорошо заметными острыми когтеобразными шипами (рис. 3в).

Одиночный канал сейсмочувствительной системы в виде желобка имеет центральное расположение.

Согласно Галкину [1], у исследуемых кефалей чешуя на латеральных участках тела среднего размера, ее относительный индекс  $J$  варьирует в пределах 3,1–4,1 %.

В целом для чешуи изучаемых лобана, сингиля и пиленгаса характерна пятиугольная конфигурация с ровным краниальным краем, имеющим небольшую волнистость, образованную радиальными лучами. Каудальное поле имеет закругленную форму. Края вентрального и дорсального полей ровные. На каудальном поле имеются ктении, расположенные в виде терки. Чешуя сейсмочувствительной системы имеет один центрально расположенный канал в виде вдавленного желобка.

Однако на разных участках тела кефалей конфигурация и размеры чешуи существенно различаются. Так, у пиленгаса нами выделено несколько морфотипов чешуи в зависимости от ее топографии:

1) Чешуя краниального морфотипа, покрывающая голову, циклоидная, имеет овальную конфигурацию, поскольку ее поперечный диаметр пре-

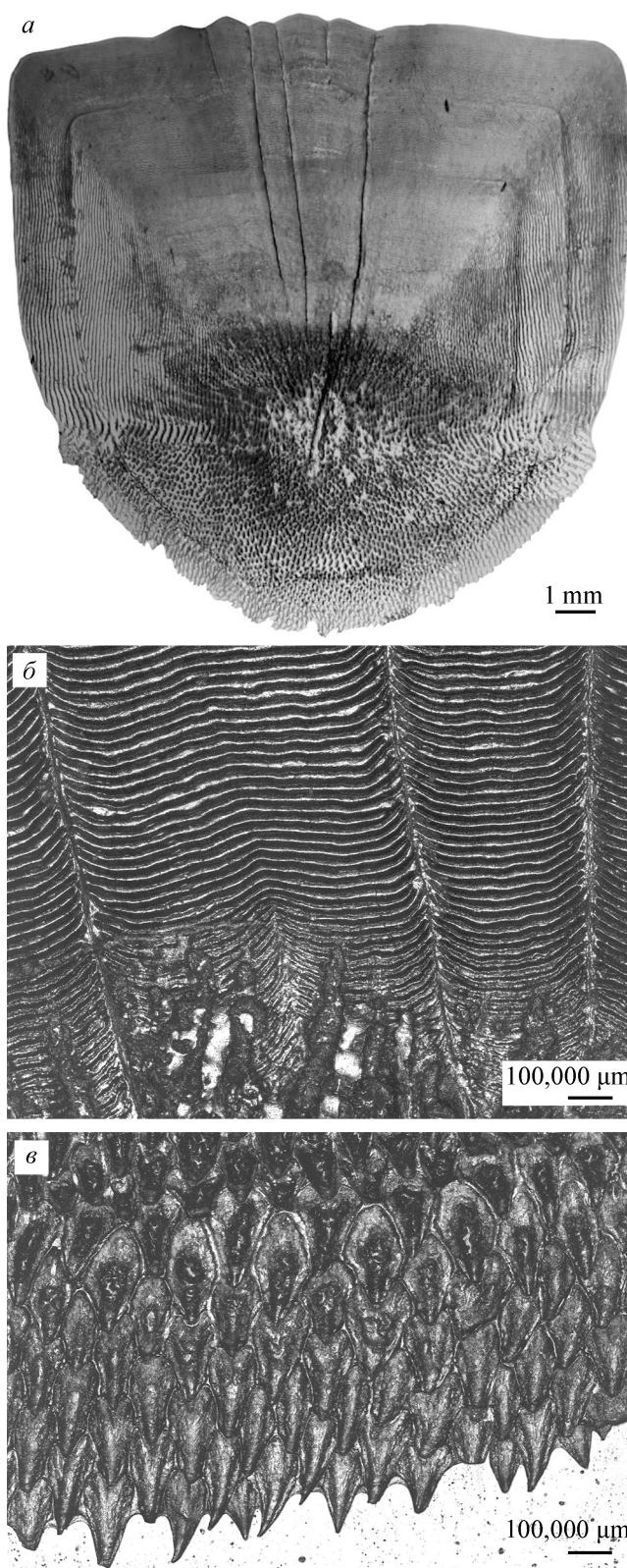
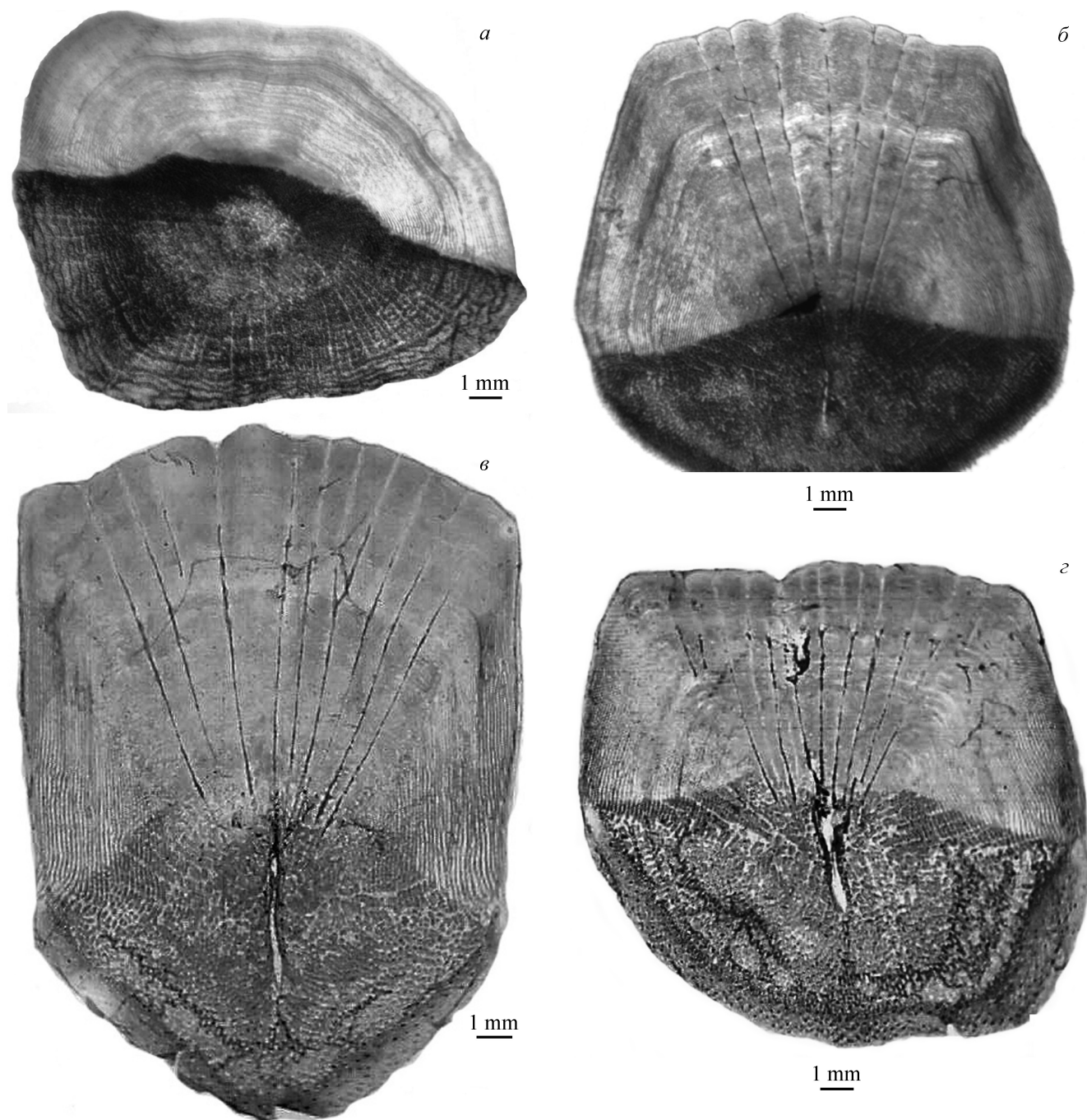


Рис. 3. Чешуя пиленгаса: а – общий вид; б – структура краниального поля; в – структура каудального поля, ктении.

Fig. 3. Scales of haarder: а – general view; б – structure of cranial field; в – structure of caudal field, ctenii.



**Рис. 4.** Чешуя пиленгаса (различные морфотипы): *а* – чешуя краниального морфотипа; *б* – чешуя дорсального морфотипа; *в* – чешуя вентрального морфотипа; *г* – чешуя каудального морфотипа.

**Fig. 4.** Scales of haarder (different morphotypes): *a* – scales of cranial morphotype; *б* – scales of dorsal morphotype; *в* – scales of ventral morphotype; *г* – scales of caudal morphotype.

вышает продольный (рис. 4*а*). Краниальное поле занимает около 50–70 % поверхности. Центр смещен в каудальном направлении. Склериты повторяют контур чешуи, имеются почти на всей поверхности (некоторые утеряны на каудальном поле). Радиальные лучи слабо развиты или отсутствуют (простые чешуи). Обычно простые чешуи покрыва-

ют только голову рыбы. На чешуях заднего участка верхней части головы проявляются желобки сейсмочувствительной системы.

2) Дорсальный (спинной) морфотип представлен ктеноидной чешуей, имеющей конфигурацию, близкую к пятиугольной (рис. 4*б*). Краниальное поле занимает около 70 %, каудальное 30 % поверх-

ности. Центр сдвинут в каудальном направлении. Склериты идут параллельно краю чешуи и повторяют ее контуры, имеются почти на всей поверхности (некоторые утеряны на каудальном поле). Волнистость краниального края чешуи обусловлена радиальными лучами, которые присутствуют только на краниальном поле, расходятся от центра чешуи (разделенные чешуи). Канал системы боковой линии если имеется, то четко выражен.

3) Чешуя вентрального (брюшного) типа ктеноидная, имеет вид тонкой гладкой пластинки, вытянутой по продольному диаметру, который может быть в 2 раза длиннее поперечного. Краниальное поле занимает около 65 % поверхности, каудальное 35 %. Центр сильно сдвинут в каудальном направлении. Склериты идут параллельно краю чешуи и повторяют ее контуры, имеются почти на всей поверхности (некоторые утеряны на каудальном поле). Радиальные лучи присутствуют только на краниальном поле, расходятся от центра чешуи (разделенные чешуи). Гребень в центре и углы дорсального и вентрального полей образуют плечи. Сейсмочувствительный канал если имеется, то четко выражен (рис. 4в).

4) Чешуя латерального (бокового) морфотипа ктеноидная. У разных видов она имеет овальную или близкую к округлой форму (рис. 1а, 2а, 3а). Краниальное поле занимает около 60–70 % поверхности. Центр либо расположен в середине чешуи, либо сдвинут в каудальном направлении. Склериты идут параллельно краю чешуи и повторяют ее контуры, имеются почти на всей поверхности (некоторые утеряны на каудальном поле). Волнистость краниального края поверхности чешуи обусловлена радиальными лучами, которые присутствуют только на краниальном поле и расходятся от центра к краям. Канал системы боковой линии если имеется, то хорошо выражен.

5) Чешуя каудального (хвостового) морфотипа ктеноидная с цельными ктениями (рис. 4г). Имеет вид тонкой гладкой пластинки овальной или округлой формы. Краниальное поле занимает около 60–70 % поверхности. Центр сдвинут в каудальном

направлении либо расположен по середине чешуи. Склериты идут параллельно краю чешуи и повторяют ее контуры, имеются почти на всей поверхности (некоторые утеряны на каудальном поле). Волнистость краниального края поверхности чешуи обусловлена радиальными лучами. Радиальные лучи присутствуют только на краниальном поле, расходятся от центра к краям чешуи. Сейсмочувствительный канал четко выражен.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ктеноидная чешуя представителей кефалевых имеет видоспецифичные особенности архитектуры, имеющие диагностическое значение. У сравниваемых видов наиболее четко различается конфигурация ктений. Сильнее всего ктения развиты на чешуе пиленгаса, они напоминают клыки, которые сближены друг с другом, и их поперечные ряды налегают один на другой. Ктения на чешуе лобана также хорошо выражены, но более разрозненны, так как между ними имеется заметный промежуток, а ряды не перекрываются. У сингиля ктения выглядят как ромбические пластинки с небольшими выступающими шипами, напоминающие мелкую терку. Эти видовые особенности рельефа поверхности чешуи рассматриваемых кефалей служат безошибочным, точным диагностическим признаком для каждого из видов.

На примере пиленгаса нами показано, что при видовой идентификации чешуи следует учитывать ее топографическое варьирование по телу рыбы.

Работа выполнена в рамках программы ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 гг. «Оценка современного состояния, анализ процессов формирования водных биоресурсов южных морей России в условиях антропогенного стресса и разработка научных основ технологии реставрации ихтиофауны, сохранения и восстановления хозяйственно-ценных видов рыб», № госрегистрации 01201354245 (0256-2014-0010).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галкин Г.Г. 1958. *Известия Всесоюзного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. Т. 46. Атлас чешуи пресноводных костистых рыб.* Л.: 105 с.
2. Чугунова Н.И. 1959. *Руководство по изучению возраста и роста рыб.* М., изд-во АН СССР: 164 с.
3. Правдин И.Ф. 1966. *Руководство по изучению рыб.* М., Пищевая промышленность: 375 с.
4. Брюзгин В.Л. 1969. *Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам.* Киев, Наукова думка: 186 с.
5. Бурдак В.Д. 1979. *Функциональная морфология чешуйного покрова рыб.* Киев, Наукова думка: 164 с.
6. Дгебуадзе Ю.Ю., Чернова О.Ф. 2009. *Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура.* М., Товарищество научных изданий КМК: 315 с.
7. Васильева Е.Д., Лужняк В.А. 2013. *Рыбы Азовского моря и нижнего течения рек Азовского бассейна.* Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 272 с.

8. Старцев А.В., Казарникова А.В., Савицкая С.С., Шестаковская Е.В., Стрижакова Т.В., Безгатчина Т.В., Каменцева О.М. 2010. *Результаты ихтиологических наблюдений в восточной части Таганрогского залива и дельте Дона*. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 96 с.
9. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Лужняк В.А., Старцев А.В. 2014. *Результаты ихтиологических исследований устьевого взморья Дона*. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 160 с.
5. Burdak V.D. 1979. *Funksional'naya morfologiya cheshuynogo pokrova ryb*. [The functional morphology of fish scales]. Kiev, Naukova dumka: 164 p. (In Russian).
6. Dgebuadze Yu.Yu., Chernova O.F. 2009. *Cheshuya kostistykh ryb kak diagnosticheskaya i registriruyushchaya struktura*. [The scales of teleostei as a diagnostic and recording structure]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd.: 315 p. (In Russian).

## REFERENCES

1. Galkin G.G. 1958. *Izvestiya Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaystva. T. 46. Atlas cheshui presnovodnykh kostistykh ryb*. [Proceedings of the All-Union Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries. Vol. 46. Atlas of scales of landlocked teleostei]. Leningrad: 105 p. (In Russian).
2. Chugunova N.I. 1959. *Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta rub*. [The fish age and growth study guide]. Moscow, Academy of Sciences of the USSR Publ.: 164 p. (In Russian).
3. Pravdin I.F. 1966. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb*. [Guide for fish investigations]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost': 375 p. (In Russian).
4. Bryuzgin V.L. 1969. *Metody izucheniya rosta ryb po cheshue, kostyam i otolitam*. [The scale, bony and otolith study approaches of the fish growth]. Kiev, Naukova dumka: 186 p. (In Russian).
7. Vasil'eva E.D., Luzhnyak V.A. 2013. *Ryby basseyna Azovskogo morya*. [Fishes of the Basin of the Azov Sea]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 272 p. (In Russian).
8. Startsev A.V., Kazarnikova A.V., Savitskaya S.S., Shestakovskaya E.V., Strizhakova T.V., Bezgatchina T.V., Kamentseva O.M. 2010. *Rezultaty ikhtiologicheskikh nablyudeniy v vostochnoy chasti Taganroгskogo zaliva i delte Dona*. [The results of ichthyologic works in eastern part of Taganrog bay and delta of the Don River]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 96 p. (In Russian).
9. Matishov G.G., Ponomareva E.N., Luzhnyak V.A., Startsev A.V. 2014. *Rezultaty ikhtiologicheskikh issledovaniy ust'evogo vmor'ya Dona*. [The Results of Ichthyologic Studies in the Don Delta – Sea Shore Area]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 160 p. (In Russian).

*Поступила 11.10.2017*