

Промысловые виды и их биология

УДК 597.2 597.3 597.21 597.4

Организация тёмной пигментации покровов рыб

А.А. Яржомбек, К.А. Жукова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: yarzhambek@yandex.ru

Проведено микроскопическое изучение тёмной пигментации покровов разных представителей подтипа Позвоночные: осетровых (*Acipenseridae*), сельдёвых (*Clupeidae*), лососевых (*Salmonidae*), окунёвых (*Percidae*), миног (*Petromyzontiformes*), скатов (*Batomorphi*) и акул (*Selachii*). В коже всех видов тёмная пигментация определяется наличием черных пигментных клеток — меланофоров различной формы. На ранних стадиях онтогенеза у осетровых рыб обнаружены включения меланина, который не был организован в меланофоры.

Ключевые слова: окраска кожи, меланофоры, осетровые, сельдёвые, лососевые, окуневые, миноги, акулы, скаты.

ВВЕДЕНИЕ

Тёмная окраска кожи рыб, как и у всех позвоночных, определяется накоплением чёрного пигмента меланина. Меланин, кроме обеспечения окраски и защиты от солнечного света, выполняет и другие защитные функции — антиоксидацию, обезвреживание токсичных продуктов окисления жиров. Он также сорбирует тяжёлые металлы и является генопротектором и антимутагеном [Ушакова и др., 2018].

В отличие от млекопитающих, птиц и членистоногих, у которых меланиновые пигменты накапливаются во внеклеточных структурах кожи — коллагеновых и кератиновых образованиях кутикулы, перьев и волос, у рыб меланины синтезируются и содержатся в особых клетках кожи — меланофорах, которые распо-

лагаются на границе эпителия и дермы. Эпителий прозрачен, поэтому меланофоры хорошо видны. Меланофоры представляют собой крупные плоские клетки толщиной до 1/3 мм, содержащие пигмент меланин.

В литературе встречаются микрофотографии кожи разных видов рыб и круглоротых [Smith et al., 1968; Manion, 1972; Яржомбек, Бредихина, 2009; Яржомбек, 2011]. Расположение чёрного пигмента в коже рыб используется как показатель видовой принадлежности и как фенетический признак во внутривидовом разнообразии [Макоедов, Черемных, 1990]. Изменения в расположении меланофоров могут являться показателем происходящих в организме мутаций [Черфас, Цой, 1984].

При исследовании красных и жёлтых пигментов (каротиноидов и птеринов) было обнаружено наличие их в межклеточных структурах [Яржомбек, Жукова, 2018]. Целью настоящей работы являлось исследование разнообразия типов меланофоров у различных видов рыбообразных и возможности нахождения меланина в межклеточных структурах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для микроскопического анализа использовали световой микроскоп Leica DMLC и стереомикроскоп OLYMPUS BX45 с фотокамерой Leica DC с фотокамерой Leica DC100.

Были исследованы покровы представителей разных таксонов:

1. Семейство Осетровые Acipenseridae (икринки, свободный эмбрион бестера *Huso huso* × *Acipenser ruthenus*, личинка и плавник малька русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii*).

2. Семейство Лососевые Salmonidae (хвостовой плавник горбуши *Oncorhynchus*

gorbuscha, кожа кижуча *Oncorhynchus kisutch* в морской период и кеты в брачных период *Oncorhynchus keta*).

3. Семейство Окуневые Percidae (первый спинной плавник речного окуня *Perca fluviatilis*, личинка обыкновенного судака *Sander lucioperca*).

4. Семейство Сельдевые Clupeidae (кожа тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*).

5. Класс Хрящевые рыбы (кожа ската Мацубары *Bathyraja matsubarai* и голубой акулы *Prionace glauca*).

6. Отряд Миногообразные Petromyzontiformes (кожа проходной миноги).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Тёмные пятна на хвостовом плавнике горбуши (рис. 1 а) представляют собой плотные скопления меланофоров (рис. 1 б). Эпителий чешуи морской кеты усеян множеством мелких меланофоров (рис. 1 в). В тёмных полосах кожи кеты в брачном наряде содержатся ско-

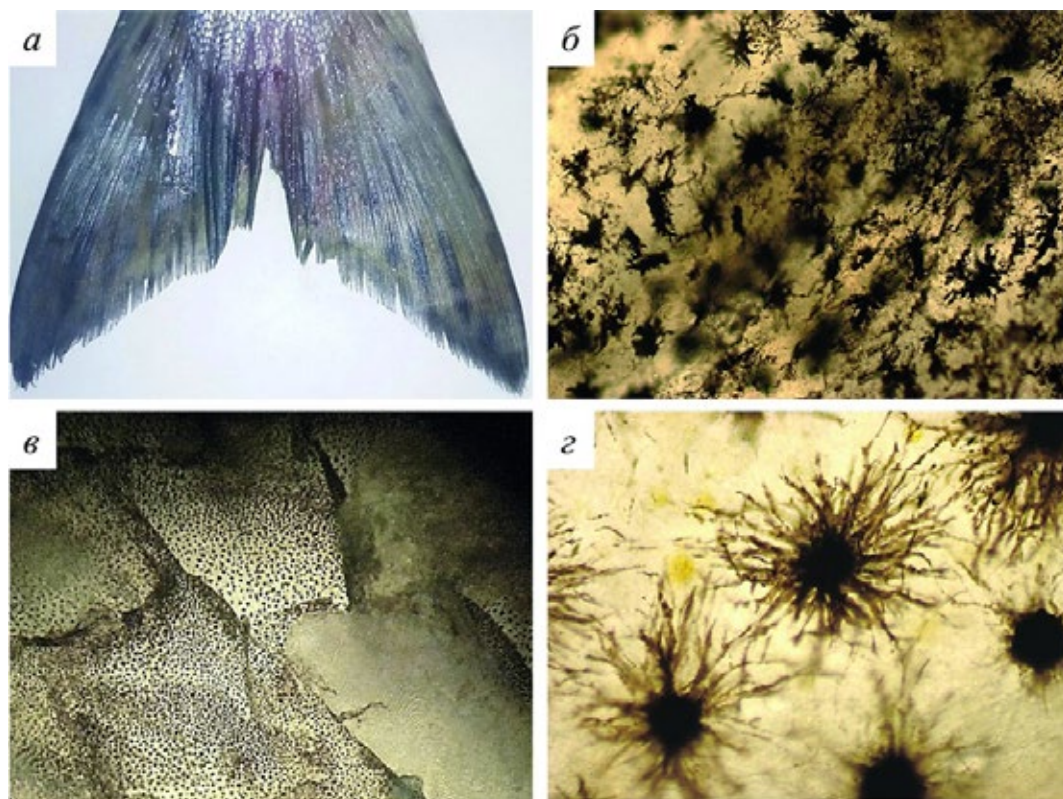


Рис. 1. Меланофоры в кожных покровах лососевых рыб:

а — хвостовой плавник горбуши, б — темное пятно на хвостовом плавнике горбуши; в — кожа кижуча в морской период, з — темные полосы кеты в брачных период. Увеличение: 10×20х (б), 5×20х (в), 10×40х (з)

пления крупных сильно разветвлённых меланофоров (рис. 1 з).

Тёмное пятно на первом спинном плавнике окуня образовано плотным скоплением меланофоров (рис. 2 а). Тело личинки судака усеяно крупными разветвлёнными меланофорами (рис. 2 б). Цвет спинки дальневосточной сельди обусловлен большим количеством мелких меланофоров (рис. 2 в). Окраска кожи голубой акулы связан с наличием характерных округлых меланофоров на чешуйках (рис. 2 з).

Тёмный цвет кожи ската обеспечивается сплошной массой мелких разветвлённых меланофоров (рис. 2 д). Окраска кожи миноги обусловлена массой регулярно расположенных мелких ветвистых меланофоров (рис. 2 е).

На поверхности оболочки икры осетровых видны мелкие черные образования, которые не являются меланофорами, так как в неоплодотворённой икре нет клеточных элементов, кроме зародышевой области (рис. 3 а). Такие же черные включения видны на желточ-

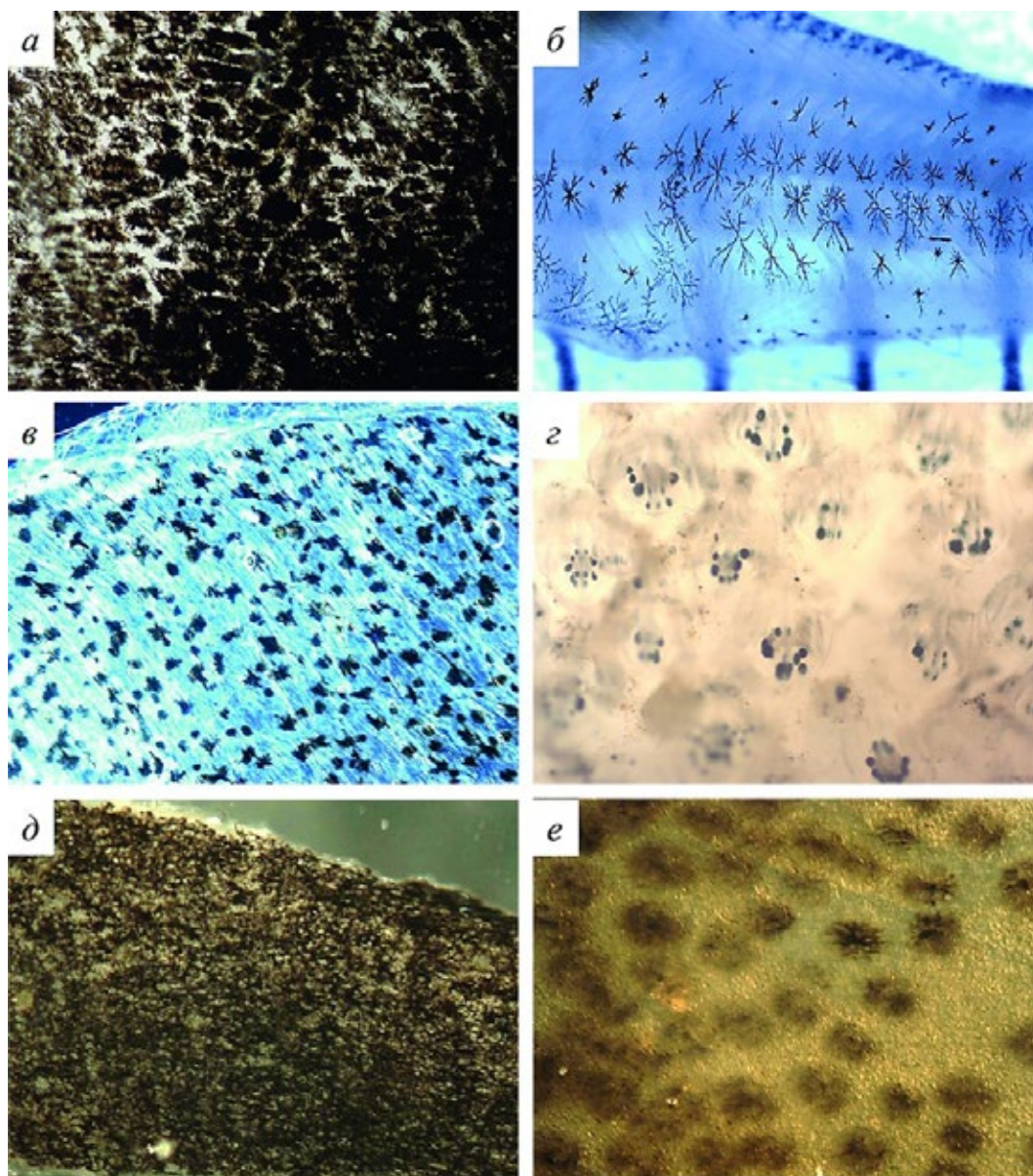


Рис. 2. Меланофоры в кожных покровах:

а — чёрное пятно на первом спинном плавнике окуня, б — личинка судака; в — кожа сельди, з — кожа голубой акулы, д — кожа ската, е — кожа миноги. Увеличение: 10×20х (а), 5×30х (б), 5×90х (в, д), 10×10х (з), 5×63х (е)

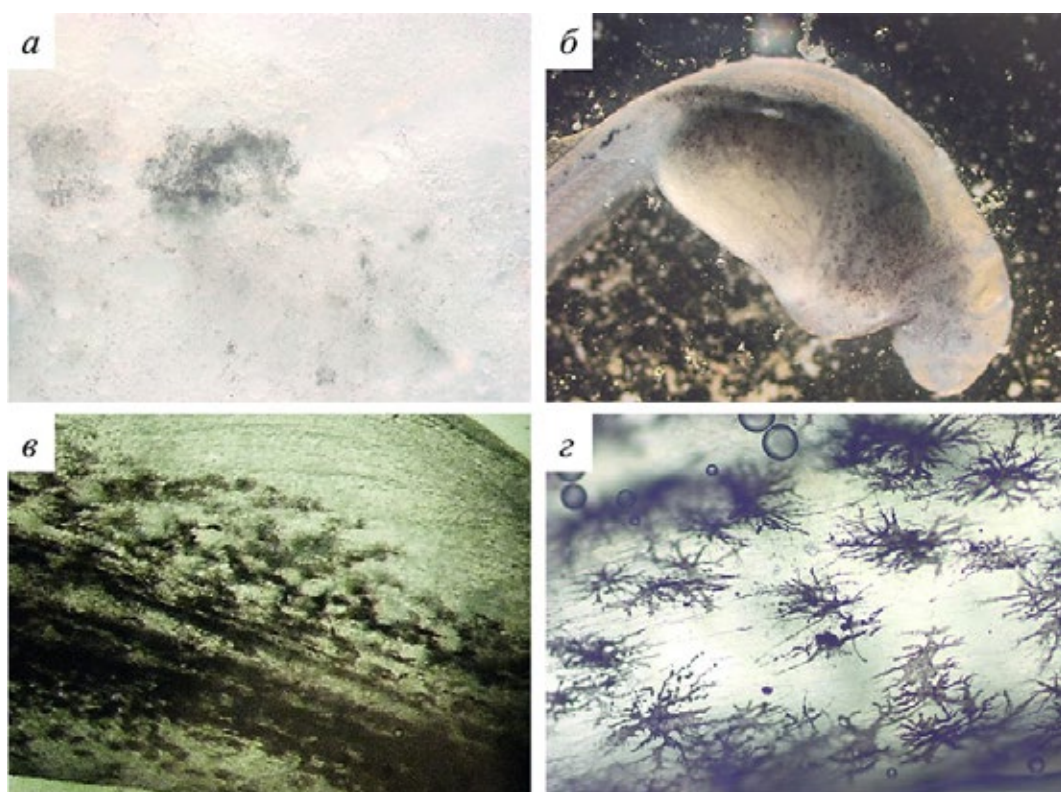


Рис. 3. Меланофоры в кожных покровах осетровых рыб:

a — икра, *б* — предличинка бестера; *в* — личинка русского осетра, *з* — плавник малька русского осетра.
Увеличение: $10 \times 20 \times$ (*a, z*), $10 \times 2 \times$ (*б*), $5 \times 20 \times$ (*в*)

ном мешке предличинки бестера, которые также не организованы в меланофоры (рис. 3 б). Кожа личинки русского осетра пигментирована довольно бесформенными меланофорами (рис. 3 в). Кожные покровы малька осетра содержат вполне обычные для рыб меланофоры (рис. 3 з).

Таким образом, у костистых, миног и хрящевых начиная со стадии сформировавшегося эмбриона тёмные участки кожи обусловлены наличием меланофоров, которые в ряде случаев имеют особую форму.

Тёмный цвет, определяемый меланином не в составе меланофоров, найден только в оболочке желтка и желточного мешка осетровых. Его происхождение требует дальнейших исследований. Возможно, меланин мог образоваться в результате наличия комплекса специфических ферментов или продуцироваться на оболочку желтка клетками питающего фолликула.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает глубокую благодарность А.В. Кучерявому (ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова» РАН), И.И. Гордееву, Е.В. Ведищевой, А.Н. Ельникову и другим сотрудникам ФГБНУ «ВНИРО» за помощь в сборе материала, а также Г.Ю. Головатюк за ценные советы при работе над статьёй.

ЛИТЕРАТУРА

- Макоедов А.Н., Черемных М.Г. 1990. Фены хвостового плавника горбуши // Биология моря. № 2. С. 43–47.
- Ушакова Н.А., Донцов А.Е., Сакина Н.А., Рогатникова И.А., Гарина Н.А., Бастратов А.И., Козлова А.А. 2018. Меланины и особенности меланогенеза на разных стадиях жизненного цикла мухи *Hermetia illucens* // Изв. РАН, Сер. Биол. № 1. С. 55–59.

- Черфас Н. Б., Цой Г.М. 1984. Новые генетические методы селекции рыб. М.: «Легкая и пищевая промышленность». 103 с.
- Яржомбек А.А. 2011. Физиология рыб. М.: «Колос». 144 с.
- Яржомбек А.А., Бредихина О.В. 2009. Основы промысловой ихтиологии. М.: «Колос». 184 с.
- Яржомбек А.А., Жукова К.А. 2018. Красный и оранжевый цвет покровов рыб // Труды ВНИРО. Т. 170. С. 73–77.
- Manion P. 1972. Variation in melanophores among lampreys in the Upper Great Lakes // Trans. Amer. Fish. Soc. V. 101 № 4 p. 662–666.
- Smith A.J., Howell J.H., Piovis W. 1968. Comparative embryology of five species of lampreys of Upper Great Lakes // *Coreia* № 3 P. 461–469.

Поступила в редакцию 10.01.2019 г.
Принята после рецензии 18.01.2019 г.

Commercial species and their biology

Dark pigmentation of fish skin

A.A. Yarzhombek, K.A. Zhukova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

Microscopic study of skin dark pigmentation in Acipenseridae, Salmonidae, Clupeidae, Percidae, Petromyzontiformes, Batomorphi and Selachii was conducted. In skin of all species dark pigmentation was defined presence of dark pigment-containing cells — melanophores which have different shape. Melanin inclusions that were not organized into melanophores were detected in early stages of ontogenesis in sturgeon.

Keywords: skin coloration, melanophores, sturgeon, herrings, perch, lampreys, rays, sharks.

REFERENCES

- Makoyedov A.N., Cheremnykh M.G.* 1990. Feny khvostovogo plavnika gorbushi [Phenes of the caudal fin of pink salmon] // Russian Journal of Marine Biology. № 2. P. 43–47.
- Ushakova N.A., Dontsov A.E., Sakina N.A., Rogatnikova I.A., Carina N.A., Bastrakov A.I., Kozlova A.A.* 2018. Melaniny i osobennosti melanogeneza na raznykh stadiyakh zhiznennogo tsikla mukhi *Hermetia illucens* [Melanins and characteristics of melanogenesis at different stages of the fly's life cycle *Hermetia illucens*] // Izv. RAN. Ser. Biol. № 1. P. 55–59.
- Cherfas N.B., Tsoy G.M.* 1984. Novyye geneticheskiye metody selektsii ryb [New genetic methods for fish breeding]. M.: «Legkaya i pishchevaya promyshlennost». 103 p.
- Yarzhombek A.A.* 2011. Fiziologiya ryb [Fish physiology]. M.: «Kolos». 144 p.
- Yarzhombek A.A., Bredikhina O.V.* 2009. Osnovy promyslovoy ikhtiologii [Basis of fishing ichthyology]. M.: «Kolos». 184 p.
- Yarzhombek A.A., Zhukova K.A.* 2018. Krasnyy i oranzhevyy tsvet pokrovov ryb [Red and orange skin color of fish] // Trudy VNIRO. T. 170. P. 73–77.

Figure captions

Fig. 1. Melanophores in skin of Salmonidae: a — pink salmon tail, б — dark spots on pink salmon tail, в — skin of coho salmon in immature coloration, г — dark stripes of chum salmon in nuptial coloration. Magnification: 10×20x (б), 5×20x (в), 10×40x (г).

Fig. 2. Melanophores in skin: a — dark spot on first dorsal fin of european perch, б — zander larva, в — herring, г — blue shark, д — rays, е — lamprey. Magnification: 10×20x (a), 5×30x (б), 5×90x (в, д), 10×10x (г), 5×63x (е)

Fig. 3. Melanophores in skin of Acipenseridae: a — egg and б — embryo of bester, в — larvae of Russian sturgeon, г — Russian sturgeon fry fin. Magnification: 10×20x (a, г), 10×2x (б), 5×20x (в).