

УДК 591.444:599.322.2:591.526

Ю. Н. Олейник, канд. биол. наук, доцент
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра зоологии
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

АРИФМОМОРФОЗ ЛУЧЕЙ ПЛАВНИКОВ БЫЧКА-КРУГЛЯКА *NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS* (PALLAS)

Установлен диапазон изменчивости числа лучей в плавниках бычка-кругляка в Одесском заливе. Приводится перечень фенотипических ветвистых лучей плавников и частота их встречаемости.

Ключевые слова: *Neogobius melanostomus*, плавники, арифмоморфоз, фенотипические

Наибольшее число видов бычков приурочено к прибрежным водам и представлено преимущественно морскими формами (бычок-ратан и др.) [1]. Некоторые морские эвригалитные виды (например, бычок-кругляк, кнут) способны интенсивно осваивать опресненные и пресные водоемы, формируя популяции со своеобразными (специфическими) биологическими и морфофизиологическими характеристиками [2, 3].

Из литературы, посвященной вопросам фенотипической изменчивости рыб, известно, что существенное влияние на формирование морфологических признаков могут оказывать локальные условия среды обитания. Увеличение уровня индивидуальной изменчивости является неспецифическим ответом животных на разнообразные изменения в условиях среды [4]. В популяциях (или группах особей), где таких отклонений много, общая жизнеспособность животных понижена. Особый интерес представляет изучение фенотипических отклонений (аббераций) — морфологических отклонений и уродств, вызванных как нарушением гомеостаза развития, так и нарушениями, свидетельствующими о воздействии поллютантов или экстремальных значений параметров внешней среды (температура, соленость, pH и т. п.). Несмотря на то, что бычки в северо — западной части Черного моря — одни из самых многочисленных рыб, фенотипическая изменчивость их изучена еще недостаточно [5].

Это и определило цель нашей работы — изучить фенотипические изменения в строении лучей плавников бычка-кругляка *Neogobius melanostomus*.

Материал и методы исследования

Материалом для исследований послужили 98 экз. бычка-кругляка: 85 самцов, добытых в мае 2004 г. на оз. Кугурлуй при проведении мониторинговых ихтиологических работ, и 221 экз. самцов бычка-кругляка, добытых в августе-октябре 2004 года в акватории Одесского залива в районе Гидробиологической станции Одесского национального университета име-

ни И. И. Мечникова. При исследовании морфологического строения лучей и изменчивости их числа в плавниках использовали комплекс из 5 меристических признаков: число лучей в первом (D_1) и втором (D_2) спинных плавниках, анальном плавнике (A), грудных (P) и брюшных (V) плавниках. Подсчет числа лучей в грудных и брюшных плавниках проводили отдельно для правого и левого плавников с целью изучения ненаправленных изменений в билатеральных структурах, возникающих под воздействием факторов внешней среды (флуктуирующая асимметрия — ФА). Нами в качестве фенотипических признаков рассматривались наиболее доступные для визуального анализа нарушения в строении лучей (в первую очередь ветвистых) плавников, свидетельствующие о негативном влиянии на органогенез факторов внешней среды. Выявленные различия классифицировали, учитывали долю рыб с различными морфологическими аберрациями и среднее количество аномальных признаков, приходящихся на плавник.

Результаты исследования и их обсуждение

В связи с расширением ареала бычка-кругляка в бассейне северо-западного Причерноморья несомненный интерес представляет сравнение меристических характеристик особей из разных водоемов — как пресноводных, так и морских. Ранее для некоторых пресноводных видов была показана зависимость числа ветвистых лучей от степени солености водоема.

Анализ морфологических характеристик парных и непарных плавников показал существование различий в числе ветвистых лучей в исследуемых выборках. У кругляка из Одесского залива во всех плавниках за исключением D_1 изменчивость числа лучей более выражена, чем у рыб придунайских озер (оз. Кугурлуй и Ялпуг) (табл. 1). Для морских бычков в ряду изменчивости отмечено некоторое смещение в сторону уменьшения числа лучей, хотя плавники с таким невысоким числом ветвистых лучей встречаются редко.

Результаты наших исследований и опубликованные ранее данные в отношении пресноводных придунайских водоемов в целом совпадают. Так, В. В. Заморовым и соавт. [3] для бычка-кругляка из придунайских озер и из акватории о-ва Змеиный, расположенного в 40 км восточнее дельты р. Дуная (последние данные представлены в квадратных скобках), были указаны следующие меристические признаки: D_1 (V) VI [(V) VI (VII)], D_2 I 15-17 [I 15-18], A I 12-14 [I (9) 11-15], P 17-19 [16-20], V I 5 [I (4) 5] (табл. 1). За исключением числа лучей в анальном плавнике (A), между рыбами из данных районов были отмечены лишь незначительные различия в размахе изменчивости ветвистых лучей плавников. Число ветвистых лучей в анальном плавнике бычка-кругляка из придунайских озер существенно меньше, чем у рыб, добытых в районе о-ва Змеиный, а также в Одесском заливе (наши данные). Размах варибельности этого признака наибольший среди других исследованных нами меристических признаков. Величина ФА, ее дисперсия у бычка-кругляка из озер Ялпуг и Кугурлуй и в прилегающей к дельте морской акватории, находящейся в зоне выноса дунайской воды,

существенно не различается. В то же время бычок-кругляк из более удаленных районов моря (Одесский залив) по сравнению с исследуемой группировкой характеризуется достоверно большей величиной ΦA . Частота отклонений от симметрии в грудных плавниках у рыб Одесского залива вчетверо выше, чем у кругляка из оз. Кугурлуй ($p < 0,001$). У бычков озера Кугурлуй только каждая двенадцатая особь имеет отклонения от симметричности в числе ветвистых лучей плавников. В Одесском заливе у 68 экз. бычка-кругляка из 209 обследованных отмечено асимметричное распределение лучей в грудных плавниках. Последнее может служить косвенным подтверждением того, что в придунайских водоемах сложились оптимальные условия для обитания бычка-кругляка. Согласно G.M. Clarke [6] величина ΦA у пойкилотермных животных обычно возрастает в условиях средового стресса. Неочищенные дренажные воды и ливнеотоки с высоким содержанием нефтепродуктов, быстро минерализующаяся нестойкая органика, СПАВ, тяжелые металлы, периодически поступающие в Одесский залив в результате антропогенной деятельности, формируют тот средовой стресс, который способствует увеличению изменчивости числа лучей и нарушению симметрии в их распределении в грудных и брюшных плавниках рыб.

Таблица 1

Число ветвистых лучей в плавниках бычка-кругляка бассейна Черного моря

Район	D1	D2	A	P	V	Источник
Одесский залив	6	(13,14) 15-17	11-14 (10), (15)	(13,14,15) 16-18	(4) 5	Наши данные
о. Змеиный	6 (5), (7)	15-18	(9) 11-15	16-20	4-5	[3]
оз. Кугурлуй	6	15-16 (17)	12-13 (14)	16-17(18)	5	Наши данные
оз. Кугурлуй — Ялпуг	(5) 6	15-17	12-14	17-19	5	[3]
Лиманы: Сасык, Молочный; р. Днепр, взморье Дуная	6 (5), (7)	13-17	11-14 (16)	14-18 (19)	5	[1]
-	6	14-15	10-13 (14)	-	-	[7]

Таким образом, изменчивость числа ветвистых лучей плавников бычка-кругляка может свидетельствовать о существенном давлении факторов среды в Одесском заливе на их формирование.

Рыбы являются чувствительными индикаторами антропогенного воздействия на природную среду. Возникновение легко узнаваемых нарушений (фенодевиаций), возникающих под воздействием экстремальных факторов, и их частота встречаемости позволяют судить о величине неблагоприятности экологической обстановки.

При морфологическом исследовании бычка-кругляка нами обнаружен ряд отклонений от нормы. Многие из них, несомненно, являются фенодевиантами (табл. 2).

Из 298 исследованных особей бычка-кругляка 31 экз. (10,4 %) оказались с различными аберрациями, причем доля особей с морфологическими отклонениями в Одесском заливе (р-н Гидробиологической станции ОНУ) составила 11,8 — 28,6 %, а в придунайских озерах (оз. Кугурлуй) — 1,0 %.

К наиболее часто встречающимся аберрациям в строении плавников следует отнести аномалии развития лучей грудных плавников — 54,3 % от общего числа отклонений (рис. 1, А), аномалии в строении второго спинного плавника — 17,1 % (рис. 1, Б), анального и первого спинного плавника — 14,3 % (рис. 1, В; рис. 2). Единственный случай полного отсутствия плавника при изучении 1460 экз. бычка-кругляка (неопубликованные данные) отмечен именно в отношении 1-го спинного плавника. В брюшных плавниках аберраций не отмечено.

В большинстве случаев наблюдалось наличие единичной аномалии у отдельно взятой особи, однако у 2 экз. (0,9 %) отмечено наличие одновременно двух морфологических отклонений от нормы.

Таблица 2

Фенодевианты ветвистых лучей плавников бычка-кругляка северо-западной части бассейна Черного моря

№№	Абберации ветвистых лучей плавников
1	Расщепление луча на 2
2	Расщепление луча на 3
3	Слияние лучей
4	Редукция лучей/луча
5	Отсутствие расщепления на последнем луче D2 и А
6	Отсутствие плавника
7	Искривление лучей в плавниках

Среднее число выявленных аберраций на одну особь в Одесском заливе составило 0,17. В оз. Кугурлуй только у одной особи отмечено расщепление лучей (1% от всех исследованных особей).

Нарушение равновесия экосистемы, вызванное загрязнением нефтяными углеводородами, а также органическими поллютантами различного происхождения, способствует появлению изменений экстерьера рыб на всех стадиях их онтогенеза.

Результаты исследований, длительное время проводившихся Одесским филиалом Института биологии южных морей [8], показали, что в приустьевых и Одесском районах северо-западной части Черного моря наблюдаются стабильно высокие концентрации нефтепродуктов, которые могут в несколько раз превышать уровень ПДК.

Негативное влияние нефтепродуктов на живые организмы показано эмбриотестом с использованием оплодотворенных яйцеклеток мидий, показавшим нарушение синхронности развития и снижение числа дробящихся бластомеров в пробах воды из резервуара станции очистки балластных вод, а также сходную по характеру, но ослабленную реакцию бластомеров при разбавлении сточной нефтесодержащей воды [9].

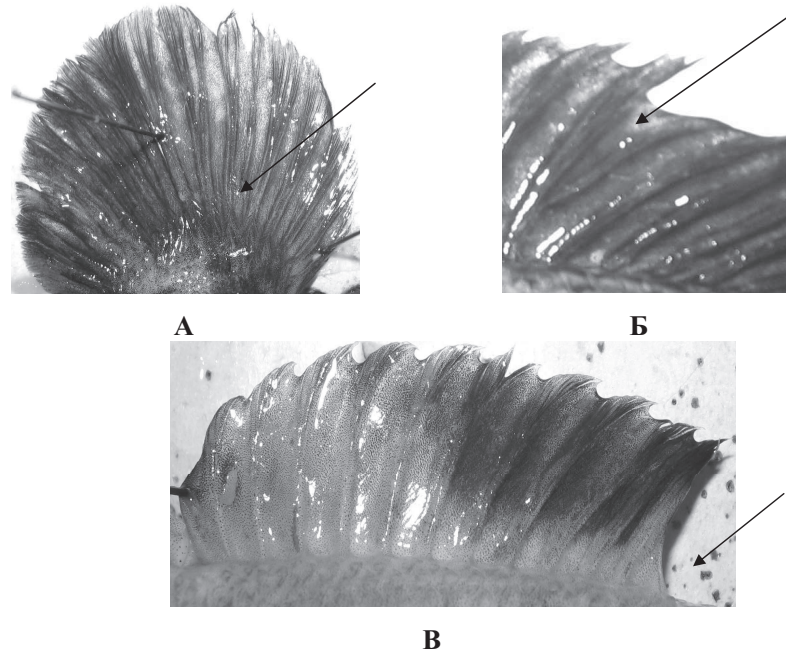


Рис. 1. Фенодевиации в скелете плавников бычка-кругляка (ориг.): А — редукция основания ветвистого луча в грудном плавнике; Б — расщепление ветвистого луча на 2 в спинном плавнике (D2); В — редукция лучей в анальном плавнике

Существенен и вклад местных источников загрязнения (сточных вод станций биологической очистки (СБО), дренажных систем коллекторов противооползневых сооружений, ливнеотоков), который составляет до 30 % от общего загрязнения прибрежных вод г. Одессы [10].

В таких условиях развитие икринок, прикрепленных к субстрату на морском дне, как у бычка кругляка, с высокой вероятностью сопровождается возникновением аббераций различного характера.

Характерно, что наибольшая частота фенодевиаций в скелете плавников отмечена в грудных плавниках. Доля особей, несущих абберации в грудных плавниках, у бычка кругляка из Одесского залива достигает 54 % от числа всех фенодевиаций, отмеченных у рыб в данном районе (табл. 3). Это в три — три с половиной раза больше, нежели частота появления аббераций в скелете непарных плавников. Причину столь значительных различий, по-видимому, следует искать в характере эмбрионального развития бычка кругляка.

По данным Э. М. Калининой [11], именно грудные плавники начинают первыми формироваться уже на 6-е сутки эмбрионального развития, что считается отличительной чертой кругляка. К 8–9-ым суткам они значительно увеличиваются в размерах. Второй спинной и анальный плавники обособливаются только на 10–11-е сутки развития. Развитие первого спинного происходит уже после выклева малька.

Таблица 3

Частота встречаемости фенотипов (в долях) в плавниках бычка кругляка из акваторий северо-западной части бассейна Черного моря

Плавник	Частота аббераций	
	Одесский залив	оз. Кугурлуй
Грудные плавники: правый	0,343	0
левый	0,20	единично
Брюшные	0	0
2-ой спинной	0,171	0
Анальный	0,143	0
1-ый спинной	0,143	0

Величина уровня достоверности ($p=0,054$) при сравнении частот возникновения фенотипов в грудных плавниках и 1-го спинного плавника, дифференцирующимся последним, не позволяет сделать заключение о значимости различий. В то же время есть все основания говорить о возможной тенденции в уменьшении частоты деформаций разного рода в скелете плавников по мере развития личинки — от ранних стадий развития к поздним. Ранее для черноморской камбалы-калкана в эксперименте была показана большая стойкость предличинок к нефтяному загрязнению морской воды по сравнению с икрой [12].

Среди фенотипов, отмеченных в строении лучей плавников, чаще других регистрировалось расщепление луча на два — с частотой встречаемости 0,54. Существенно реже в скелете плавников встречались абберации, связанные с процессами редукции (редукция лучей и нерасщепленность последних лучей) ($p<0,01$).

Высокая частота встречаемости расщепленности ветвистых лучей обусловлена преимущественным присутствием аббераций этого типа на лучах грудных плавников, что подтверждается результатами корреляционного анализа (коэффициент корреляции Спирмена — 0,7 при $p<0,001$). Грудные плавники, как известно, формируются в первой половине периода эмбрионального развития, который, как правило, отличается более высокой скоростью развития зачатков. Ошибки при ускоренном росте и приводят к развитию дополнительных элементов в ветвистых лучах плавников. Замедление развития к моменту выклева по-видимому приводит к недоразвитию отдельных лучей, что выражается в отсутствии расщепления последнего луча или неполного развития ветвистых лучей. Усилить или ослабить величину деформаций в скелете плавников могут также флуктуации параметров среды обитания: температуры, солености и даже светового режима [13].

Проведение данных исследований показало, что метод визуальной оценки плавников бычка-кругляка достаточно прост и эффективен, что делает его пригодным для мониторинга качества среды морских гидроэкосистем. Однако для успешного использования кругляка в таком качестве необходимы дополнительные исследования о влиянии конкретных факторов на проявления морфологической изменчивости и возникновение фенотипов в скелете плавников этого вида.

Выводы

1. У бычка-кругляка в Одесском заливе во всех плавниках за исключением D1 диапазон изменчивости числа лучей шире, чем у рыб придунайских озер (оз. Кугурлуй и Ялпуг).

2. Наибольшая частота фенотипических отклонений в скелете плавников отмечена в грудных плавниках. Доля особей, несущих аберрации в грудных плавниках, у бычка кругляка из Одесского залива (Черное море) достигает 54 % от числа всех фенотипических отклонений, отмеченных у рыб в данном районе.

3. Среди фенотипических отклонений, отмеченных в строении плавников, чаще других регистрировалось расщепление луча на два — с частотой встречаемости 0,54. Существенно реже в скелете плавников встречались аберрации, связанные с процессами редукции (редукция лучей и отсутствие расщепления последних лучей) ($p < 0,01$).

Автор чрезвычайно признателен сотрудникам каф. гидробиологии и общей экологии ОНУ за содействие в получении ихтиологического материала.

Литература

1. Фауна Украины. В 40-а т. Вып. 5. Окунеобразные (бычковые), скорпенообразные, камбалообразные, присоскообразные, удильщикообразные/ Смирнов А. И. — К.: Наук. думка, 1986. — 320 с.
2. Пінчук В.І. Морська та лиманна форми бычка-кнута північно-західної частини Чорного моря // Доп. АН УРСР. — 1963. — №1. — С. 126-128.
3. Заморов В.В., Олейник Ю.Н., Джуртубаев М.М. Естественное расселение бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (PALLAS) в придунайские озера // Вісник Одеського національного університету. — 2005. — Т.10. — Вып. 4. — Сер. Біологія. — С. 236-243.
4. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-фенотипический подход). — М.: Наука, 1987. — 210 с.
5. Олейник Ю.Н., Заморов В.В., Радионова Н.П., Косенко С.Ю., Черников Г.Б. Морская и пресноводные формы бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas) бассейна северо-западной части Черного моря // Современные проблемы зоологии и экологии (Матер. междунар. конф. посвящ. 140-летию основания Одес. нац. ун-та им. И.И.Мечникова, каф. зоологии ОНУ, Зоол. музея ОНУ и 120-й годовщины со дня рожд. засл. деятеля науки УССР, проф. И.И.Пузанова). — Одесса: Феникс, 2005. — С. 196-197.
6. Clarke G.M. Fluctuating asymmetry: a technique for measuring developmental stress of genetic and environmental origin // Acta Zool. Fennica. — 1992. — V.191. — P. 31-35.
7. Световидов А.Н. Рыбы Чёрного моря. — М. — Л.: Наука, 1964. — 546 с.
8. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. — /Под ред. Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. — Киев: Наукова думка, 2006. — 701 с.
9. Петросян А.Г., Дятлов С.Е. Токсикологический контроль качества балластных вод в районе Одесского мегаполиса // Сб. научн. тр. НАН Украины, МГИ, ИнБЮМ “Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа”. — Севастополь, 2000. — С. 377-382.
10. Дятлов С.Е., Патлатюк Е.Г., Никаноров В.А., Адобовский В.В., Петросян А.Г., Савин П. Т., Подплетная Н.Ф., Секундяк Л.Ю., Павлова Е.А., Павлютина Л.П. Качество дренажных, ливневых и сточных вод, сбрасываемых в море и Хаджибейский лиман // Экологические проблемы Черного моря. Одесса, 2002. — С. 69-73.
11. Калинина Э.М. Размножение и развитие Азово-Черноморских бычков. — Киев: Наукова думка, 1976. — 120 с.

12. Миронов О.Г. Действие малых концентраций нефти и нефтепродуктов на развивающуюся икру черноморской камбалы-калкана // Вопр. ихтиологии. — 1967. — Т.7. — Вып. 3(44). — С. 577-580.
13. Астанин Л.П., Саманева Л.И. Морфология рыба *Vimba carinata* (Pal.) акклиматизированного в Сенгилеевском водохранилище Ставропольского края // Вопр. ихтиологии. — 1967. — Т. 7. — Вып. 3 (44). — С. 446-557.

Ю. М. Олійник

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, кафедра зоології,
вул.Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

**АРИФМОМОРФОЗ ПРОМЕНІВ ПЛАВЦІВ БИЧКА-КРУТЛЯКА
NEOGOBIUS MELANOSTOMUS (PALLAS)**

Резюме

Встановлено діапазон мінливості числа променів в плавцях бичка-крутляка в Одеській затоці. Наводиться перелік фенодевіацій гіллястих променів плавців і частота їх зустрічальності.

Ключові слова: *Neogobius melanostomus*, плавці, арифмоморфоз, фенодевіації.

Y. N. Oleinik

Odessa National Mechnikov University, Department of Zoology,
Dvoryanskaya str. 2, Odessa, 65082, Ukraine

**ARITHMOMORPHOSIS'S RAYS OF FINS ROUND GOBY *NEOGOBIUS
MELANOSTOMUS* (PALLAS)**

Summary

The variability number of rays in fins of round goby in the Odessa gulf is established. A list of fenodeviations branched rays of fins and frequency of their occurrence is resulted.

Key words: *Neogobius melanostomus*, fins, arithmomorphosis, phenodeviations.