

## РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ *ASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCH. НА ШЕЛЬФЕ АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО СЕКТОРА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

А.П.Азизов

*Институт Зоологии НАН Азербайджана,  
AZ 1073, Баку, ул.А.Абасзаде, проезд 1128, кв. 504*

В работе даются результаты проведенных в течение восьми лет исследований репродуктивных показателей длиннопалого рака, распространенного на западном шельфе Каспийского моря. Определены зависимости абсолютной плодовитости от массы и длины тела, а также рабочая и относительная плодовитость самок.

Длиннопалые раки играют важную роль в продукционных процессах экосистем Каспийского моря. Они, питаясь рыбами, ракообразными, моллюсками и другими животными, а также растительностью, трансформируют вещества и энергии, при этом стабильно остаются важным звеном пищевой цепи в различных биоценозах Каспийского моря.

Рост и размножение ракообразных сопровождается периодическим отторжением во внешнюю среду оформленного органического вещества в виде яиц. Количественная оценка увеличения массы тела вследствие формирования половых продуктов или генеративного роста у ракообразных тесно связано с пластическим обменом.

Общую массу генеративных продуктов, произведенных особью за определенный промежуток времени или за всю жизнь, можно определить как генеративный прирост особи. Суммарное выражение генеративного прироста всех особей популяции является генеративной продукцией данной популяции.

Исследования на популяционном уровне указывают на то, что масса кладки или количество яиц в марсупиальной сумке являются функцией массы, а также длины тела ракообразных.

В формировании первичной генеративной продукции важную роль играют такие показатели самки, как длина, масса, возраст и степень физиологической активности. Кроме того, на общую генеративную продукцию существенно влияют абиотические факторы окружающей среды, особенно придонная и поверхностная температура воды, количество растворенного кислорода и рН (Федотов, Шумилова,

1999; Хмелева, 1988; Хмелева, Голубев, 1984).

Довольно хорошо изучены речные раки на восточном, северном и северо-западном шельфах Каспийского моря (Румянцев, 1974; Ушивцев, 1981; 1992; Черкашина, 1970; 1975). Исследования на западном шельфе имеют эпизодический характер (Касымов, 1994; Старобогатов, 1977) или проводились недавно (Азизов, 2006; 2008; Ушивцев, Камакин, 2000)

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2001 – 2009 гг. по сезонам на НИС «Алиф Гаджиев», кроме того, ручные сборы с прибрежных зон моря осуществлялись с применением волокуши длиной 25 м, площадь облова при этом составляет около 10000 м<sup>2</sup>.

При анализе структурно-функциональной характеристики популяции длиннопалого рака *A.leptodactylus* нами выделены семь линейно – возрастных групп: 3,1 – 5,0 см; 5,1 – 7,0 см; 7,1 – 9,0 см; 9,1 – 11,0 см; 11,1 – 13,0 см; 13,1 – 15,0 см; 15,1 – 17,0 см. Первые две группы объединяют сеголеток и частично двулеток, не участвующих в размножении. Основу репродукции популяции составляют раки, относящиеся к третьей, четвертой и пятой размерно-возрастных групп.

Первичная обработка материала осуществлялась общепринятыми в гидробиологии методами. Эмпирические и расчетные данные обработаны статистически методом наименьших квадратов с применением регрессии.

Общей сложностью при обработке материала по плодовитости нами были выполнены 612 измерений.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В целом связь между количеством яиц и массой тела установлена для многих групп беспозвоночных, в том числе для ракообразных (Румянцев, 1974; Хмелева, 1988; Хмелева, Голубев, 1984).

Длиннопалый рак – раздельнополое животное с наружным оплодотворением. Сроки спаривания и откладки икры у длиннопалого рака растянуты с конца января по март при поверхностной температуре воды 3 – 7 °С. Выклев личинок наблюдается в середине июня при температуре воды 18 – 20 °С.

По нашим наблюдениям основную репродуктивную силу в популяции составляют самки длиной 8,2 – 15,4 см и массой 42 – 109 г, самцы длиной 7,5 – 16,1 см и массой 45 – 153 г.

Анализ марсупиальных сумок длиннопалого рака показывает, что с увеличением массы и длины количество икринок в кладке увеличивается и колеблется от 68 до 274 яиц на самку. С увеличением размеров самок закономерно увеличивается и вес кладки, которые колеблются в пределах 0,856 – 3,452 г.

Относительная плодовитость определяется как соотношение веса кладки к весу самки. Анализируя эти соотношения, мы наблюдаем, что с увеличением массы тела относительная плодовитость уменьшается. Наблюдаемая обратная корреляция объясняется физиологическим состоянием самок, прежде всего возрастными изменениями. Поэтому для самок весом 41,5 г относительная плодовитость составляет 0,041, а для самок весом 107,6 г – 0,029 г.

Известно, что некоторая часть икры от общего количества, заключенной в марсупиальную сумку, не развивается. Отсюда формируется истинная или рабочая плодовитость самок. Рабочая плодовитость длиннопалого рака в районе исследования по нашим расчетам составляет около 70 % от абсолютной плодовитости и колеблется от 48 до 191 икринок на самку.

Половая структура популяции длиннопалого рака на западном шельфе почти стабильна, соотношение самок и самцов составляет примерно 1/1. Но, учитывая то, что на этот показатель влияет комплекс абиотических факторов, наблюдаются закономерные отклонения от нормы в различных вариантах: разрез Губа и Киязи – 1/2, разрез Киязи – 2/1, разрез Абшерон – 1/1,61; 1/1,87 и 1,41/1.

В уравнениях, описывающих зависимость между количеством яиц и массой, а также между количеством яиц и длиной тела коэффициенты  $a$  и  $b$  являются эмпирическими. Значения  $a$  непосредственно зависят от абиотических факторов среды, характеризуют не только длину и массу, но и плотность организма. Коэффициент  $b$  показывает степенную зависимость абсолютной (в том числе рабочей относительной) плодовитости от массы и длины тела у длиннопалого рака.

Статическая оценка связи абсолютной плодовитости с массой тела для частных параболических уравнений у длиннопалого рака Каспийского моря приведена в таблице 1. Анализ данных показывает, что логарифмы абсолютной плодовитости и массы тела длиннопалого рака для всех указанных случаев хорошо коррелируют между собой. Коэффициент корреляции ( $r_{xy}$ ) во всех случаях имеет высокое значение и равен 0,924. С помощью среднеквадратической ошибки каждой прямой  $\ln a$  была определена вероятность отклонений отдельных измерений от ожидаемой средней для *A.leptodactylus*. Все отдельные значения  $E$  (4,21 – 5,62) отклоняются от величины, рассчитанной по уравнению, не более чем на  $\pm 3 \sigma \ln a$ . Следовательно, по уравнению:

$$E = 5,344 W^{0,835 \pm 0,057} \quad (1)$$

данная величина составит  $\pm 3 \times 0,138 = \pm 0,414$ . Если перейти от  $\ln E$  к  $E$ , то крайние пределы максимальных отклонений отдельных величин, ожидаемых по уравнению, составят 1,5 – 2,6 раза в обе стороны для *A.leptodactylus*.

По нашим исследованиям, очень хорошая коррелятивная связь наблюдается и между абсолютной плодовитостью и длиной тела длиннопалого рака. Статистическая оценка связи между абсолютной плодовитостью и длиной тела длиннопалого рака Каспийского моря для частных параболических уравнений приведена в таблице 2. Анализ таблицы 2 показывает, что логарифмическая связь между абсолютной плодовитостью и длиной тела самок для всех указанных случаев подтверждается наличием высокой корреляции ( $r = 0,744$ ). С помощью среднеквадратической ошибки каждой прямой  $\ln a$  была определена вероятность отклонений отдельных измерений от ожидаемой средней для *A.leptodactylus*.

Таблица 1

Статистические показатели зависимости абсолютной плодовитости от сырой массы тела длиннопалого рака *A.leptodactylus*

n	$\sigma_y$	$\sigma_x$	$r_{xy}$	$\sigma \ln a$	$\ln a$	a	$b \pm \sigma_b$
153	0,436	0,547	0,924	0,138	1,675	5,344	0,835±0,057

Таблица 2

Статистические показатели зависимости абсолютной плодовитости от длины тела длиннопалого рака *A.leptodactylus*

n	$\sigma_y$	$\sigma_x$	$r_{xy}$	$\sigma \ln a$	$\ln a$	a	$b \pm \sigma_b$
153	0,255	0,131	0,744	0,091	-0,146	0,864	2,045±0,104

Все отдельные значения E отклоняются от величины, рассчитанной по уравнению, не более чем на  $\pm 3 \sigma \ln a$ . Следовательно, по уравнению:

$$E = 0,864 L^{2,045 \pm 0,104} \quad (2)$$

данная величина составит  $\pm 3 \times 0,091 = \pm 0,273$ .

Таким образом, можно заключить, что сроки размножения длиннопалого рака очень растянуты. Спаривание и откладка яиц происходит при 3 – 7 °С поверхностной температуре воды, а выклев личинок наблюдается в середине июня, иногда даже в июле.

С увеличением массы и длины тела в марсупиуме количество яиц пропорционально увеличивается. У самых маленьких по массе и длине самок, а также у самок предельных линейно-возрастных групп обычно наблюдается низкая абсолютная плодовитость.

Установлено, что не все икринки способны к дальнейшему развитию. Наблюдается в среднем 30 %-ая естественная элиминация, и рабочая плодовитость *A.leptodactylus* составляет 70 % от исходной плодовитости.

Получены уравнения, описывающие зависимость абсолютной плодовитости от массы и длины тела длиннопалого рака. Тем самым была создана простая двухфакторная математическая модель процесса размножения в популяциях *A.leptodactylus*, и наблюдается очень высокая (0,744 – 0,924) корреляция.

## ЛИТЕРАТУРА

- АЗИЗОВ, А.П. 2006. Биоэкологические особенности и промысловые запасы речного рака *A.leptodactylus* прибрежных зон Абшеронского полуострова. *Тр. Института Зоологии*, XVIII, Баку, 257-265.
- АЗИЗОВ, А.П. 2008. Структурно-функциональная характеристика популяции *A.leptodactylus* Esch на западном шельфе Азербайджанского сектора Каспийского моря. *Тр. Азербайджанского Зоологического Общества*, I, 417-421.
- КАСЫМОВ, А.Г. 1994. Экология Каспийского озера. Баку. 240.
- РУМЯНЦЕВ, В.Д. 1974. Речные раки Волго-Каспия. Пищевая промышленность. Москва. 84.
- СТАРОБОГАТОВ, Я.И. 1977. Ракообразные. Определитель пресноводных беспозвоночных России. Т. 2. С-Петербург. 177- 180.
- УШИВЦЕВ, В.Б. 1981. Определение запасов речного рака на Каспии. *Рыбное хозяйство*, 4, 50-51.
- УШИВЦЕВ, В.Б. 1992. Морские объекты промысла. БИВЦ. Каспрыба. 98 – 99.
- УШИВЦЕВ, В.Б., КАМАКИН, А.М. 2000. Раки Южного Каспия (*Decapoda, Astacidae*): распространение. Характеристика биотопов, *Каспийский Плавающий Университет*, НБ, 1, КаспНИРХ, 157.
- ФЕДОТОВ, В.П., ШУМИЛОВА, Т.Е. 1999. Адаптационные реакции сердечной деятельности раков на изменение температуры и pH в среде обитания. *Мат. Межд.Конф., посв. 150-летию И.П.Павлова*, С-Петербург, 376-377.
- ХМЕЛЕВА, Н.Н. 1988. Закономерности размножения ракообразных. Минск. 208.
- ХМЕЛЕВА, Н.Н., ГОЛУБЕВ, А.П. 1984. Продукция кормовых и промысловых ракообразных. Минск. 216.
- ЧЕРКАШИНА, Н.Я. 1970. О размножении раков (*Astacidae*) юго-восточного побережья Каспия. *Гидробиол. журнал*, 6, 4, 104-106.
- ЧЕРКАШИНА, Н.Я. 1975. Распределение и запасы раков рода *Astacus* (*Decapoda*) в туркменских водах Каспия. *Тр. ВНИРО*, 108, 177 – 184.