

АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ

На правах рукописи

УДК 577. 472 ; 595. 384 ; 591. 13 ; 639. 51.

АЗИЗОВ
АФЛАТУН ПОЛАД оглы

БИОЛОГИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС
КРЕВЕТОК КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Гидробиология — 03. 00. 18.

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

БАКУ — 1993

баланса в единицу времени. Выявлены величины использования энергии ассимилированной пищи (K_2) при соматическом, генеративном и экзувиальном росте. Впервые определены величины чистой эффективности генеративного роста для креветок Каспийского моря.

Практическое значение. Выявленные закономерности роста, размножения и продукции креветок могут быть использованы при разработке биотехнических мероприятий по разведению в качестве объекта маринкультуры.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены на научной конференции молодых ученых АН Азербайджана (Баку, 1988), на Первой Международной Конференции по проблемам Каспийского моря (Баку, 1991), на Первой Международной Конференции по биологическим ресурсам Каспийского моря (Астрахань, 1992), на научных семинарах Каспийской биологической станции Института зоологии АН Азербайджанской Республики (1987-1993 гг.) и в лаборатории гидробиологии Института зоологии АН Республики Беларусь (1988, 1991 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 4 научных работ, из которых 1 в соавторстве.

Объем работы. Диссертация состоит из общей характеристики работы, шести глав и списка цитируемой литературы. Основной текст изложен на 186 страниц, включая 39 таблиц и 16 рисунков. Список литературы включает 155 названий, из них 43 на иностранных языках.

ГЛАВА I. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор полевого материала и экспериментальную работу проводили в весенне-летний и осенний период в 1986-1990 гг. на западном побережье Южного Каспия. Часть работы, касающаяся экспериментальных исследований и математического анализа, выполнена в Шиховской базе Каспийской биологической станции Института зоологии АН Азербайджанской Республики и в период командировок в лаборатории гидробиологии Института зоологии АН Республики Беларусь.

Объектами исследования являлись креветки Каспийского моря. Для сбора материалов использовали главным образом сачок диаметром 60 см с частично мальковый трал.

Длину креветок измеряли от заднего края глазной впадины карапакса до конца тельсона. Исследование сырой и сухой масс тела самок, самцов, молоди, яиц и личинок креветок осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками.

Определение калорийности массы тела, яиц и экзувиес производили в расчете на сухое вещество, а калорийности единицы сухого вещества методом бихроматного окисления.

Скорость потребления кислорода измеряли методом замкнутых сосудов с последующим определением кислорода по Винклеру. Траты на дыхание рассчитывали по скорости потребления кислорода, при пересчете использовали оксикалорийный коэффициент $4,86 \text{ кал мл } O_2^{-1}$.

Работа по оценке репродуктивных возможностей выполнялась на самках. Это связано с тем, что существующие методы применимы прежде всего для количественного изучения размножения самок.

Расчет K_2 проводили как за отдельные интервалы времени, так и за отдельные периоды онтогенеза. Чистая эффективность генеративного роста креветок рассчитана по способу, предложенный Л.Л. Нагорской и В.М. Байчоровым (1986).

За абсолютной плодовитостью мы брали первоначальное число яиц в момент их вымета. Возраст определялся по графическому методу Вальфорда (Walford, 1946; Алимов, 1981).

При определении усвояемости пищи нами использован способ измерения усвояемости по разности между потребленной и неусвоенной пищей.

Исследования роста (соматического, генеративного и экзувиального) проводили в лабораторных условиях при постоянных значениях температуры $16; 20; 24^\circ C$. Кривые соматического роста строили на основании результатов обработки материалов по структуре популяции и по уравнениям связи массы с длиной тела. Кривые генеративного и экзувиального роста исследованных видов строили, используя уравнения связи скорости генеративного роста с сырой массой самки и уравнения связи скорости экзувиального роста с сухой предличинной массой тела рачков, рассчитанные нами для креветок Каспийского моря.

Соматическую продукцию определяли по величине абсолютного суточного прироста. Генеративную и экзувиальную продукцию рассчитывали по способу, предложенный Н.Н. Хмелевой и А.П. Голубевым (1984).

За хорошей корреляцией была принята уровень коэффициента корреляции равной 0,7 и выше. Достоверность коэффициентов регрессии оценивали по критерию Студента с числом степеней свободы $k-n-2$. Достоверные границы линии регрессии устанавливали через ошибку регрессии.

Все экспериментальные данные обработаны статистически. Получен-

ные в процессе исследований зависимости представлены графически или в виде расчетных уравнений, для каждого из которых представлена статистическая оценка основных параметров с помощью метода наименьших квадратов. (Длохинский, 1961).

Общее количество определений составляет: длина тела - 6760, сырая масса; тела - 6760, яиц - 425, экзувиев - 327, сухая масса; тела - 986, яиц - 294, экзувиев - 166, калорийность сухого вещества; тела - 200, яиц - 69, экзувиев - 55, дыхания - 186, прирост; абсолютный суточный - 180, генеративный - 85, экзувимальный - 82, рацион - 205, усвояемость - 73, личинки - 64.

ГЛАВА 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО БИОЛОГИИ, РАЗМЕРНО-ВЕСОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КАЛОРИЙНОСТЬ

В Каспийском море обитает два вида креветок (*Palaeomon adspersus* и *Palaeomon elegans*), спавших сюда случайно из Черного моря, при акклиматизации кефали.

В западной части Южного Каспия креветки распространены на каменистых, песчаных, илисто-песчаных и илистых грунтах до глубины 10 м. В холодные время года они держатся на глубине 20 м. В районе исследования соленость воды отличается стабильностью и колеблется в пределах от 12,3 до 13,0‰. Для креветок Каспийского моря температура 20-22°C является оптимальной, а верхняя граница температурного оптимума равна 28°C. В районе исследования содержание растворенного кислорода в воде в весенне-летний период колеблется от 8,74 до 9,36 мл/л. Для нормального функционирования организма креветок минимальное содержание кислорода в воде должно быть 6,01-6,52 мл/л.

Анализ линейно-возрастного состава креветок показал, что максимальная масса самок *P. adspersus* составляет 4725 мг, при длине 63-66 мм, самцов - 2250 мг, при длине 52-55 мм. Максимальная масса самок *P. elegans* составляет 2500 мг, при длине 48-50 мм, самцов - 1410 мг, при длине 37-41 мм.

Минимальные значения массы и длины для молоди обоих видов не отличаются и составляют 102 мг, при длине 10 мм.

В популяции *P. adspersus* в течение года доминируют третья и четвертые размерно-возрастные группы (3I-4I и 4I-5I мм), а основу популяции *P. elegans* составляют особи длиной 3I-4I мм, среди них которые доминируют две последующие размерно-возрастные группы:

3I-4I и 4I-5I мм. Максимальные показатели численности и биомассы креветок наблюдается в мае (58 экз/м² и 107,37 г/м² у *P. adspersus*) и июне (72 экз/м² и 69,26 г/м² у *P. elegans*), а минимальные ранней весной и осенью.

Известно, что между массой (w , мг) и длиной (L , мм) существует степенная зависимость: $w = aL^b$. По эмпирическим данным рассчитаны значения параметров, характеризующих связь между массой и длиной тела у креветок, включая яйценосных и неядценосных самок, самцов и молодь. Численные значения коэффициента a изменяются от 0,088 до 0,585, а степенного коэффициента b от 2,023 до 2,590.

В теле половозрелых особей содержание воды в среднем составляет 74,4%, а у молоди - 80%. Содержание сухого вещества в кладке колеблется в среднем 41,4-43,2%. Существенных сезонных изменений в энергетической ценности единицы массы креветок не происходит и величина ее по всем размерным группам находится в пределах от 4,11 до 4,42 ккал г⁻¹ сухого вещества. С ростом креветок их энергетическая ценность несколько уменьшается, а зольность увеличивается. Максимальное количество энергии заключено в яйцах креветок на начальной стадии развития (6,11 ккал г⁻¹). К концу эмбриогенеза энергетический эквивалент массы яиц снижается на 21,1-25,9%. Калорийность экзувиев с увеличением массы уменьшается и колеблется в пределах 1,05-1,52 ккал г⁻¹ сухого вещества.

ГЛАВА 3. ДЫХАНИЕ

С целью сопоставления среднего уровня газообмена креветок из Каспия нами рассчитаны 6 уравнения связи скорости потребления кислорода с сырой массой тела в температурном диапазоне 15-25°C. Среднее значение Q_{10} равно 1,81. Численные значения коэффициента a изменяются от 0,170 до 0,336, а степенного коэффициента k - от 0,699 до 0,793 (табл. I). Из приведенных данных видно, что значения коэффициента k остаются достаточно стабильными, тогда как с повышением температуры a значительно возрастает, указывая на увеличение интенсивности обмена.

Сходных по массе самцов и неядценосных самок потребление кислорода за единицу времени практически одинаково. Различия в дыхании яйценосных и неядценосных самок креветок в начале эмбриогенеза составляет 0,5-18,8%, а в конце - 99,1-112,4%. Интенсивность дыхания яиц сразу после их вымета в марсупиум может быть в 2-3 раза выше, чем у самой самки без яиц. К концу эмбриогенеза ин-

Таблица 1

Статистические показатели скорости потребления кислорода от массы тела
креветок в Каспийском море

Вид	t°С	n	\bar{L}_t	\bar{L}_t	\bar{L}_{t+1}	lna	a	$k \cdot \bar{L}_t \cdot k$	Уравн. №
Palaeomon adspersus	15	22	0,673	0,854	0,923	-1,7719	0,170	0,787±0,023	1
	20	24	0,906	1,142	0,973	-1,4224	0,246	0,795±0,084	2
	25	24	0,553	0,749	0,906	-1,2310	0,292	0,783±0,116	3
Palaeomon elegans	15	39	0,466	0,579	0,971	-1,7033	0,182	0,699±0,066	4
	20	26	0,575	0,734	0,229	-1,3704	0,254	0,785±0,047	5
	25	21	0,581	0,739	0,936	-1,0906	0,326	0,777±0,063	6

тенсивность потребления зародками кислорода возрастает в 8-12 раз. Следует отметить, что сырая масса отрождаемой молодежи у креветок в Каспийском море практически отличается от исходной массы яйца. К концу эмбриогенеза сухая масса яиц в кладке заметно снижается, что еще больше увеличивает разницу между интенсивностью дыхания яиц на начальном и конечном этапах развития.

ГЛАВА 4. РОСТ И РАЗМНОЖЕНИЕ

Количественные данные по росту необходимы для определения продукции видовых популяций ракообразных, которая обычно рассматривается как сумма указанных приростов всех особей, входящих в состав популяции, за единицу времени.

Анализ общего хода кривых абсолютного суточного прироста показал, что с увеличением возраста суточный прирост уменьшается и приближается к нулю (табл. 2).

Таблица 2

Абсолютный суточный прирост креветок в Каспийском море при 20°С

Вид	Длина к t вре- мени, L _t мм	Масса к t вре- мени, W _t мг	Воз- раст, t мес.	Длина к t+1 вре- мени, L _{t+1} мм	Масса к t+1 вре- мени, W _{t+1} мг	Суточный прирост, dw/dt мг сут ⁻¹
Palaeomon adspersus	15,0	143,08	3,8	23,1	341,86	6,62
	25,5	469,66	6,0	32,3	744,28	9,15
	35,5	935,48	8,6	40,8	1274,19	9,62
	45,5	1718,24	12,3	49,4	1974,29	8,53
	55,5	2681,35	16,5	54,9	2836,23	5,16
65,5	3086,14	46,8	66,6	3900,44	0,47	
Palaeomon elegans	15,0	159,09	4,2	21,7	310,89	5,06
	25,5	477,19	7,0	30,5	646,18	5,63
	33,0	813,72	9,9	36,9	969,72	5,20
	36,0	1089,70	12,6	41,0	1212,76	4,10
	43,0	1407,46	16,8	45,1	1484,00	2,55
	46,0	1767,36	26,6	49,3	1791,36	0,80

В Каспийском море креветки размножаются с апреля по сентябрь. *P. adspersus* приступает к размножению в возрасте 8,6 мес., а *P. elegans* - 9,9 мес. Число пометов у *P. adspersus* за всю жизнь составляет 9-11, а у *P. elegans* - 6-7. Самки *P. elegans* участвуют в размножении только один сезон, а во втором году жизни элиминируются. В зависимости от размеров и возраста количество яиц на одной самке *P. adspersus* колеблется в пределах 348-3442 шт., а на одной самке *P. elegans* - 300-1304 шт. Параметры уравнений, связывающих абсолютную плодовитость с длиной и массой креветок приведены в табл. 3 и 4. Относительная плодовитость колеблется в пределах от 19,4 до 34,8% у *P. adspersus* и от 20,8 до 27,0% у *P. elegans*. Значения длительности эмбрионаза у креветок с повышением температуры уменьшается, находится в обратной зависимости от второго и колеблется в пределах 16 (25°C)-23 (15°C) дней. Скорость генеративного роста креветок с увеличением массы тела возрастает и колеблется от 6,022 до 40,074 кал особь⁻¹сут⁻¹ у *P. adspersus* и от 4,642 до 14,844 кал особь⁻¹сут⁻¹ у *P. elegans*. Статистическая оценка связи скорости генеративного роста с сухой массой тела для частных параболических уравнений у самок креветок приведена в табл. 5. Существовавший между $\ln P_{ov}$ и $\ln W$ высокая корреляция показывает на то, что в 85-90% случаев изменения P_{ov} обусловлены массой самок.

Значения относительной массы у молоди обоих видов минимальны и в среднем составляет 12,6%. У взрослых особей относительные величины массы экзвивей равны 13,7%. Длительность межличинных интервалов с увеличением массы особей возрастает от 14 до 24 суток, а у личиночных самок имеет стабильный характер (21 суток) и с увеличением массы тела не изменяется. Скорость экзвивиального роста с увеличением массы предличинной особи возрастает и находится в пределах 0,633-6,301 кал особь⁻¹сут⁻¹ у *P. adspersus* и 0,542-3,247 кал особь⁻¹сут⁻¹ у *P. elegans*. Статистическая оценка связи скорости экзвивиального роста с сухой предличинной массой тела для частных параболических уравнений у креветок Каспийского моря приведена в табл. 6. Высокая корреляция, существующий между $\ln J_{ex}$ и $\ln W$ говорит о том, что в более чем 90% случаев изменения скорости экзвивиального роста обусловлены массой особей.

Таблица 3

Статистические показатели зависимости абсолютной плодовитости от длины тела креветок в Каспийском море

Вид	n	δ_y	δ_x	r_{yx}	$\delta \ln a$	$\ln a$	a	$c \pm \delta_b$	Уравн. №
<i>Palaemon adspersus</i>	36	0,514	1,077	0,927	0,175	-1,1841	0,306	2,145 ± 0,056	7
<i>Palaemon elegans</i>	20	0,326	0,149	0,970	0,073	-1,3432	0,261	2,137 ± 0,265	8

Таблица 4

Статистические показатели зависимости абсолютной плодовитости от сухой массы тела креветок в Каспийском море

Вид	n	δ_y	δ_x	r_{yx}	$\delta \ln a$	$\ln a$	a	$b \pm \delta_b$	Уравн. №
<i>Palaemon adspersus</i>	36	0,259	0,336	0,942	0,068	0,868	2,382	0,923 ± 0,092	9
<i>Palaemon elegans</i>	20	0,332	0,334	0,975	0,109	0,231	0,794	0,959 ± 0,109	10

Таблица 5

Статистические показатели зависимости скорости генеративного роста с сухой массой тела самки креветок в Каспийском море при 20°C

Вид	n	\bar{z}_y	\bar{z}_x	r _{xy}	\bar{z}_{max}	l _{max}	a	b ± Δb	Уравн. №
Palaeomon adspersus	36	0,505	0,579	0,879	0,244	2,239	9,392	0,825 ± 0,152	II
Palaeomon elegans	20	0,219	0,330	0,950	0,099	1,944	6,988	0,943 ± 0,149	12

- 12 -

Таблица 6

Статистические показатели зависимости скорости аквариального роста с сухой предельночной массой тела креветок в Каспийском море при 20°C

Вид	n	\bar{z}_y	\bar{z}_x	r _{xy}	\bar{z}_{max}	l _{max}	a	b ± Δb	Уравн. №
Palaeomon adspersus	42	0,895	0,824	0,213	0,099	-2,7369	0,061	0,854 ± 0,015	13
Palaeomon elegans	40	0,758	0,714	0,898	0,033	-2,5510	0,078	0,906 ± 0,132	14

- 13 -

ГЛАВА 5. ПИТАНИЕ

Основной задачей при изучении питания креветок было выявление зависимости между величиной суточного рациона и массой тела животных. Величину рационов определяли в опытах суточной продолжительности при индивидуальном кормлении свежей мясистой митиллестера (*Mytilaster lineatus*). Установлено, что у креветок между рационом и массой тела существует четко выраженная положительная зависимость. Расчетные уравнения связи рациона с сухой массой тела креветок имеют следующий вид:

$$R = 0,065W^{0,717} \pm 0,087 \quad (15) \text{ для } P. adspersus$$

$$R = 0,072W^{0,698} \pm 0,027 \quad (16) \text{ для } P. elegans$$

Установленная высокая корреляция ($r=0,967$ у *P. adspersus* и $r=0,944$ у *P. elegans*) в расчетных уравнениях показывает, что в более чем 90% случаев изменения рациона обусловлены массой тела и параболическая связь между R и W во всех случаях сохраняется.

Относительные величины среднесуточных рационов креветок в зависимости от массы изменяются и колеблются в пределах от 4,18 до 10,19% и с увеличением массы тела уменьшаются.

Статистическая оценка связи ассимилированной пищи с сухой массой тела для частных частных параболических уравнений у креветок показала, что в более 90-95% случаев изменения A обусловлены массой особей. Расчетные уравнения связи ассимилированной пищи с массой тела в членном виде выражены:

$$A = 0,049W^{0,738} \pm 0,075 \quad (17) \text{ для } P. adspersus$$

$$A = 0,055W^{0,732} \pm 0,104 \quad (18) \text{ для } P. elegans$$

Величина усвояемости животной пищи (мясо митиллестера) у креветок колеблется в пределах от 66,9 до 84,3% и в среднем равна 76%. С увеличением массы тела креветок количество усвоенной пищи возрастает и находится в пределах от 0,011 до 0,120 ккал экг^{-1} у *P. adspersus* и от 0,021 до 0,087 ккал экг^{-1} у *P. elegans*. Креветки предпочитают животную пищу, но при отсутствии этой пищи у них вначале угнетений не наблюдается и они быстро переключаются на растительную пищу.

Анализ содержимое желудков показал, что они в основном

ях Каспийского моря питаются в основном детритом (36,3-38,9%), ракообразными (25,1-37,4%) и водорослями (9,6-21,0%).

Таким образом, креветки в условиях Каспийского моря являются всеядными животными и у них ярко выражено хищничество на наблюдается.

ГЛАВА 3. ПРОДУКЦИЯ, ПОТОК ЭНЕРГИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Продукция популяции животных представляет собой скорость образования ее биомассы. Для расчета баланса энергии у животных было предложено несколько схем (Ивлев, 1939; Brody, 1945; Винберг, 1962 и др.). Наиболее простое и удобное балансовое равенство, предложенное Г.Г. Винбергом

$$R = T + P + E \quad (19)$$

где R - рацион или количество энергии, поступившее в организм с пищей; T - траты энергии на обмен; P - количество вещества или энергии, использованное на прирост животных; E - неуловленная часть рациона.

Установленные Г.Г. Винбергом закономерности сделали возможным совместного изучения рассматриваемых процессов, взаимной коррекции данных по росту и обмену в естественных условиях, расчета пищевых потребностей организма и оценки его роли в пищевой цепи и в превращении вещества и энергии.

Исследования суточного баланса креветок при питании мясом мидий показали, что с увеличением массы тела количество потребленной пищи закономерно возрастает и в конечном итоге превышает начальную величину примерно в 11 раз у *P. adspersus* и в 6 раз у *P. elegans*. По сравнению с энергетической ценностью рациона затраты энергии на дыхание возрастает с большой скоростью, так как у особей предельных размеров в процессе дыхания расходуется в 9-23 раза больше энергии, чем у сеголеток. Траты на обмен (T) в начале жизни *P. adspersus* составляют примерно 1/3, а в конце - 3/4 часть энергии рациона. Идентичная картина наблюдается у *P. elegans*. Траты на обмен в начале жизни составляют 1/3, а в конце - 3/4 часть энергии рациона.

Аналогичные изменения доли затрат на дыхание наблюдается по показателю T/A . Количество энергии, идущая на дыхание в процессе роста у креветок закономерно повышается и в конце жизненного цикла составляет около 100%. Эти изменения связаны прежде всего с

возрастными различиями в распределении энергии на процессы роста и обмена. В начале жизни креветок значительная часть энергии ассимилированной пищи используется на рост, позднее он замедляется, а к концу жизни практически прекращается. Величины осей видов коэффициентов роста K_1 и K_2 по мере приближения к дефицитной массе животных закономерно снижаются и приближаются к нулю (табл. 7). С увеличением возраста креветок удельная скорость роста массы как правило, снижается от 0,0483 до 0,0001 сут⁻¹ у *P. adspersus* и от 0,0318 до 0,0003 сут⁻¹ у *P. elegans*.

Наибольшая биомасса и продукция креветок за период исследования приходилась на летний период, когда в популяциях отмечено максимальное количество взрослых животных, а наименьшая - за весенний и осенний период, что связано в первом случае с наличием в популяциях максимальное количество личинок и молоди, а во втором - с осенней откошкой.

Как видно из табл. 8, с увеличением массы самок креветок количество потребленной ими пищи возрастает. Значения K_1 и K_2 остаются почти на том же уровне, как при суточном балансе (табл. 7). В период образования яиц значения P/T колеблется от 0,25 до 0,43. Показатель T/A по своим значениям приближается к данным для неполовозрелой молоди (табл. 7). Из анализа показателя T/A следует, что в среднем 70-80% энергии ассимилированной пищи расходуется на дыхание самок креветок.

Эффективность использования ассимилированной энергии за генеративный цикл - период образования второй яичекладки - у *P. adspersus* оказалась равной 23-29% для рачков весовой, 25-32% - летней, 21-33% - осенней генерации, а у *P. elegans* - 20-24% - весовой, 20-25% - летней, 22-27% - осенней генерации. Довольно близкие значения данного показателя получены у креветок из одной популяции при различающихся размерах и массе тела. Несмотря на то, что за период размножения (с апреля по октябрь) температура воды колеблется от 16°C до 25°C, эффективность использования ассимилированной энергии за генеративный цикл $K_{2\%}$ почти не изменяется и имеет стабильный характер.

Расчет чистой эффективности генеративного роста выявило, что у креветок 75-84% энергии, рассеиваемой за генеративный цикл, идет на удовлетворение собственных метаболических нужд самок и 16-25% на образования генеративных продуктов и их метаболизм. Чистая эффективность эмбрионального роста или эффективность утилизации

Таблица 7
Суточная белая энергия креветок в Каспийском море при питании миксом микроводорослей при 20°C

Вид	W, мг	P, ккал	S, ккал	A, ккал	K, ккал	U, %	K ₁	K ₂	U/R, %	T/A, %	P/T
<i>Palaeomonetes</i>	143,08	5,84	5,84	11,66	16,13	72,3	0,36	0,50	36,2	50,1	0,99
<i>adspersus</i>	469,66	7,90	20,15	28,05	37,81	74,2	0,21	0,28	53,3	71,8	0,39
	985,48	8,48	39,99	48,47	64,32	75,4	0,10	0,17	62,1	82,5	0,21
	1718,24	7,44	65,52	73,05	95,82	76,2	0,08	0,16	68,5	89,8	0,11
	2681,35	4,15	97,32	101,47	131,84	76,9	0,03	0,04	73,8	95,5	0,04
	3886,14	0,40	133,03	133,43	172,03	77,5	0,002	0,003	77,5	99,9	0,003
<i>Palaeomonetes</i>	159,06	1,44	9,88	14,32	19,96	71,4	0,22	0,31	49,5	59,0	0,45
<i>elegans</i>	477,19	4,77	27,22	32,00	42,96	74,5	0,11	0,15	63,4	85,1	0,18
	813,72	4,57	42,72	47,29	62,35	75,8	0,07	0,10	63,5	90,3	0,11
	1089,70	3,96	54,60	58,56	76,14	75,9	0,05	0,07	71,7	83,2	0,07
	1407,46	2,02	68,81	70,83	91,39	77,3	0,02	0,03	75,1	97,1	0,03
	1767,56	0,32	81,96	83,44	107,14	77,3	0,006	0,008	76,5	98,2	0,008

Таблица 8

Белая энергия сухих креветок в Каспийском море за период образования личи при 20°C
(кал ккал⁻¹)

Вид	W, мг	D, сут	K, ккал	T, ккал	S, ккал	U, %	K ₁	K ₂	T/R, %	S/A, %	P/S/T
<i>Palaeomonetes</i>	727	13	982,62	470,53	152,37	63,4	0,16	0,24	47,9	75,5	0,32
<i>adspersus</i>	3953	19	3306,75	1790,44	770,50	77,4	0,23	0,30	54,1	69,9	0,43
<i>Palaeomonetes</i>	715	10	1082,41	459,83	118,11	54,3	0,11	0,20	43,4	79,9	0,25
<i>elegans</i>	1923	12	2159,25	1023,86	323,45	62,6	0,15	0,24	47,4	75,7	0,32

желтка яйца у креветок в Каспийском море колеблется в пределах 62,5-68,4%.

Величина генеративного прироста (P_g) у самок *P. adspersus* за полный жизненный цикл равна 2064,80 кал, а у самок *P. elegans* - 979,21 кал. Наибольшая генеративная продукция самок креветок приходилась на летний, а наименьшая - весенний и осенний периоды.

Величина экзувильного прироста (P_{ex}) у особей *P. adspersus* за полный жизненный цикл равна 2524,320 кал, в том числе у молодежи - 137,217 кал, самцов - 916,923 кал, яйценосных самок - 1470,180 кал. Величина P_{ex} у *P. elegans* за полный жизненный цикл составляет 1566,391 кал. Количество экзувильной продукции у молодежи составляет 133,045 кал, самцов - 590,355 кал, яйценосных самок - 832,991 кал.

В период наступления половозрелости, у взрослых самцов и самок, энергия, идущая на пластический обмен, с увеличением массы тела и возраста уменьшается и соотношение F_w/F_{en} колеблется в пределах 9,56-1,04 у *P. adspersus* и 7,29-0,16 у *P. elegans*. Если в организмах креветок основная часть энергии аккумулируется и используется на соматический рост, то у взрослых самцов и самок эта энергия в основном идет на образование внешних покровов. С увеличением возраста на новообразование внутренних тканей используется все меньшая часть энергии.

При учете экзоскелетов общий ход изменения ряда показателей ($T/A, T/R, P/T$), включая показатели K_1 и K_2 , остается стабильным и сходным с полученным при расчете суточного баланса энергии у креветок в Каспийском море (табл. 7). Однако, абсолютные значения большинства величин (P_{ex}, T, R и др.) имеют четкую тенденцию к уменьшению у молодежи и к увеличению у животных с дефинитивными размерами.

ВЫВОДЫ

1. Креветки в Каспийском море попали при акклиматизации кефали из Черного моря, где успешно прижились и стали массовыми формами мелководья. В Каспии обитает 2 вида креветок: *Palaeomon adspersus* и *Palaeomon elegans*.

2. В западной части Южного Каспия креветки распространены повсеместно до глубины 10 м, самки они держатся на глубине 20 м. Максимальная численность и биомасса креветок наблюдается в мае-июне, максимальная - ранней весной и в конце осени.

3. Максимальная масса омов *P. adspersus* составляет 4725 мг, при длине 66 мм, самцов - 2250 мг, 55 мм, а у самок *P. elegans* - 2500 мг, 50 мм, самцов - 1410 мг, 41 мм. Минимальные параметры саголеток, обоих видов не отличаются и в среднем составляют: 105 мг, 10 мм.

4. На ранних стадиях онтогенеза рост креветок имеет экспоненциальный характер. В целом, для креветок характерен S-образный тип роста. Удельный прирост снижается с 0,0463 до 0,0001 сут⁻¹ у *P. adspersus* и с 0,0318 до 0,0005 сут⁻¹ у *P. elegans*. Масса тела пропорциональна их длине, возведенной в степень 2,246-2,590 у *P. adspersus* и 2,023-2,268 у *P. elegans*.

5. Калорийность креветок находится в обратной зависимости от массы тела и в размерном диапазоне снижается от 4,47 до 3,75 ккал г⁻¹ сухого вещества. Максимальная калорийность отмечена для лич на первых стадиях развития (6,1 ккал г⁻¹). Калорийность экзувильных с увеличением массы тела уменьшается от 1,52 до 1,05 ккал г⁻¹ сухого вещества.

6. Скорость дыхания находится в степенной зависимости от массы тела у креветок и независимо от температурного оптимума параболическая связь между Q и T сохраняется. Интенсивность обмена значительно колеблется в разных стадиях личиночного цикла и закономерно повышается в процессе эмбриогенеза.

7. Продолжительность личиночного цикла по мере роста рачков возрастает. Скорость экзувильного роста креветок описывается параболическими уравнениями и пропорциональна их сухой предличинной массе, возведенной в степень 0,854 для *P. adspersus* и 0,806 для *P. elegans*.

8. Креветки в Каспийском море размножаются с апреля по сентябрь. Количество яиц на одной самке *P. adspersus* в зависимости от размера и возраста колеблется от 348 до 3442 шт., а на одной самке *P. elegans* - от 300 до 1304 шт. Число яиц в кладке пропорционально длине омов в степени 2,145 и 2,237 и их массе 0,623 и 0,959, соответственно. Значения относительной плодовитости креветок с продвижением с севера на юг, т.е. в условиях Каспийского моря снижаются.

9. Изменение скорости генеративного роста креветок около 90% случаев обусловлены массой самок и между ними существует параболическая зависимость со степенными коэффициентами 0,825 для *P. adspersus* и 0,943 для *P. elegans*.

10. Величины среднесуточных ратмонов и ассимилированной энергии являются функциями сухой массы тела креветок, численные значе-

ния степенных коэффициентов равны 0,717 и 0,698 и 0,738 и 0,732, соответственно. С увеличением массы тела относительная величина среднесуточных рационов уменьшается от 10,19 до 4,18%. Средняя величина усвояемости пищи составляет 76,0%.

11. В начальный период жизни значительная часть энергии ассимилированной пищи идет на рост, позже он замедляется и основная часть энергии расходуется на энергетический обмен креветок.

12. 75-84% энергии, расходуемой за генеративный цикл, идет на собственные метаболические нужды самок, а всего 16-25% энергии - на образование генеративных продуктов и их метаболизм.

13. В начале жизни креветок основная часть энергии используется на истинно соматический прирост и значительная меньшая - на образование аксоголлета. С приближением к дефинитивным размерам, энергия ассимилированной пищи распределяется у особей *P. adspersus* на соматический и аксувиальный прирост практически одинаково, а у *P. elegans* большая часть энергии идет на обеспечение линьки.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Соотношение сухой и сухой массы тела креветок в западной части Южного Каспия - Тр. Конф. молодых ученых, посвя. 70-летию ВМКСМ, Баку: Элм, 1988, I С.
2. Материалы по биологии и экологии креветок из Каспийского моря - Изв. АН Азерб. ССР, Сер. биол. наук, 1988, № 4, 15 С. (соавтор Т.М. Пятакова)
3. Сравнительная оценка эффективности использования ассимилированной энергии за генеративный цикл у креветки *Palaeomonetes adspersus* из западного побережья Южного Каспия - Тез. докл. Первой Международной Конференции по проблемам Каспийского моря, Баку: Элм, 1991, 3 С.
4. Калорийность и зольность креветок западной части Южного Каспия - Тез. докл. Первой Международной Конференции по биологическим ресурсам Каспийского моря, Астрахань, 1992, 2 С.

Ә.П.Әббас

Хәзәр дөнизи креветка хәрчәнлиринин биологикасы ва энәржи билансы
(Хуләсә)

Креветка хәрчәнликләри вәтәкә, иглимләшдирмә вә марикултура объектими кими чох мһүм әһәмијјәтә малиқидирләр. Бунунла әләгәдәр Хәзәр дөнизиндә креветкаларин энәржи балансынн әјрәнлимәсинин бәјтәк әһәмијјәти вардыр.

Материалын топланмасы вә экспериментләр 1986-1990-чы илләрдә јаз-јай вә пәјиз фәсилләриндә апарылмышдыр. Тәдқиғат заманы 6760 әләд креветка хәрчәнлинин бисанәлизи апарылмыш, експериментләрдә 1500 әләд креветкадан истифадә етилmişди.

Илк дәфә Хәзәр дөнизиндә креветкаларин тәбији популјасиялариндә энәржи балансынн әләментләри, онларин гилдәлигасы, тәнәффүс, бәјтәмәси вә чохалмасынн имуми гәнунәүјгундуғларин әјрәнлимәлиди.

Креветкалар үчүн S-шәкили тип бәјтәмәнин хәрәкәт ошмасынн бәхмәјарағ, онтогенезин илк мәрһәләләриндә силарин бәјтәмәси даим әртәк бәјтәмәјә үјгүн кәлир. Күоуси артин әмәалк бәдән күтләси вә јаш әртәдигә *P. adspersus* үчүн 0,0463-дән 0,0001 сут⁻¹ -ә гәләр, *P. elegans* үчүнә 0,0518-дән 0,0005 сут⁻¹ -ә гәләр авалыр.

Креветкаларин бә силарин әкзувилеринин калорилијү бәдән күтләси илә тәрә мүтәнасиб олус 4,75-3,75 ккал г⁻¹ һәддиндә бәдән, 1,52-1,05 ккал г⁻¹ һәддиндә әкзувиләр үчүн дәјишиләр. Ән јүксәк калорилик иншитафән илк мәрһәләләриндә олан јумурталар үчүн мү-әјјә.. едилmişди (6.11 ккал г⁻¹).

Тәнәффүс сүр'әти, генератив бәјтәмә сүр'әти, гәбул едилmiş гилдәлиг мигдари, менисәмилиқ гилдәлиг мигдари, әкзувил бәјтәмә сүр'әти, һәмчинин јумурталарин күтләг сәјм креветкаларин бәдән күтләсиини функцијасы олус параболлиқ асылдығлар шәклидә ифадә едилди. Креветкаларин бәдән күтләси вә јумурталаринин күтләг сәјм һәмчинин онларин үзүндүғларинин функцијасындя. Креветкаларин бисанәлигиндә вә експериментләрдә алынмыш нәтичәләр әсосундә јумурталариндә кәстәрилән асылдығларин ризаји ифадәси һесабама тәлиқләри шәклидә һазырин илдә әв әксини тапмышдыр. Тәдқиғат нәтичәсиндә алынмыш бүтүн параболлиқ асылдығларин статистик гәјмәти верилmişди.

Креветкаларин тәнәффүсүнн интенсивлији әмбриокенәз мүддәтиндә гәнунәүјгун оларағ әртәр вә әкзувилерин дәјишилмәсинин күтләг мәрһәләләриндә кениш һәддә дәјилиндә дәјишилди. Әкзувилерин дә-

җилиәси мүддәти креветкаларын күтләси артымча уңгун оларга 14-дән 23 сүткаја гәдәр артыр. Макки јумурталы диши фәрдләрдә бу кәстәркчә сабит олуб 21 сүтка тәккии едир. Гәбул едилмиш гиданын нисби орта сүткалыи миғдары креветкаларын бәдән күтләси артымча 10,19 - дән 4,18%-ә гәдәр азашыр.

Онтогенези илк мәрһәләләриндә мөнимсәкиллиш гиданын енерҗисини јарысында чоху соматик бәјүмәјә сәрф едилир, сонра бәјүмә зәифләјир вә дәмәк олар ки, дајаныр. Енерҗинин дәмәк олар ки, һамасы (98,2-99,9%) енерҗетик мутбәдиләјә сәрф олунур.

Мүәјјән едилмишдир ки, мөнерализ токи әрәиндә сәпәләниш енерҗинин 75-84% - и диши фәрдләрин метаболик тәләбатларынын тә'мини үчүн, јалишә 16-25%-и - кәнератив мөһсулун әмәлә кәлмәси вә онун тәләффусу үчүн истифадә едилир.

Онтогенезин илк мәрһәләләриндә мөнимсәкиллиш гиданын енерҗисини (I_2) әсас һиссәси соматик артына, чох аз һиссәси екзувиал артына сәрф едилир. Дефинитив өлчүлу *P. adspersus* -үн фәрдләриндә бу енерҗи соматик вә екзувиал артына бәрәбәр пәјланыр, әлкин *P. elegans* -ки фәрдләрикдә енерҗини әсас һиссәси екзувиал артына кәдир.

Тәдҗитәг нәтиҗәсиндә креветкаларын бәјүмәси, чохалмәси вә мөһсулдарлығы гәрә алынмиш мө'луматлар онларын маркултура объект кәли артырлмәсиндә истифадә олуначагдыр.

A.P. Azizov

Biology and energy balance of shrimps of Caspian Sea
(Summary)

Shrimps are of particular practical importance as an object of fishery, acclimatization and marine culture. In this connection investigation of energy balance of shrimps in Caspian Sea is of great importance.

Collection of field material and experimental researches have been carrying out in spring and summer and autumn periods in 1986-1990.

In the course of researches 6760 shrimps were subjected to bio-analysis, 1500 shrimps were used in experiments.

For the first time effected the investigation of elements of energy balance on natural populations of shrimps in Caspian Sea. Established general appropriatenesses of shrimps nutrition, respiration, growth and reproduction.

During early stages of ontogenesis shrimps growth has exponential nature. As a whole S-shaped type of growth is typical for shrimps. Factor of specific increase reduces from 0,0463 up to 0,0001 twenty four hours⁻¹ for *P. adspersus* and from 0,0318 up to 0,0005 twenty four hours⁻¹ for *P. elegans*.

Calorie content of shrimps and their exuviae is in inverse dependance from body mass; body's calorie content is within 4,75 - 3,7 kilocalories gr⁻¹. Maximum calorie content was fixed at five stages of development (6,11 kilocalories gr⁻¹).

Speed of respiration, speed of generative growth, amount of food allowance, amount of food assimilated, speed of exuvialic growth as well absolute fertility are functions of shrimps body. Mass and expressed in state of parabolical dependances. Shrimps body mass and their absolute fertility are functions of shrimps body length. All aforesaid dependances obtained in the course of investigations are expressed as numeral equations in present work. All parabolical dependances obtained are treated statistically.

Metabolism intensity considerably fluctuates in different stages of moulting cycle increases from 14 up to 23 twenty-four hours. But this exponent for oviparous females bears stable nature and makes 21 twenty-four hours. With increase of body mass relative rate of average daily food allowances decreases from 10,19 up to 4,18%.

In initial existence period more than half of energy of food assimilated are spent to growth, later on the growth becomes slower and practically ceases. Nearly all energy (98,2-99,9%) are spent to energy metabolism of shrimps.

It is established that 75-84% of energy scattered during generative period are used to females' own metabolic needs and only 16-25% of energy - to development of generative products and their metabolism.

In initial life period of shrimps the main part of energy is used to truly somatic growth and considerably the lesser part of it - to development of exoskeleton. With approaching to definitive dimensions, energy of food assimilated is allotted to somatic and exuvial growth practically in equal measure for *P. adspersus* individuals and for *P. elegans* the greater part of energy is used to provide moult.

All appropriatenesses of growth, reproduction and production of shrimps exposed will be used when working out biotechnical measures for their breeding as an object of marine culture.

A. H. H. 1307 -