

УДК 574.5:638.51

В. Ф. Кулеш

ПОТРЕБЛЕНИЕ И УСВОЯЕМОСТЬ ПИЩИ У ДЕСЯТИНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ

Рассчитана зависимость массы суточного пищевого рациона от массы тела у представителей отряда Decapoda, которая репрезентативно описывается степенным уравнением. Усвояемость пищи десятиногими ракообразными в большинстве случаев превышает 90%. Установлено, что этот показатель относительно постоянный при разной температуре и не зависит от возраста животных.

Ключевые слова: десятиногие ракообразные, креветки, речные раки, крабы, суточный рацион, усвояемость, подогретая сбросная вода ТЭС.

Десятиногие ракообразные (отряд Decapoda) являются важнейшим элементом пищевых цепей водных экосистем. Это ресурсные виды, которые традиционно ценятся на внутреннем и мировом рынке как деликатесный продукт питания, а также сырье для легкой и фармацевтической промышленности.

Исследование закономерностей питания животных является одной из важнейших задач трофологических исследований [17]. Подходы к изучению питания декапод весьма разнообразны и зависят от особенностей животных и специфики их мест обитания. Достигнут значительный успех в установлении состава пищевых спектров в естественных условиях и разработке различных комбикормов при ведении аквакультуры на всех этапах жизненного цикла. В подавляющем большинстве эти сведения касаются замены живых кормов или поиска разнообразных пищевых добавок к ним при искусственном культивировании, особенно на начальных этапах онтогенеза [2, 5, 24, 25, 29, 37, 40, 41].

В то же время необходимо отметить слабую изученность количественных закономерностей питания, хотя уже давно было признано, что низкая эффективность искусственных кормов обусловлена ограниченным знанием пищевых потребностей ракообразных [32, 46]. В литературе имеются лишь отрывочные сведения о размере суточного рациона и его усвояемости для некоторых видов пресноводных креветок и речных раков при разной температуре [14, 24, 25, 27, 30, 35, 39, 42, 43].

© В. Ф. Кулеш, 2015

Количественная оценка энергии, поступающей в организм с пищей, степени ее утилизации и дальнейшего распределения на энергетический обмен, рост и другие физиологические процессы животных необходима при энергетической оценке промысловых видов гидробионтов, их пищи и продуктов обмена, выделяемых в окружающую среду, особенно при сравнении различных способов товарного культивирования [17]. Эффективность питания в аквакультуре зависит от оптимального размера рациона, адекватных физических особенностей пищи и возможности использовать местные, более доступные корма. В этом отношении количественная оценка пищевых потребностей организма, определяемая посредством значений суточного рациона и усвояемости пищи, помогает не только выяснить наиболее существенные трофические связи в водных экосистемах, но и способствовать целенаправленному поиску пищевых ресурсов при ведении аквакультуры. Для ориентировочной оценки получаемых в эксперименте данных, особенно при ведении аквакультуры, полезно рассчитать средние значения суточного потребления и усвояемости пищи в пределах отряда десятиногих ракообразных в зоне толерантных температур.

Таким образом, целью настоящего исследования был сравнительный анализ потребления и усвояемости пищи десятиногими ракообразными на основе результатов собственных экспериментальных исследований и литературных данных, определение среднего уровня суточного потребления пищи в зависимости от массы тела для отряда Decapoda в пределах толерантных температур. При этом особое внимание уделялось анализу усвояемости корма при разных условиях культивирования.

Материал и методика исследований. Проведена сравнительная оценка по литературным данным размера рациона и его усвояемости у представителей отряда десятиногих ракообразных с результатами собственных исследований. Анализировали данные для декапод разной экологической принадлежности в интервале толерантных температур (10—30°C). Объектом экспериментальных исследований были два вида пресноводных креветок: восточная речная креветка *Macrobrachium nipponense* (De Haan) (субтропический вид) и гигантская пресноводная креветка *M. rosenbergii* (De Man) (тропический вид). Пищевые рационы определяли при оптимальной температуре (25°C) в лабораторных условиях. Усвояемость пищи для гигантской тропической креветки и восточной речной креветки устанавливали соответственно при 25° и 10—30°C. Креветкам предлагали естественные кормовые объекты из экосистемы водоема-охладителя Березовской ГРЭС (Брестская обл., Беларусь): личинки хирономид, брюхоногие моллюски из земляных рыбоводных прудов, питаемых теплой сбросной водой теплоэлектростанции, и отходы карпового комбикорма, оседающие на дно теплого сбросного канала при садковом содержании рыб.

Для измерения суточных рационов и усвояемости молодь и половозрелых особей приблизительно одного физиологического состояния (на середине межлиночного цикла) содержали индивидуально в аэрируемых аквариумах, помещенных в термостаты с заданной температурой, предварительно выдерживая без пищи до полного освобождения кишечника. Корм вносили в избытке небольшими порциями несколько раз в течение экспозиции,

что давало возможность корректировать его необходимое количество и исключало разложение, если корм не потреблялся. Перед внесением в опытную емкость корм обсушивали на фильтровальной бумаге и взвешивали. Одновременно отбирали пробы для определения сухой массы и калорийности. Каждый экспериментальный вариант повторяли не менее 20 раз.

Размер суточного рациона (r , г) определяли по уравнению для расчета суточного рациона у фильтраторов, исключив в числителе значение объема пищевой взвеси [17]:

$$r = \frac{(W_0 - W_1)}{n\tau},$$

где W_0 — начальное количество корма, г; W_1 — количество корма в конце эксперимента, г; n — количество животных; τ — экспозиция, ч.

Усвояемость рассчитывали формуле [17]

$$U^{-1} = \frac{P - f}{P} 100,$$

где U^{-1} — усвояемость, %; P — количество потребленной пищи, кал; f — количество неусвоенной пищи (фекалий), кал.

Калорийность креветок, креветочного корма и фекальных pellets определяли методом мокрого сжигания в модификации А. П. Остапени [9]. Полученный материал обрабатывали с применением программного пакета STATISTICA-6,0. Оригинальные данные в таблицах 1 и 2 приведены в виде среднего и стандартного отклонения.

Результаты исследований и их обсуждение

В таблице 1 приведены значения суточных рационов пресноводных креветок, полученные в эксперименте на сбросной подогретой воде ТЭС, и литературные данные по другим представителям декапод.

У креветок разной экологической принадлежности суточный рацион колеблется в очень широких пределах — от 50,0% массы тела у ювенильных *Penaeus japonicus* до 1,4% у половозрелых *Pandalus kesslery*. У крабов уровень потребления пищи значительно ниже — от 20% у мальков камчатского краба *Paralithoides camtschatica* до 0,7% у взрослых *Eriphia spinifrons*. У ювенильных и половозрелых особей речных раков этот показатель составляет (см. табл. 1) соответственно 38,5 (*Astacus leptodactylus*) и 0,7% (*Pacifastacus leniusculus*).

Как показали наши исследования, суточный рацион *M. nipponense* более чем в два раза больше, чем у креветок близкого экологического статуса *M. lanchesteri* и *M. lamarrei*. Рацион *M. rosenbergii*, наоборот, на порядок ниже, чем у одновозрастных особей индийской тропической креветки *M. malcolmsonii*. В какой-то мере такое разночтение можно объяснить различным по-

1. Суточный рацион десятиногих ракообразных

Виды ракообразных	Масса тела, г	t, °C	Суточный рацион, % массы тела	Состав корма	Литературные источники
Креветки					
<i>Leander adspersus</i>	0,26	16	9,0—10,0	Личинки хирономид	[4]
	0,26	23	16,0	То же	
	0,26—0,34	15	8,3—6,5	Мелкие моллюски, <i>Tubifex</i> sp.	[33]
	0,26—0,34	20	15,5—12,1	То же	
	2,5	20	4,2	Личинки хирономид	[18]
<i>Macrobrachium lanchestery</i> (De Man)	0,42	20	4,5	<i>Tubifex</i> sp.	[42]
	0,72	20	7,9	То же	
	0,72	20	4,0	Водоросли	
<i>M. lamarrei</i> (H. Milne Edwards)	0,46	25	10,0	Гамбузия	[35]
<i>M. lar</i> (Fabr.)	16,4	28	12,5	Водоросли	[39]
	16,4	28	9,2	Комбикорм	
<i>M. malkolmsonii</i> (H. Milne Edwards)	26,7	27—29	47,7	Головастики	[47]
<i>M. nipponense</i> (De Haan)	0,1 ± 0,02	25	42,7 ± 6,6	Личинки хирономид	Оригинальные данные
	6,2 ± 0,8	25	5,0 ± 1,1	То же	
	8,8 ± 1,2	25	6,1 ± 2,1	Брюхоногие моллюски	
	10,0 ± 1,7	25	6,9 ± 1,9	Отходы карпового комбикорма	[7]
<i>M. rosenbergii</i> (De Man)	0,03 ± 0,01	25	37,4 ± 8,9	Личинки хирономид	Оригинальные данные
	19,0 ± 3,3	25	4,7 ± 1,3	То же	

Продолжение табл. 1

Виды ракообразных	Масса тела, г	t, °C	Суточный рацион, % массы тела	Состав корма	Литератур- ные источ- ники
	19,1 ± 2,7	25	2,9 ± 0,7	Брюхоно- гие моллю- ски	
	19,0 ± 4,5	25	3,4 ± 0,9	Отходы карпового комбикор- ма	
<i>M. rosenbergii</i>	2,0—3,0		30,0—23,0	Личинки хируномид	[15]
	15,0—20,0	—	10,0—7,0		
	25,0—40,0		7,0—5,0		
<i>M. rosenbergii</i>	20,0—40,0	28— 30	2,0—15,0	Рыбный фарш, ком- бикорм	[5]
<i>Metapenaeus dobsoni</i> (Miers)	0,3—0,45	20— 25	10,0—5,0	Мидии	[50]
<i>M. monoceros</i> (Fabr.)	0,54	26— 28	5,2	Рыба	[44]
<i>Pandalus kessle- ry</i> Czerniavsky	0,2—26,3	16	6,9—1,4	Мелкие моллюски, детрит	[10]
<i>Palaemonetes pugio</i> Holthuis	0,16	20	10,1	Диатомо- вые водо- росли	[34]
<i>Penaeus merqu- ensis</i> De Man	0,5—1,3	25	10,0—7,0	Комбикорм	[45]
<i>P. japonicus</i> (Bate)	0,1—20,3	25	50,0—5,0	Рыба, мол- люски	[3]
Крабы					
<i>Carcinus maenas</i> (L.)	20,0—85,0	20	3,0—1,4	Ставрида	[1]
<i>Eriphia spinifro- us</i> (Fors.)	111,0— 229	20	0,8—0,7	То же	[1]
<i>Menippe merce- naria</i> Say	50,0—500	25— 27	3,6—1,7	Половые железы ми- дий	[17]
<i>Pachigrapsus marmoratus</i> (Fabr.)	1,8—13,6	20	4,1—1,7	То же	[1]

Продолжение табл. 1

Виды ракообразных	Масса тела, г	t, °C	Суточный рацион, % массы тела	Состав корма	Литературные источники
<i>Paralithoides camtschatica</i> (Til.)	~4 (ма-лек)	10—13	15—20	Мясо кальмара, креветки, мидии	[5]
<i>Xanto hydrophilus</i> Herbst.	0,6—6,4	20	6,0—1,3	Половые железы мидий	[1]
Речные раки					
<i>Astacus astacus</i> L.	0,1	20±0,3	25,2	Сухой форелевый комбикорм	[11]
<i>A. astacus</i>	1,0	20	7,5	—	[14]
	10,0	20	4,7	—	
<i>A. astacus</i>	0,04—0,13		36,8—15,0	Дафнии, хара, фарш из рыбы и селезенки	[19]
<i>A. leptodactylus</i> (Esch.)	30,0—35,0	—	2,0	—	[6]
	0,03—31,9	18—20	38,5—2,01	Кормосмесь АД-1*	[25]
	0,2	20—23	5,0	Комбикорм	[8]
	1,0	20—23	2,0	То же	
<i>Pontastacus cubanicus</i> (Birst. et Winogr.)	17,8	20	6,4	Сырой корм	[24]
<i>Pacifastacus leniusculus</i> Dana	0,03—1,1	20±1	15,0—4,0	Лососевый комбикорм** и науплии артемии	[31]
<i>P. leniusculus</i>	30,0	17	2,1—1,0	—	[23]
<i>P. leniusculus</i>	45,6—100,0	20	2,5—0,7	Фарш из рыбы и селезенки	[12]

* Пшеничные отруби 20%, ячмень 10%, шрот подсолнечниковый 20%, шрот соевый 5%, рыбная мука 12%; ** белок 54%, липиды 18%, целлюлоза 0,08%, зола 12%, фосфор 1,8%, витамин А.

треблением пищи в течение межлиночного периода, на протяжении которого рацион может изменяться более чем в пять раз [7]. Близкие к нашим данные по уровню потребления личинок хирономид креветкой *M. rosenbergii* были получены в Астраханской области. Так, суточный рацион ювенильных особей массой 2—3 г в лабораторных условиях составил 23—30%, а половозрелых — 5—10% массы тела [15]. Аналогичные значения характерны для этого вида при культивировании в пластиковых бассейнах (при 27—29°C) [5].

Уровень потребления пищи *M. rosenbergii* близок к таковому крабов *Menippe mercenaria*, широкопалого (*Astacus astacus*) и длиннопалого (*A. leptodactylus*) раков [8, 14, 17, 23, 25]. Суточный рацион особей кубанского рака (*Pontastacus cubanicus*), который является типичной формой длиннопалого рака Азовского бассейна (цит. по [24]), массой от 0,034 до 31,9 г изменяется в пределах 38,5—2,01% массы тела [24], что полностью соответствует суточным рационам *M. rosenbergii*. Для всех представителей Decapoda суточный рацион обратно пропорционален массе тела (см. табл. 1, рис. 1). Исходя из этой тенденции и сходного количества потребленной пищи в пределах толерантных температур, можно установить общую закономерность изменения величины суточного рациона от массы тела в целом для отряда.

Между массой тела ракообразных и количеством потребляемой пищи существует зависимость, которая может быть выражена степенным уравнением [18]. В численном виде эта закономерность (см. табл. 1) для отряда десятиногих ракообразных описывается таким образом:

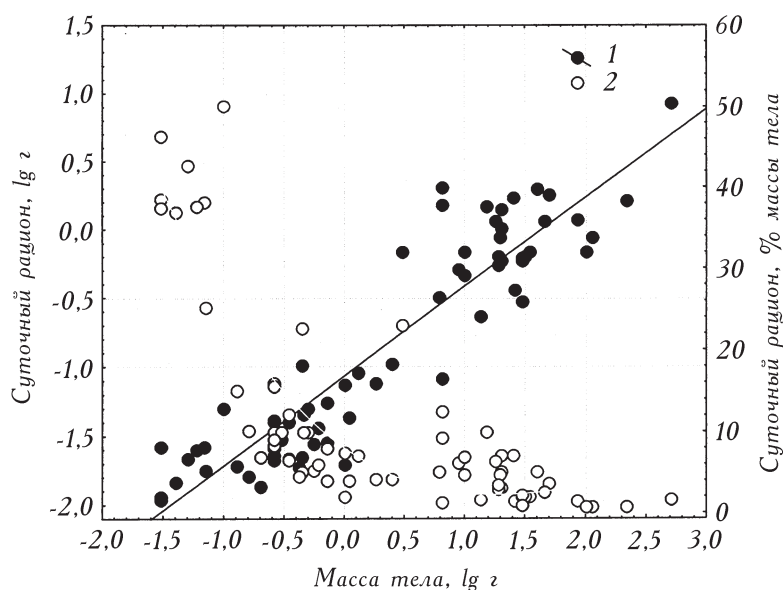
$$r = 0,0748 W^{0,658} (R^2 = 0,83),$$

где r — суточный рацион, г сырой массы; W — сырая масса животного, г.

На рисунке 1 приводится общая линия регрессии (логарифмическая зависимость), рассчитанная по приведенным данным (см. табл. 1), которая указывает на снижение относительного размера рациона с увеличением массы тела в пределах отряда.

При ведении интенсивной аквакультуры крайне важно знать усвояемость потребленной пищи (табл. 2). Усвояемость массовых видов кормов из водоема-охладителя Березовской ГРЭС креветками превышает 90%, в частности для *M. nipponense* находится в пределах $89,6 \pm 4,18$ — $96,8 \pm 1,51\%$. Усвояемость личинок хирономид достоверно выше, чем брюхоногих моллюсков и отходов карпового комбикорма (соответственно $t = 3,128$ и $3,187$ при $p = 0,005$), хотя значения двух последних видов корма были близкими ($t = 1,855$; $p = 0,081$).

Сходные результаты получены и для *M. rosenbergii*. Достоверно различалась лишь усвояемость личинок хирономид и отходов комбикорма ($t = 3,108$; $p = 0,038$). Усвояемость разных кормов исследованными видами креветок достоверно не различалась ($p > 0,05$).



1. Зависимость массы общего суточного рациона (r) от массы тела (W) отряда Decapoda: прямая — общая линия регрессии величины суточного рациона от массы тела в логарифмической форме (согласно уравнению 4); 1 — суточный рацион, $\lg r$; 2 — суточный рацион, % массы тела.

Из других видов пресноводных креветок по значению усвояемости (97%) ближе всего к исследованным нами была *Macrobrachium lar* [39], однако эти данные вызывают некоторое сомнение, поскольку речь идет о растительном корме, усвояемость которого никак не может быть выше животного. Аналогичной также была усвояемость морской креветкой *Metapenaeus monoceros*, у которой она составляла 89,9—93,3% независимо от массы тела и вида корма (науплии артемии, листья мангров, рыба, комбикорм) [44, 48]. У *Caridina veberi* и *M. lanchesteri* при потреблении тубифицид этот показатель был ниже [43].

В отличие от креветок у других представителей Decapoda — крабов, особенно с хищным типом питания, значение усвояемости пищи еще выше — 93—99% [1, 17]. Такая высокая эффективность объясняется их способностью регулировать процесс питания и поддерживать усвояемость на достаточно стабильном уровне [17]. Самые низкие значения этого показателя характерны для речных раков, например для *A. leptodactylus* и *Pontastacus cubanicus* они изменяются в пределах 44—66%. Очевидно, эти данные требуют серьезной экспериментальной проработки и уточнения.

Сведений о влиянии абиотических и биотических факторов среды на значение U^{-1} у десятиногих ракообразных чрезвычайно мало, к тому же они довольно противоречивы. В частности, исследование влияния одного из ключевых факторов при ведении аквакультуры — плотности посадки на усвояемость тубифицид креветками показало ее почти двукратное увеличение с возрастанием плотности от 7 до 167 экз/м² у *C. veberi* [43].

2. Усвояемость пищи (U^{-1}) десятиногими ракообразными

Виды ракообразных	Масса тела, г	t, °C	U^{-1} , %	Виды корма	Литературные источники
Креветки					
<i>Caridina weberi</i> (De Man)	0,1	25	75,2	<i>Tubifex</i> sp.	[43]
<i>Macrobrachium</i> lar	16,4	28	97,0	Водоросли	[39]
			79,0	Свиной комбикорм	
<i>M. lanchesteri</i>	0,53	25	73,0	<i>Tubifex</i> sp.	[42]
	0,42	27	79,0	То же	
<i>M. nipponense</i>	1,1 ± 0,1	25	95,1 ± 2,5	Личинки хирономид	Оригинальные данные
	3,2 ± 0,2	25	96,8 ± 1,5	То же	
	2,5 ± 0,9	25	91,7 ± 2,4	Брюхоногие моллюски	
	1,7 ± 0,6	25	89,6 ± 4,2	Отходы комбикорма	
<i>M. rosenbergii</i>	12,5 ± 3,4	25	96,1 ± 3,9	Личинки хирономид	Оригинальные данные
	13,2 ± 3,4	25	94,6 ± 5,2	Брюхоногие моллюски	
	13,2 ± 3,4	25	90,6 ± 4,9	Отходы комбикорма	
<i>M. rosenbergii</i>	55,6 ± 21,8	26—28	82,5 ± 5,2	Креветочный комбикорм	[30]
<i>Metapenaeus monoceros</i>	0,1	27	89,9	Науплии артемии	[44]
<i>M. monoceros</i>	0,1	20—25	92,6	Свежие листья мангров	[48]
<i>M. monoceros</i>	0,2	27	87,1	Комбикорм	[44]
	0,5	27	93,3	Рыбный фарш	

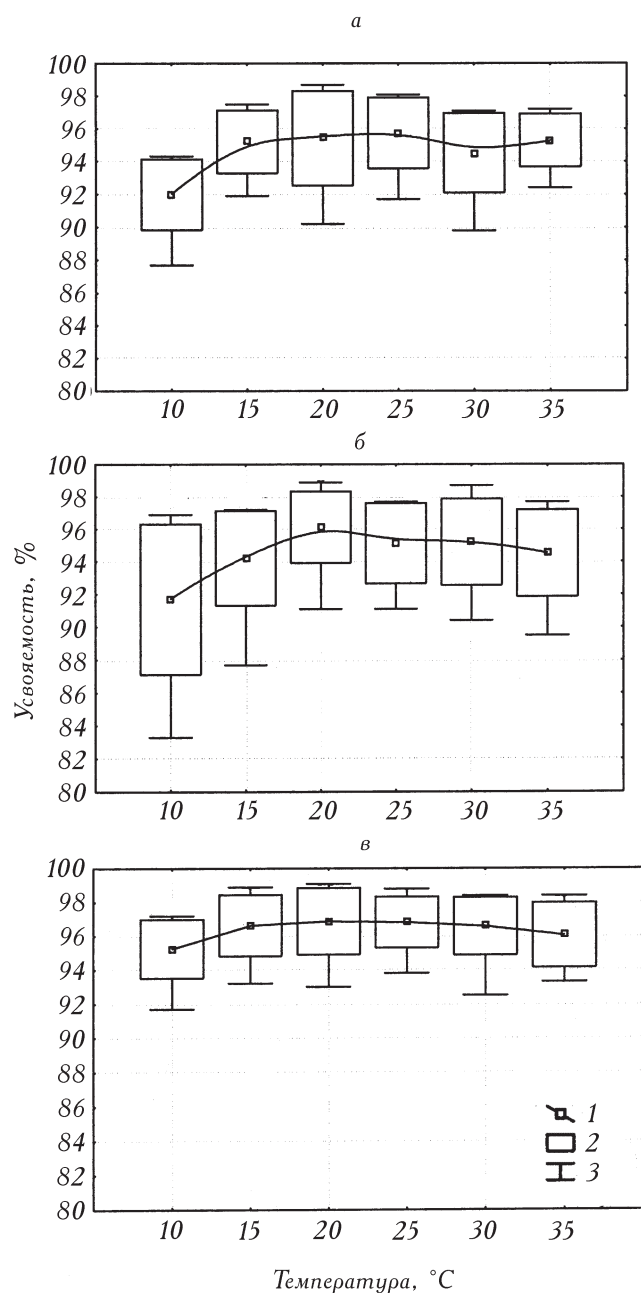
Продолжение табл. 2

Виды ракообразных	Масса тела, г	t, °C	U ⁻¹ , %	Виды корма	Литературные источники
Крабы					
<i>Carcinus maenas</i>	44,1	20	98,7	Ставрида	[1]
<i>Eriphia spinifrons</i>	150,0	20	92,9	То же	[1]
<i>Menippe mercenaria</i>	280,0	25—27	97,8	<i>Opisthonema oglinum</i>	[17]
<i>Pachigrapsus marmoratus</i>	3,9	20	98,0	Половые железы мидий	[1]
<i>Xantho philus</i>	4,5	20	97,0	То же	[1]
<i>Rhithropanopeus harrisi</i> Gould	2,5	20—22	95,0	<i>Idotea baltica</i>	[22]
Речные раки					
<i>Astacus leptodactylus</i>	20—50	17—20	44,0—64,0	—	[13]
<i>Pontastacus cubanicus</i>	30—40	18—20	60,0	Кормос-месь АД-1	[24]

Большинство исследователей отмечают постоянство эффективности ассимиляции пищи в широком спектре температур, например у *Idotea baltica* в интервале 5—28°C [20]. Аналогичная закономерность прослеживается для планктонных и донных беспозвоночных, личинок стрекоз [28, 36, 38].

Наши данные по усвояемости предпочитаемого вида корма (личинки хирономид) *M. nipponense* подтверждают ее относительное постоянство при разной температуре независимо от возраста. Среднее значение для трех возрастных групп с массой тела от $0,226 \pm 0,019$ до $3,158 \pm 0,153$ г в температурном интервале 10—35°C изменялось от $91,7 \pm 4,58$ до $96,9 \pm 1,97\%$ (рис. 2). В то же время при 10°C оно было несколько ниже, особенно у ювенильных особей (см. рис. 2, а). В группах половозрелых креветок статистически значимо ($p < 0,05$) различалась усвояемость при 10 и 20°C, 10 и 25°C (см. рис. 2, б, в). Очевидно, при низкой, несвойственной субтропическому виду, температуре замедляются ферментативные реакции, обеспечивающие эффективность усвоения пищи. Идентичные данные были получены для краба *Rhithropanopeus harrisi* [16] — при температуре 18 и 28°C усвояемость равна соответственно 92 и 96%.

Вместе с тем отмечены случаи незакономерных колебаний усвояемости у одних и тех же видов животных, причины которых установить невозмож-



2. Усвояемость пищи ювенильными (а) и половозрелыми (б, в) особями восточной речной креветки в зависимости от температуры: 1 — среднее значение; 2 — стандартное отклонение; 3 — минимальное и максимальное значение.

но. Они могут быть вызваны как фактическими различиями, так и экспериментальными ошибками [17]. Так, было установлено, что с повышением температуры от 15 до 25°C усвояемость пищи теплолюбивой креветкой *Palaemon pacificus* понижается от 88,5 до 48,5% [26]. В этом исследовании значение U^{-1} определялось не прямым методом, а как разность между потребленной и ассимилированной энергией, что само по себе часто приводит к несходимости энергобаланса. Кроме того, в ассимилированную энергию была включена неусвоенная часть рациона (жидкая экскреция и др.), поэтому усвояемость пищи *P. pacificus* при высокой температуре явно занижена.

Способность животных поддерживать постоянный уровень ассимиляции пищи в широком интервале температур имеет вполне объяснимый экологический смысл. Во-первых, постоянство параметра связано с изменением концентрации ферментов и появлением новых при адаптации к низ-

ким температурам [21]. Во-вторых, как полагают некоторые авторы [49], уменьшение скорости переваривания пищи по мере снижения температуры

приводит к ее более длительному пребыванию в кишечнике, что позволяет экстрагировать примерно ту же часть энергии, что и при более высокой.

Заключение

На основании собственных экспериментальных исследований и анализа литературы установлена обратно пропорциональная зависимость суточного пищевого рациона от массы тела в пределах отряда Decapoda, которая репрезентативно описывается степенным уравнением, что позволяет ориентировочно оценить уровень потребления пищи десятиногими ракообразными при питании различными видами корма в температурном интервале 10—30°C в естественных условиях и при ведении индустриальной аквакультуры.

Усвояемость пищи десятиногими ракообразными в большинстве случаев превышает 90%. Экспериментальные данные по усвояемости предпочитаемого вида корма (личинки хирономид) восточной речной креветкой *M. nipponense* позволяют сделать вывод об относительном постоянстве этого показателя при различной температуре независимо от возраста животных.

**

Розраховано залежність харчового добового раціону від маси тіла в межах ряду Decapoda, яка репрезентативно описується ступеневим рівнянням. Це дозволяє орієнтовно оцінити рівень споживання їжі десятиногими ракоподібними при живленні різними видами корму у температурному інтервалі 10—30°C у природних умовах і при веденні індустріальної аквакультури. Засвоюваність корму десятиногими ракоподібними є високою і у більшості випадків перевищує 90%. Цей показник відносно постійний при різній температурі і не залежить від віку тварин.

**

Dependence of daily diet on body's mass in the order Decapoda was calculated. Dependence is reliably described by exponential equation. This enables to assess degree of food consumption by decapods at feeding by various kinds of food within temperature interval 10—30°C in natural conditions and at industrial breeding. Food assimilation by decapods is quite high and in most cases exceeds 90%. This parameter is relatively stable at different temperature and does not depend on animals' age.

**

1. Аболмасова Г.И. Питание и анализ некоторых элементов баланса энергии у черноморских крабов // Гидробиол. журн. — 1970. — Т. 6, № 6. — С. 62—70.
2. Алехнович А.В. Особенности питания и значение растительной и животной пищи в рационе речных раков // Природ. ресурсы. — 2009. — № 1. — С. 62—74.
3. Бардач Д., Рутер Д., Макларни У. Аквакультура. — М.: Пищ. пром-сть, 1978. — 296 с.
4. Карпевич А.Ф. Потребление корма креветкой *Leander adspersus* // Зоол. журн. — 1940. — Т. 20, № 1. — С. 131—137.

5. Ковачева Н.П. Воспроизводство и культивирование морских и пресноводных ракообразных отряда Decapoda: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — М., 2006. — 55 с.
6. Козлов В.И. Разведение речных раков в прудах // Рыб. хоз-во. — 1989. — № 10. — С. 49—53.
7. Кулеш В.Ф. Биология культивирования промысловых видов пресноводных креветок и речных раков на теплых водах. — М.: Новое знание, 2012. — 328 с.
8. Александрова Е.Н., Балашов Р.И., Веселовзоров С.И. и др. Методические указания по культивированию посадочного материала раков в заводских условиях и увеличению ракопродуктивности естественных водоемов путем вселения молоди раков. — М.: Россельхозакадемия, 1994. — 68 с.
9. Методы определения продукции водных животных. Методические руководства и материалы / Под ред. Г. Г. Винберга. — Минск: Вышэйш. шк., 1968. — 245 с.
10. Микулич Л.В. Суточный ритм питания травяной креветки *Pandalus keslery* (Decapoda, Palaemonidae) // Зоол. журн. — 1982. — Т. 61, № 6. — С. 861—866.
11. Мицкевич О.Н. Особенности роста молоди широкопалого рака при искусственном воспроизводстве // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1989. — Вып. 300. — С. 74—79.
12. Мицкене Е.А., Тамкявичене Е.А., Мацкявичене Г.И. Некоторые особенности питания и пищеварения американского сигнального рака *Pacifastacus leniusculus* Dana // Изучение и освоение водоемов Прибалтики и Белоруссии: Тез. докл. 20-й науч. конф., Рига, 1979 г. — Рига: Зинатне, 1979. — С. 122—125.
13. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. — М.: Россельхозакадемия, 1998. — 306 с.
14. Раководство и раководство на водоемах европейской части России (справочник) / Под ред. О. И. Мицкевич. — СПб.: ИРТ, 2006. — 207 с.
15. Сальников Н.Е., Суханова М.Э. Некоторые особенности питания гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) // Вестн. Астрахан. техн. ун-та. Сер. Рыб. хоз-во. — 2000. — С. 139—144.
16. Солдатова И.Н., Цихон-Луканина Е.А., Николаева Г.Г., Лукашова Г.А. Усвояемость растительной и животной пищи высшими ракообразными в различных условиях среды // Докл. АН СССР. — 1969. — Т. 184, № 6. — С. 1425—1428.
17. Суцня Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. — Минск: Наука и техника, 1975. — 208 с.
18. Суцня Л.М., Хмелева Н.Н. Потребление пищи как функция веса тела у ракообразных // Докл. АН СССР. — 1967. — Т. 176, № 6. — С. 1428—1436.
19. Тамкявичене Е.А. Некоторые количественные закономерности питания широкопалого рака // Сб. статей АН ЛитССР «Биология речных раков водоемов Литвы». — Вильнюс, 1979. — С. 67—77.

20. Финенко Г.А. Действие температуры на основные трофические характеристики *Idotea baltica* (Pallas) // Экология. — 1980. — № 6. — С. 53—60.
21. Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. — М: Мир, 1977. — 398 с.
22. Цихон-Луканина Е.А., Солдатова И.Н., Николаева Г.Г. Об усвояемости пищи донными ракообразными Азовского моря и методах ее определения // Океанология. — 1968. — Т. 8, вып. 3. — С. 487—494.
23. Цукерзис Я.М. Речные раки. — Вильнюс: Мокслас, 1989. — 140 с.
24. Черкашина Н.Я. Динамика популяций раков родов *Pontastacus* и *Caspiastracus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения. — М.: Нацрыбресурс, 2002. — 257 с.
25. Черкашина Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций. — Ростов н/Д: АзНИИРХ, 2007. — 118 с.
26. Achituv Y., Cook P. The influence of temperature variations and thermal pollution on various aspects of the biology of the prawn *Palaemon pacificus* (Stimpson) // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. — 1984. — Vol. 74. — P. 291—302.
27. Araujo M.C., Valenti W.C. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae // Aquaculture. — 2007. — Vol. 265. — P. 187—193.
28. Dagg N.J. Complete carbon and nitrogen budgets for the carnivorous amphipod *Calliopius lacvisculus* (Kroyer) // Hydrobiologia. — 1976. — Vol. 61, N 3. — P. 297—354.
29. Goddard J.S. Food and feeding // Freshwater crayfish: biology, management and exploitation / Ed. by D. M. Holdich, R. S. Lowery. — London: Chapman and Hall, 1988. — P. 145—166.
30. Gomes S.Z., Gonzalez M.C. Dieta referencia para estudo de nutricao com a camarao de agua doce (*Macrobrachium rosenbergii*) // Rev. Soc. Bras. Zootecn. — 1997. — Vol. 26, N 5. — P. 853—857.
31. Gonzalez R., Celada J., Gonzalez R. et al. Stocking density for the intensive rearing of juvenile crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Astacidae), using *Artemia* nauplii to supplement a dry diet from the onset of exogenous feeding // Aquaculture Intern. — 2009. — Vol. 18, N 3. — P. 371—378.
32. Harms J., Seeger B. Larval development and survival in seven decapod species (Crustacea) in relation to laboratory diet // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. — 1989. — Vol. 133. — P. 129—139.
33. Inyang N. Notes on food the Baltic palaemonid shrimp, *Palaemon adspersus* (Rathke) // Meeresforschung. — 1978. — Vol. 26, N 1—2. — P. 42—46.
34. Johannes E.E., Satomi M. Nutrition of decapoda, *Palaemonetes pugio*, fed on the diatom *Nitzschia closterium* // Bull. Mar. Sci. — 1968. — N 3. — P. 47—53.
35. Katre S., Reddy R.S. Effects of different feeding levels on molting, growth and conversion efficiency of *Macrobrachium lamarrei* // Hydrobiologia. — 1976. — Vol. 50, N 3. — P. 239—243.
36. Kibby H.V. Energetics and population dynamics of *Diaptomus gracilis* // Ecol. Monogr. — 1971. — Vol. 41. — P. 311—327.

37. Kovalenko E.E., D'Abramo L., Ohs C.L., Buddington R.K. A successful micro-bound diet for the larval culture of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* // Aquaculture. — 2002. — Vol. 210. — P. 385—395.
38. Lawton J.H. Feeding and food energy assimilation in larvae of the damselfly *Pyrrocoma nymphula* (Suls.) (Odonata, Zygoptera) // J. Animal. Ecol. — 1970. — Vol. 39. — P. 676—680.
39. Nelson S.G., Kropp R.K. Ammonia excretion and nitrogen assimilation by the tropical freshwater prawn *Macrobrachium lar* (Crustacea, Palaemonidae) // Comp. Biochem. Physiol. A. — 1985. — Vol. 81, N 3. — P. 699—704.
40. New M.B. Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). — Rome: FAO, Fisheries Techn. Pap. Food and Agriculture Organization of the United Nations. — 2002. — N 428. — 212 p.
41. Nhan D., Wille M., Hung L.T., Sorgeloos P. Effects of larval stocking density and feeding regime on larval rearing of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) // Aquaculture. — 2010. — Vol. 300. — P. 80—86.
42. Ponnuchamy R., Reddy R., Katre S. Effects of quality of food on the ammonia excretion of a freshwater prawn, *Macrobrachium lanchestery* (De Man) // Hydrobiologia. — 1981. — Vol. 77, N 1. — P. 77—80.
43. Ponnuchamy R., Reddy R., Katre S. Comparative studies on the effects of population density on molt production food conversion in the freshwater prawns // Proc. Indian Acad. Sci. (Anim. Sci.). — 1984. — Vol. 93, N 6. — P. 517—525.
44. Royan J., Sumitra V., Wafar M. Food conversion efficiency in the shrimp *Metapenaeus monoceros* (Fabr.) fed on different foods // Indian J. Mar. Sci. — 1977. — Vol. 6, N 6. — P. 100—102.
45. Sedgwick R. Effect of ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juveniles *Penaeus merquensis* De Man // Aquaculture. — 1979. — Vol. 16. — P. 279—298.
46. Sorgeloos P., Leger P. Improved larviculture outputs of marine fish, shrimp and prawn // J. World Aquat. Soc. — 1992. — Vol. 23. — P. 251—264.
47. Sukumaran, N., Kutty M. Vulnerability of prey to predation by freshwater prawn *Macrobrachium malkolmsonii* // Aquaculture. — 1979. — Vol. 16. — P. 363—366.
48. Sumitra V., Ramadhas V. Conversion efficiency in the shrimp, *Metapenaeus monoceros* (Fabr.), fed on decomposed mangrove leaves // Indian J. Mar. Sci. — 1980. — Vol. 9, N 2. — P. 123—125.
49. Targett T. The effect of temperature and size on digestive efficiency in *Fundulus heteroclitus* (L.) // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. — 1979. — Vol. 36, N 2. — P. 179—186.
50. Thomas M. Artificial feed // CMFRI Spec. Publ. — 1979. — Vol. 30, N 1. — P. 89—91.

Белорусский государственный
педагогический университет, Минск

Поступила 17.12.14