

УДК 591.134.6:591.65:595.371.13/15(476)

РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ЗАВИСИМОСТИ НАТИВНЫХ И ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ АМФИПОД (AMPHIPODA, CRUSTACEA) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

А. И. МАКАРЕНКО¹⁾

¹⁾Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам,
ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Беларусь

Установлено соотношение между сырой и сухой массой, а также определена зависимость этих показателей от длины тела для чужеродных *Echinogammarus ischnus* (Stebbing, 1899), *Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932), *Chelicorophium curvispinum* (G. O. Sars, 1895), *Chelicorophium robustum* (G. O. Sars, 1895), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), *Obesogammarus crassus* (G. O. Sars, 1894), *Obesogammarus obesus* (G. O. Sars, 1896), *Pontogammarus robustoides* (G. O. Sars, 1894) и аборигенных *Gammarus lacustris* Sars, 1863, *Gammarus varsoviensis* Jazdzewski, 1975 видов разноногих ракообразных (Amphipoda) из водоемов и водотоков Беларуси. Проведенное сравнение свидетельствует, что полученные уравнения для чужеродных видов не показали существенных отличий от приводимых в литературных источниках для популяций из исходного ареала. Уравнения для аборигенных видов отличаются между собой, а также отличаются и от литературных данных, что требует дальнейшего анализа.

Ключевые слова: амфиподы; ракообразные; нативные виды; чужеродные виды; сырая масса; сухая масса; уравнения связи.

Благодарность. Автор выражает искреннюю признательность сотруднику Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам В. В. Вежновцу. Работа (частично) поддержана грантом БРФФИ № Б18М-094.

DEPENDING ON SIZE AND WEIGHT OF NATIVE AND ALIEN SPECIES OF AMPHIPODS (AMPHIPODA, CRUSTACEA) ON THE TERRITORY OF BELARUS

A. I. MAKARANKA^a

^aScientific and Practical Center of the National Academy of Sciences for Bioresources,
Academicheskaya street, 27, 220072, Minsk, Belarus

The ratio between the raw and dry mass and the dependence of these parameters on the length of the body for foreign *Echinogammarus ischnus* (Stebbing, 1899), *Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932), *Chelicorophium curvispinum* (G. O. Sars, 1895), *Chelicorophium robustum* (G. O. Sars, 1895), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), *Obesogammarus crassus* (G. O. Sars, 1894), *Obesogammarus obesus* (G. O. Sars, 1896), *Pontogammarus robustoides* (G. O. Sars, 1894) and native *Gammarus lacustris* Sars, 1863, *Gammarus varsoviensis* Jazdzewski, 1975 species of amphibious crustaceans (Amphipoda) from water bodies and streams of Belarus. The comparison showed that the obtained equations for alien species did not show significant differences from those presented in the literature for populations from the original range. The equations for native species differ from each other, and also differ from the literature data, which requires further analysis.

Образец цитирования:

Макаренко А. И. Размерно-весовые зависимости нативных и чужеродных видов амфипод (Amphipoda, Crustacea) на территории Беларуси // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. 2018. № 4. С. 20–28.

For citation:

Makaranka A. I. Depending on size and weight of native and alien species of amphipods (Amphipoda, Crustacea) on the territory of Belarus. *State Univ. Ecol.* 2018. No. 4. P. 20–28 (in Russ.).

Авторы:

Андрей Игоревич Макаренко – магистр биологических наук, научный сотрудник.

Authors:

Andrei I. Makaranka, master of biological sciences, researcher. amakarenko198989@mail.ru

Key words: amphipods; crustaceans; native species; alien species; raw mass; dry mass; coupling equations.

Acknowledgment. The author expresses sincere gratitude to V. Vezhnovets, a staff member of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources. The work was (partially) supported by the grant of Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research No. B18M-094.

Введение

Зависимость веса от длины тела является одной из важных характеристик вида, позволяющая рассчитывать биомассу и другие продукционные показатели в том или ином местообитании. Кроме того, размерно-весовые зависимости вне исторического ареала для чужеродных видов могут служить характеристикой состояния популяций в новых условиях.

К настоящему времени в водоемах Беларуси зарегистрировано 9 чужеродных видов [1] и 6 аборигенных видов разноногих ракообразных [1; 2]. К чужеродным относятся: *Echinogammarus ischnus* (Stebbing, 1899), *Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932) (syn. *Chaetogammarus ischnus major* Cărausu, 1943), *Chelicorophium curvispinum* (G. O. Sars, 1895), *Chelicorophium robustum* (G. O. Sars, 1895), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), *Obesogammarus crassus* (G. O. Sars, 1894), *Obesogammarus obesus* (G. O. Sars, 1896) и *Pontogammarus robustoides* (G. O. Sars, 1894) [1]. Из шести нативных видов 2 являются реликтовыми – *Pallaseopsis quadrispinosa* (G. O. Sars, 1867) (syn. *Pallasiola quadrispinosa* Sars, 1867) и *Monoporeia affinis* (Lindström, 1855), они относятся к холодолюбивой фауне [2]. Остальные виды считаются аборигенными: *Stygobromus ambulans* (F. Müller, 1846) (syn. *Synurella ambulans* (Müller, 1846)), *Gammarus lacustris* Sars, 1863, *Gammarus pulex* (Linnaeus, 1758) и *Gammarus varsoviensis* Jazdzewski, 1975 [1–3]. Так как *G. varsoviensis* выделен нами впервые из *G. lacustris* по морфологическим критериям, приведенным в относительно недавно литературе [4], то относительно его не имеется сведений о размерно-весовых соотношениях. Учитывая, что ранее проведенные литературные сведения по *G. lacustris* [4] относятся к этим двум близкородственным видам, следует ожидать изменений в уравнениях для этого вида. В связи с отсутствием *G. pulex* в наших сборах для этого вида были использованы литературные материалы. *S. anibulans* [2; 3] относится к редким видам, населяет в основном холодные воды и встречается в природниковых водоемах, ручьях с родниковым питанием, то есть занимает специфические местообитания, которые нами не изучались.

Цель: установить размерно-весовые характеристики нативных и чужеродных видов амфипод в условиях белорусских лотических и лентических экосистем.

Материалы и методы исследования

В летний период 2011–2017 гг. обследованы речные бассейны Днепра, Припяти, Немана, Западной Двины и Западного Буга. Наряду с крупными водотоками и водоемами включались притоки второстепенного значения и мелиоративные системы, имеющие прямую или косвенную связь с ними.

При отборе проб амфипод использовались следующие способы: гидробиологическим сачком по стандарту ISO 7828 (в прибрежной зоне 5–10 м вдоль береговой линии, на глубине 0,2–0,7 м); ручной сбор материала с различного рода погруженных твердых субстратов со стороны дна или в расщелинах (камней, коряг, моллюсков, комьев грунта и др.); лов тралом салазочного типа для качественных сборов с больших глубин или на достаточно удаленных от береговой линии местах. На гравийно-булыжниковом субстрате, а также на мелководьях с плотными грунтами; отбор проб производился дночерпателем Петерсена с площадью облова 1/40 м².

Образцы исследуемого материала помещали в герметичные пластиковые емкости, после чего производилась их предварительная фиксация 70 %-ным раствором этилового спирта.

Отобранные пробы обрабатывали в лабораторных условиях с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10 при увеличении от х8 до х56, доработанного автором согласно запатентованному образцу [5; 6]. Таксономическая идентификация чужеродных видов проводилась при помощи изданий «Определитель фауны Черного и Азовского морей» [7], а также (нативных) «A key to the freshwater Amphipoda (Crustacea) of Germany» [8].

Общая длина амфипод особей измерялась по методике, предложенной А. А. Асочаковым, определяющей расстояние вдоль дорзальной стороны тела – от дистального конца рострума до основания тельсона [9]. Автором данной работы использовался оригинальный метод, не описанный ранее в литературе [10], который позволяет проводить измерения на ПЭВМ, без выпрямления тела пинцетом или создания криволинейного шаблона измеряемого объекта [9].

При определении сырого веса гаммарид освобождали от наружной воды путем обсушивания на фильтровальной бумаге до полного исчезновения следов влаги. Сухая масса определялась прямым взвешива-

нием особей после высушивания в течении суток при температуре 60 °С [11; 12]. Как сырая, так и сухая массы определялись на торсионных весах WT-50 и WT-500 с точностью до десятых долей миллиграмма, а также на аналитических весах Item PA214C.

Статистическая обработка осуществлялась с помощью Microsoft Office Excel и пакета статистического анализа Statistica.

Результаты исследований и их обсуждение

Связь между линейными размерами тела животных (L) и его весом заключена в уравнении (1), имеющим следующий вид [13]:

$$W = qL^b \quad (1)$$

В результате взвешивания и измерения длины особей *G. varsoviensis* и *G. lacustris* были получены данные, которые позволили вычислить значения коэффициентов q и b в уравнении зависимости между длиной (L), сырой (W) и сухой (w) массой тела [13].

Канонический анализ Стьюдента по выявлению различий между сырой и сухой массами ($t_{1,89} = 1,65$; $p \leq 0,05$) самцов ($n = 107$) и самок ($n = 105$) для *G. varsoviensis* различий не выявил. Следовательно, все значения были объединены и общие уравнения приняли вид (рис. 1):

$$W = 0,0079 \pm 0,0007 L^{2,9259 \pm 0,0401} \quad (r^2 = 0,86 \pm 0,05; p \leq 0,05);$$

$$w = 0,0048 \pm 0,0009 L^{2,5309 \pm 0,0676} \quad (r^2 = 0,94 \pm 0,02; p \leq 0,05).$$

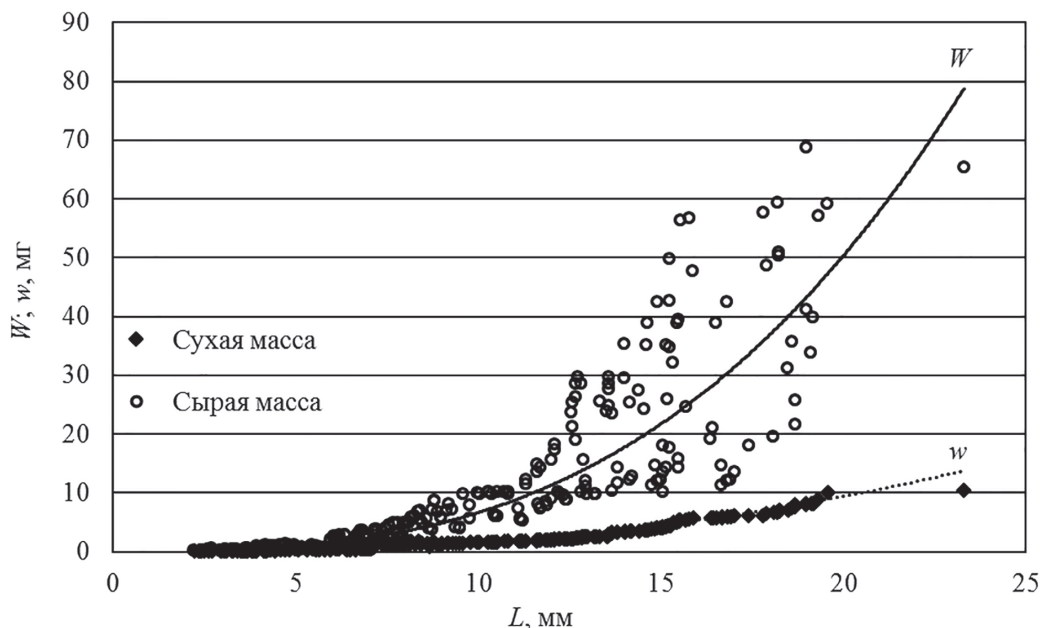


Рис. 1. Зависимость между длиной массой тела особей *G. varsoviensis*

Fig. 1. Dependence between the length of body weight of individuals of *G. varsoviensis*

Литературных сведений по размерно-весовым соотношениям для данного вида не найдено. Таким образом, для *G. varsoviensis* была установлена зависимость сырой и сухой массы от длины тела впервые, что позволяет в дальнейшем рассчитывать величины биомассы и продукции этого вида.

Аналогичные сравнения для самцов ($n = 108$) и самок ($n = 150$) *G. lacustris* выявили значимые статистические различия между сырой ($t_{1,98} = 3,78$; $p \leq 0,05$) и сухой массой ($t_{1,98} = 4,78$; $p \leq 0,05$) тела. В связи с этим полученные данные были разделены по половой принадлежности и использовались в отдельных уравнениях регрессии (рис. 2):

$$\text{Самцы: } W = 0,0698 \pm 0,0059 L^{2,3110 \pm 0,0308} \quad (r^2 = 0,98 \pm 0,02; p \leq 0,05);$$

$$\text{Самцы: } w = 0,0319 \pm 0,0015 L^{2,1088 \pm 0,0184} \quad (r^2 = 0,98 \pm 0,01; p \leq 0,05).$$

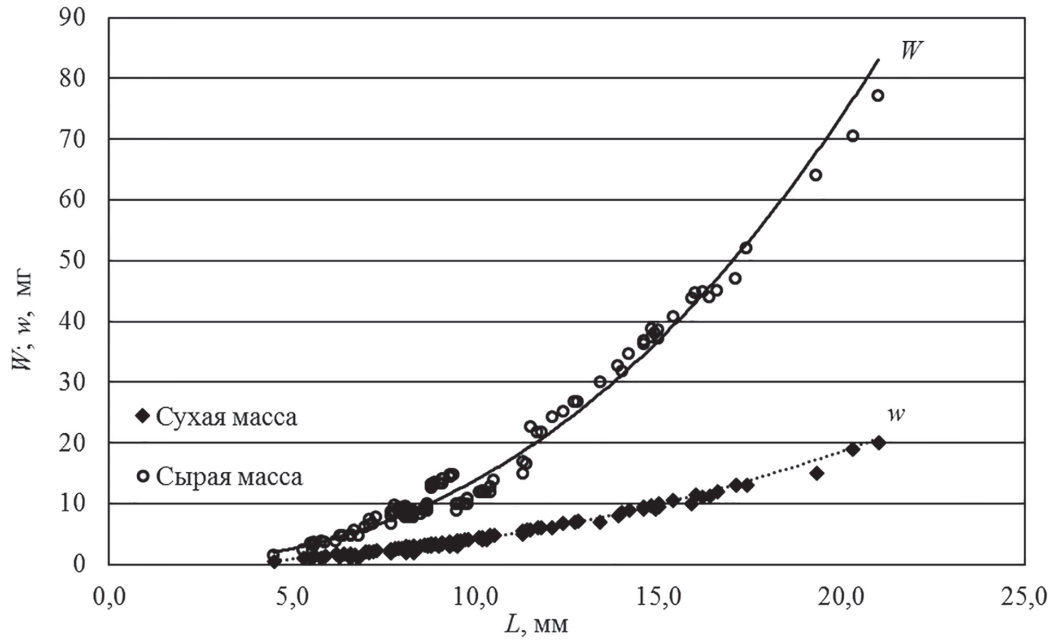


Рис. 2. Зависимость между длиной и массой тела у самцов *G. lacustris*

Fig. 2. Dependence between length and body weight in males *G. lacustris*

У самок коэффициент q немного выше, а b ниже (рис. 3):

$$\text{Самки: } W = 0,0959 \pm 0,0026 L^{2,1955 \pm 0,0118} \quad (r^2 = 0,99 \pm 0,01; p \leq 0,05);$$

$$\text{Самки: } w = 0,0284 \pm 0,0012 L^{2,1357 \pm 0,0156} \quad (r^2 = 0,99 \pm 0,01; p \leq 0,05).$$

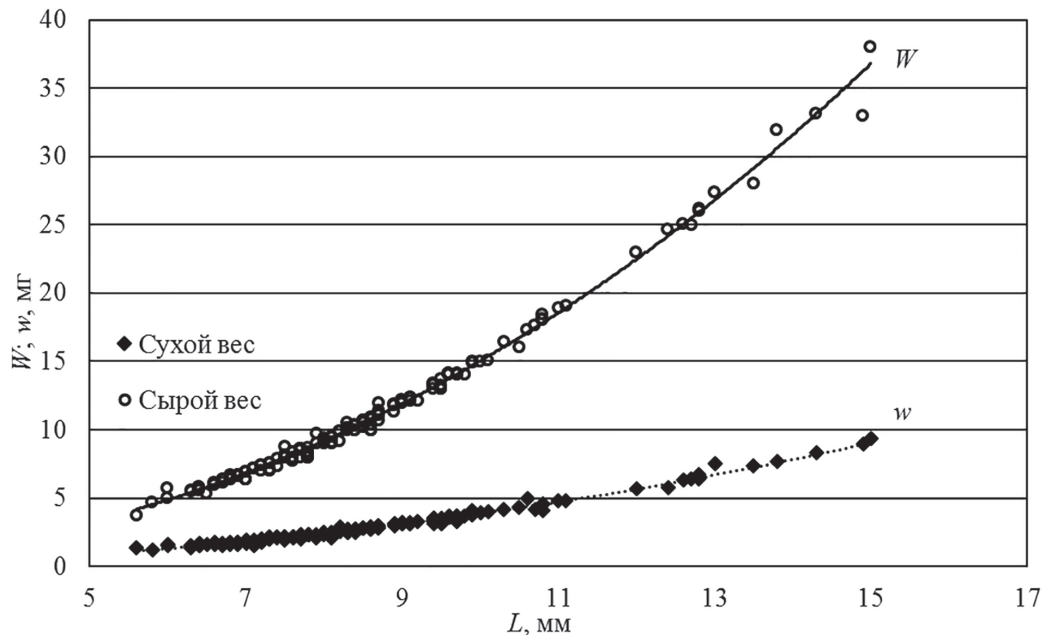


Рис. 3. Зависимость между длиной и массой тела у самок *G. lacustris*

Fig. 3. Dependence between length and body weight in females of *G. lacustris*

Обобщенное уравнение зависимостей сырой и сухой массы от длины для всего размерного диапазона встреченных особей *G. lacustris* имеют следующий вид (рис. 4):

$$W = 0,0819 \pm 0,0032 \cdot L^{2,2553 \pm 0,0152} \quad (r^2 = 0,96 \pm 0,02; p \leq 0,05);$$

$$w = 0,0279 \pm 0,0015 \cdot L^{2,1088 \pm 0,0184} \quad (r^2 = 0,98 \pm 0,02; p \leq 0,05).$$

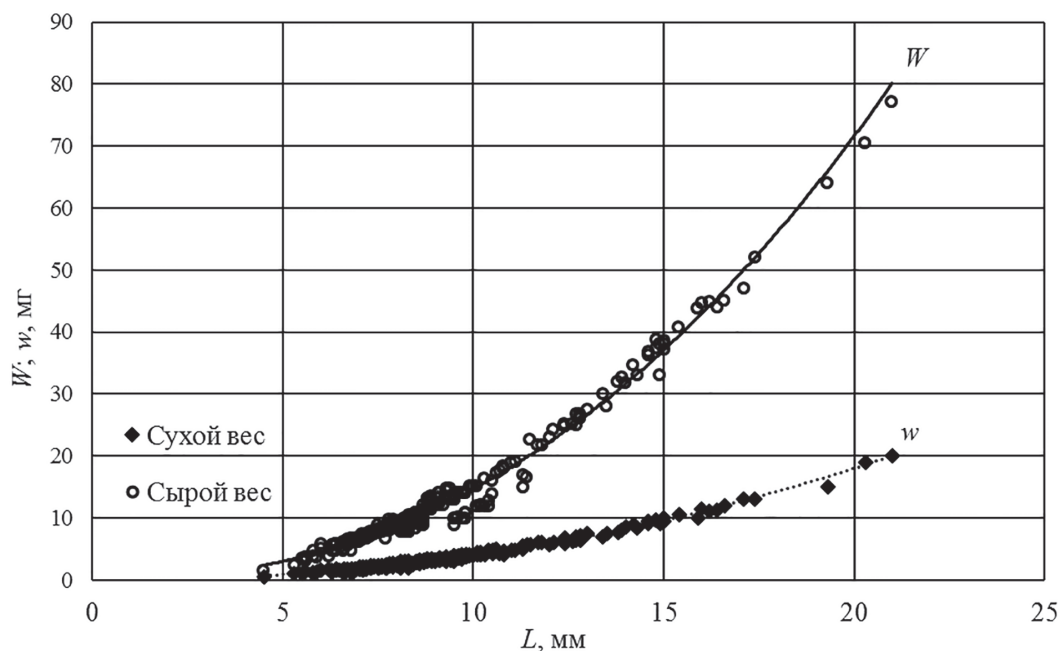


Рис. 4. Общая зависимость между длиной и массой тела *G. lacustris*

Fig. 4. General relationship between length and body weight *G. lacustris*

У отечественных исследователей [14; 15] для оз. Лядские (Беловежская пуца) и ручья Теплый (Камчатка) приводятся данные по половозрелым самкам камчатской популяции. По сырой массе тела самок из оз. Лядские зависимость описывалась уравнением: $W = 0,040L^{2,7}$, для сухой – $w = 0,009L^{2,68}$. Для особей камчатской популяции приводятся следующие уравнения: $W = 0,046 \cdot L^{2,68}$ и $w = 0,006 \cdot L^{2,76}$. Приведенные уравнения из разных и далеко отстоящих местообитаний практически совпадают между собой, но отличаются от полученных нами данных. По нашим обобщенным данным, коэффициент степени несколько понижен, возможно из-за несовпадения размерного диапазона исследуемых особей.

У *G. lacustris* из оз. Шира¹, различий по полу не выявлено, поэтому авторы приводят обобщенное уравнение с коэффициентом q , равным 0,086, и $e - 2,13$ по сырому весу, 0,024 и 1,99 по сухому весу соответственно, что ближе к полученным нами зависимостям. Предполагается, что данное обстоятельство обусловливается выборкой только из одного водоема (Хакасия)²⁻³. В основном небольшие отличия вызваны различным температурным режимом сравниваемых водоемов [16; 17].

Учитывая близкое родство *G. varsoviensis* и *G. lacustris* и их недавнее разделение, нами проведено сравнение собственных данных по этим видам. Между ними имеются достоверные различия по сырой ($t_{1,96} = 2,75$; $p \leq 0,05$) и сухой ($t_{1,96} = 2,45$; $p \leq 0,05$) массе тела при одинаковых размерных группах.

Для *G. pulex* мы не располагали собственными данными, поэтому были использованы сведения по размерам тела животных из английской р. Глиме, протекающей в графстве Оксфордшир, которые представлены нижеприведенными уравнениями:

$$\text{Самцы: } w = 2,51 \pm 0,40 \cdot L^{2,59 \pm 0,19} \quad (r^2 = 0,86 \pm 0,06; p \leq 0,05);$$

$$\text{Самки: } w = 2,48 \pm 1,24 \cdot L^{2,64 \pm 0,62} \quad (r^2 = 0,70 \pm 0,07; p \leq 0,05);$$

$$\text{Ювенильные: } w = 2,51 \pm 0,16 \cdot L^{2,50 \pm 0,16} \quad (r^2 = 0,87 \pm 0,11; p \leq 0,05) \quad [18].$$

При установлении размерно-весовых характеристик представителей чужеродных видов амфипод проведена оценка на наличие возможных различий между массами самцов и самок. Во всех случаях статистически значимых различий для сырой ($t_{1,97-3,18} = 0,47-1,81$; $p \leq 0,05$) и сухой ($t_{1,97-3,18} = 0,28-2,53$; $p \leq 0,05$) массы не наблюдалось, данные по разнополым особям были объединены в один массив.

¹Емельянова А. Ю. Некоторые аспекты экологии и питания бокоплава *Gammarus lacustris* Sars из озера Шира (Хакасия) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.18; Инс-т биофиз. СО РАН. Борок, 2003. 21 с.

²Курина Е. М. Чужеродные виды донных сообществ Куйбышевского и Саратовского водохранилищ: состав, распространение и биология массовых видов : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.10; ИЭВБ РАН. Астрахань, 2014. 24 с.

³ Чужеродные виды в экосистемах южных внутренних морей Евразии : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.18; ИО РАН. Москва, 2009. 57 с.

Соотношения между длиной, сырой и сухой массой особей *C. curvispinum*, *C. robustum*, *E. ischnus*, *E. trichiatus*, *D. villosus*, *D. haemobaphes*, *O. crassus*, *O. obesus* и *P. robustoides*, а также суммарная зависимость (рис. 5) для всех представителей чужеродных видов амфиподофауны Беларуси представлены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты и статистические показатели в уравнениях связи между сырой $W = aL^b$, сухой $w = aL^b$ массой тела чужеродных видов амфипод и длиной тела по собственным и литературным данным

Table 1

Coefficients and statistical indicators in the equations of connection between the raw $W = aL^b$, dry $w = aL^b$, the body weight of alien species of amphipods and body length according to their own and literary data

Вид	n	Масса, мг	Коэффициенты уравнения		Статистические показатели	
			$a \pm \Delta_a$	$b \pm \Delta_b$	$r^2 \pm \Delta_r^2$	p
<i>C. curvispinum</i>	300	W	0,0198±0,0004	2,5891±0,0309	0,91±0,03	≤0,05
		w	0,0089±0,0012	2,4762±0,0388	0,92±0,02	≤0,05
<i>C. robustum</i>	74	W	0,0245±0,0046	2,8338±0,0662	0,97±0,01	≤0,05
		w	0,0115±0,0014	2,4362±0,0348	0,95±0,02	≤0,05
<i>C. robustum</i> [19]	–	W	0,0292	2,739	0,98	≤0,05
		w	0,0140	2,339	0,98	≤0,05
<i>E. ischnus</i>	302	W	0,0152±0,0015	2,6733±0,0487	0,90±0,04	≤0,05
		w	0,0039±0,0018	2,7502±0,0331	0,96±0,01	≤0,05
<i>E. ischnus</i> [20]	–	W	0,0130	2,0300	0,99	≤0,05
<i>E. trichiatus</i>	242	W	0,0438±0,0052	2,6079±0,0613	0,98±0,01	≤0,05
		w	0,0199±0,0015	2,4119±0,0342	0,98±0,01	≤0,05
<i>D. villosus</i>	268	W	0,1106±0,0095	2,2644±0,0216	0,98±0,01	≤0,05
		w	0,0312±0,0019	2,2044±0,0251	0,96±0,02	≤0,05
<i>D. haemobaphes</i>	419	W	0,0811±0,0049	2,4331±0,0213	0,96±0,02	≤0,05
		w	0,0320±0,0092	2,2246±0,0201	0,97±0,02	≤0,05
<i>O. crassus</i>	340	W	0,0329±0,0019	2,8328±0,0307	0,94±0,03	≤0,05
		w	0,0110±0,0009	2,5525±0,0149	0,98±0,01	≤0,05
<i>O. crassus</i> [21]	520	W	0,0350	2,7100±0,0170	0,98	≤0,05
<i>O. crassus</i> [22]	–	W	0,0310	2,7400±0,0510	0,98	≤0,05
<i>O. obesus</i>	122	W	0,0200±0,0042	2,4710±0,0653	0,92±0,05	≤0,05
		w	0,0084±0,0012	2,2226±0,0499	0,97±0,02	≤0,05
<i>O. obesus</i> [20]	–	W	0,0190	2,3500±0,0200	0,99	≤0,05
<i>P. robustoides</i>	12	W	0,0616±0,0133	2,5890±0,1385	0,98±0,01	≤0,05
		w	0,0241±0,0168	2,5278±0,1454	0,96±0,02	≤0,05
<i>P. robustoides</i> [20]	–	W	0,0700	2,4800±0,1200	0,99	≤0,05
Общее	2079	W	0,0833±0,0028	2,3649±0,0126	0,90±0,03	≤0,05
		w	0,0179±0,0006	2,4208±0,0126	0,92±0,01	≤0,05
Общее [20]	–	W	0,08	2,44	–	–

Коэффициенты приведенных уравнений схожи или незначительно отличаются от литературных данных. Размерно-весовые показатели *C. robustum*, приведенные для р. Ингулец и оз. Белое [16], *E. ischnus*, *O. obesus* и *P. robustoides* для подогретых вод Трипольской ГРЭС [17], *O. crassus* из Каховского, Киевско-го [18] и Запорожского водохранилища [2] не показали существенных отличий.

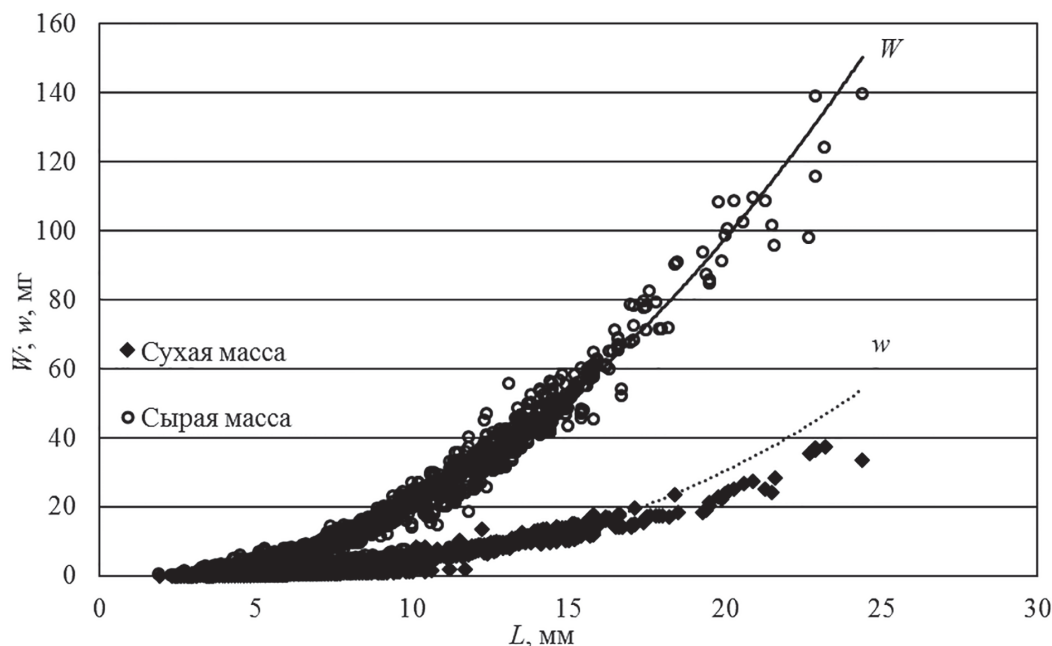


Рис. 5. Общая зависимость между длиной и массой тела чужеродных видов амфипод

Fig. 5. The general relationship between length and body weight of alien species of amphipods

Суммарное уравнение размерно-весовых характеристик чужеродных видов амфипод (рис. 5) незначительно отличается от приводимого в литературе (см. табл. 1). Следует отметить, что ожидалось иные результаты для различных популяций рачков из более прогретых вод рек и водохранилищ, поскольку воздействие [19–20] более высокой температуры приводит к уменьшению размеров тела особей амфипод [21].

Соотношение между сырой и сухой массой тела представителей популяции чужеродных видов амфиподофауны Беларуси *C. curvispinum*, *C. robustum*, *E. ischnus*, *E. trichiatus*, *D. villosus*, *D. haemobaphes*, *O. crassus*, *O. obesus*, *P. robustoides*, а также суммарная зависимость для перечисленных видов представлена в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты и статистические показатели в уравнениях связи между сухой (w) и сырой (W) массой тела чужеродных видов амфипод и их линейными размерами, $w = aW + b$

Table 2

Coefficients and statistical indices in the equations of connection between dry (w) and raw (W) body weight of alien species of amphipods and their linear dimensions, $w = aW + b$

Вид	n	Коэффициенты уравнения		Статистические показатели	
		$a \pm \Delta_a$	$b \pm \Delta_b$	$r^2 \pm \Delta_r^2$	p
<i>C. curvispinum</i>	300	0,3467±0,0178	0,0412±0,0048	0,89±0,04	≤0,05
<i>C. robustum</i>	74	0,2066±0,0253	0,0776±0,0142	0,95±0,03	≤0,05
<i>C. robustum</i> [19]	–	0,1980	0,0500	0,98	≤0,05
<i>E. ischnus</i>	302	0,2902±0,0476	0,0239±0,0080	0,91±0,02	≤0,05
<i>E. trichiatus</i>	242	0,2428±0,0378	1,0639±0,0231	0,95±0,01	≤0,05
<i>D. villosus</i>	268	0,2433±0,0172	-0,0189±0,0094	0,91±0,02	≤0,05
<i>D. haemobaphes</i>	419	0,2242±0,0293	0,3712±0,0147	0,96±0,02	≤0,05
<i>O. crassus</i>	340	0,1528±0,0211	0,3156±0,0151	0,94±0,03	≤0,05
<i>O. obesus</i>	122	0,2169±0,0394	0,0907±0,0089	0,95±0,02	≤0,05
<i>P. robustoides</i>	12	0,3163±0,0356	0,3636±0,0632	0,93±0,04	≤0,05
Общее	2079	0,2455±0,0087	0,0212±0,0016	0,96±0,01	≤0,05

Анализ результатов по соотношениям между сырой и сухой массой тела для чужеродных видов, а также сравнение с другими регионами не представляется возможным из-за недостаточности литературных данных по этим видам. Имеющиеся сведения для *C. robustum* из р. Ингулец и оз. Белое [17], не отличаются от полученных нами.

Заключение

Впервые для 9 чужеродных и 3 аборигенных видов разноногих ракообразных, обитающих на территории Беларуси, рассчитаны связи линейных и весовых параметров. Полученные данные не показали существенных отличий коэффициентов в уравнениях от приводимых в литературных источниках для их естественного ареала.

Для двух аборигенных видов *G. varsoviensis* и *G. lacustris* из водоемов Беларуси впервые установлены зависимости сырой и сухой массы от длины тела. Между этими видами имеются достоверные различия по сырой ($t_{1,96} = 2,75$; $p \leq 0,05$) и сухой ($t_{1,96} = 2,45$; $p \leq 0,05$) массе тела. Полученные уравнения этих близкородственных видов отличаются между собой, а также отличаются от литературных данных, что требует дальнейшего анализа в водоемах Беларуси.

Библиографические ссылки

1. Семенченко В. П., Вежновец В. В., Липинская Т. П. Чужеродные виды понто-каспийских амфипод (Crustacea, Amphipoda) в бассейне реки Днепр (Беларусь) // Рос. журн. биол. инвазий. 2013. № 3. С. 88–97.
2. Суценья Л. М., Семенченко В. П., Вежновец В. В. Биология и продукция ледниковых реликтовых ракообразных. Минск, 1986.
3. Гигиняк Ю. Г., Мороз М. Д. Экологические и биотопические особенности реликтовой амфиподы *Synurella ambulans* из родников Беларуси // Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2000. Т. 44, № 5. С. 81–83.
4. Jażdżewski K. Remarks on *Gammarus lacustris* G. O. Sars, 1863, with description of *Gammarus varsoviensis* n. sp. (Crustacea, Amphipoda) // Bijdragen tot de dierkunde. 1975. Vol. 45, № 1. P. 71–86.
5. Осветительная установка для микроскопа бинокулярного стереоскопического : полез. модель ВУ 10705 / А. И. Макаренко, В. В. Вежновец, Т. В. Макаренко; опубл. 30.06.2015.
6. Светодиодное устройство освещения микроскопической техники с изменяемым спектром свечения : полез. модель ВУ 10668 / А. И. Макаренко, Т. В. Макаренко; опубл. 30.06.2015.
7. Определитель фауны Черного и Азовского морей : в 3 т. / под общ. ред. Ф. М. Мордухай-Болтовского. Киев, 1969. Т. 2 : Свободноживущие беспозвоночные.
8. Eggers T., Martens A. A key to the freshwater Amphipoda (Crustacea) of Germany // Lauterbornia. 2001. № 4. P. 1–68.
9. Асочаков А. А. К методике измерения длины тела амфипод // Гидробиол. журнал. 1993. Т. 29, № 2. С. 90–94.
10. Способ определения длины криволинейного биологического микрообъекта : пат. ВУ 21556 / А. И. Макаренко, В. В. Вежновец; опубл. 28.02.2018.
11. Berezina N. A. Invasions of alien amphipods (Amphipoda: Gammaridea) in aquatic ecosystems of North-Western Russia: pathways and consequences // Hydrobiologia. 2007. Vol. 590, issue. 1. P. 15–29. DOI: 10.1007/s10750-007-0753-z
12. Остапеня А. П., Лебедева Л. И., Павлютин А. П. Биомасса и способы ее выражения // Методы определения продукции водных животных. Минск, 1968. С. 20–44.
13. Винберг Г. Г., Печень Г. А. Рост, скорость развития и плодовитость в зависимости от условий среды // Методы определения продукции водных животных. Минск, 1968. С. 45–77.
14. Михалевиц Т. В. Размерно-весовая характеристика *Gammarus lacustris* Sars (Crustacea, Amphipoda) из разных зон обитания // Вопросы экспериментальной зоологии: труды науч. конф. (25 дек. 1981 г.). Минск, 1983. С. 18–22.
15. Gee J. H. R. Population dynamics and morphometrics of *Gammarus pulex* L.: evidence of seasonal food limitation in a freshwater detritivore // Freshwat. Biol. 1988. Vol. 19, issue 3. P. 333–343.
16. Борткевич Л. В., Хмелева Н. Н., Садовская Н. И. Экологическая характеристика, калорийность и продукция *Corophium robustum* G.O. Sars (Amphipoda, Corophiidae) из низовий Днепра // Гидробиол. журнал. 1984. Т. 20, № 2. С. 89–94.
17. Кутыцына Л. А. Эколого-физиологические особенности бокоплава *Dikerogammarus haemobaphes* (Eich.) в районе сброса подогретых вод Трипольской ГРЭС // Гидробиол. журнал. 1980. Т. 16, № 2. С. 90–94.
18. Ковальчук Т. В. Соотношение веса и линейных размеров бокоплавов *Pontogammarus maeoticus* (Sow.) и *P. crassus* (G. O. Sars) // Гидробиол. журнал. 1972. Т. 8, № 2. С. 76–77.
19. Журавель П. А., Золотарева В. И. Размерно-весовая характеристика бокоплава *Pontogammarus crassus* (Grimm) Martinov из Запорожского водохранилища // Гидробиол. журнал. 1972. Т. 8, № 4. С. 80–82.
20. Хмелева Н. Н., Голубев А. П. Продукция кормовых и промысловых ракообразных (генеративная и экзувиальная). Минск, 1985.
21. Иоффе Ц. И. Обогащение кормовой базы для рыб в водохранилищах СССР путем акклиматизации беспозвоночных // Известия гос. НИИ озерного и речного рыб. хоз-ва. 1974. Т. 100. С. 3–226.

References

1. Semenchenko V. P., Vezhnovec V. V., Lipinskaya T. P. [Alien species of the Ponto-Caspian amphipods (Crustacea, Amphipoda) in the Dnipro river basin (Belarus)]. *Russian J. of Biological Invasions*. 2013, No. 3, P. 88–97 (in Russ.).
2. Sushchenya L. M., Semenchenko, V. P., Vezhnovets V. V. [Biology and production of glacial relic crustaceans]. Minsk, 1986. 160 p. (in Russ.).

3. Giginyak Yu. G., Moroz M. D. [Ecological and biotopic features of the relict amphipod *Synurella ambulans* from the springs of Belarus]. *Reports of the National Academy of Sciences of Belarus*. 2000. Vol. 44, No. 5, P. 81–83 (in Russ.).
4. Jazdzewski K. Remarks on *Gammarus lacustris* G.O. Sars, 1863, with description of *Gammarus varsoviensis* n. sp. (Crustacea, Amphipoda). *Bijdragen tot de dierkunde*. 1975. Vol. 45. No. 1. P. 71–86.
5. [Lighting system for a binocular stereoscopic microscope] / A. I. Makarenko, V. V. Vezhnovets; publ. 30.06.2015 (in Russ.).
6. [LED lighting device for microscopic technology with variable spectrum of luminescence] / A. I. Makarenko, T. V. Makarenko; publ. 30.06.2015 (in Russ.).
7. Mordukhai-Boltovskii F. M. (ed.). *The determinant of the fauna of the Black and Azov Seas*. Vol. 2. Kiev, 1969. (in Russ.).
8. Eggers T., Martens F. A key to the freshwater Amphipoda (Crustacea) of Germany. *Lauterbornia*. 2001. No. 2. P. 1–68.
9. Asochakov A. A. [To the method of measuring the length of the amphipod body]. *Hydrobiological J.* 1993. Vol. 29, No. 2. P. 90–94 (in Russ.).
10. [Method for determining the length of a curvilinear biological microobject]: pat. BY 20140604 / A. I. Makarenko, V. V. Vezhnovets; publ. 28.02.2018 (in Russ.).
11. Berezina N. A. Invasions of alien amphipods (Amphipoda: Gammaridea) in aquatic ecosystems of North-Western Russia: pathways and consequences. *Hydrobiologia*. 2007. Vol. 590, issue 1. P. 15–29. DOI:10.1007/s10750-007-0753-z
12. Ostapenya A. P., Lebedeva L. I., Pavlyutin A. P. [Methods for determining the production of aquatic animals]. Minsk, 1968. P. 20–44 (in Russ.).
13. Winberg G. G. (ed.), Petshen G. A. [Growth, developmental rate and fecundity depending on environmental conditions]. Ch. 3. Minsk, 1968. P. 45–77 (in Russ.).
14. Mihaevich T. V. [Dimensional weight characteristic of *Gammarus lacustris* Sars (Crustacea, Amphipoda) from different habitats]. *Questions of experimental zoology: proceedings of scientific. conf.* (Dec. 25, 1981). Minsk. 1983. P. 18–22 (in Russ.).
15. Gee J. H. R. Population dynamics and morphometrics of *Gammarus pulex* L.: evidence of seasonal food limitation in a freshwater detritivore. *Freshwater Biol.* 1988. Vol. 19, No. 3. P. 333–343.
16. Bortkevich L. V. [Ecological characteristics, caloric content and products of *Corophium robustum* G.O. Sars (Amphipoda, Corophiidae) from the lower reaches of the Dnieper]. *Hydrobiological J.* 1984. Vol. 20, No. 2. P. 89–94 (in Russ.).
17. Kiticyna L. A. [Ecological and physiological features of the amphipod *Dikerogammarus haemobaphes* (Eich.) in the region of discharge of heated waters of the Tripolskaya GRES]. *Hydrobiological J.* 1980. Vol. 16, No. 4. P. 77–85 (in Russ.).
18. Kovalchuk T. V. [The ratio of weight and linear dimensions of the *Pontogammarus maeoticus* (Sow.) and *P. crassus* (G. O. Sars) bokoplavs]. *Hydrobiological J.* 1972. Vol. 8, No. 2, P. 76–77 (in Russ.).
19. Zhuravel P. A., Zolotareva V. I. [Dimensional weight characteristic of *Pontogammarus crassus* (Grimm) Martinov from Zaporizhzhya reservoir]. *Hydrobiological J.* 1972. Vol. 8, No. 4. P. 80–82 (in Russ.).
20. Khmeleva N. N., Golubev A. P. [Production of fodder and commercial crustaceans (generative and exuvial)]. Minsk, 1985. (in Russ.).
21. Ioffe C. I. [Enrichment of the fodder base for fish in the reservoirs of the USSR by acclimatization of invertebrates]. *Proceedings of the State Research Institute of Lake and River Fisheries*. 1974. Vol. 100. P. 3–226 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 30.11.2018
Received by editorial board 30.11.2018