

РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАУКОВ (ARANAEA)

О. Ф. Дели, В. Ф. Микитюк

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

Исследуются размерно-весовые характеристики пауков Tibellus oblongus (Walkenaer, 1802), Agelena labyrinthica (Clerck, 1757), Pisaura mirabilis (Clerck, 1758), Araneus diadematus Clerck, 1758, Lariniodes folium (Schrank, 1803), Tetragnatha extensa (Linnaeus, 1758), Pardosa lugubris (Walkenaer, 1802). Подтвердили степенную зависимость между живым весом и длиной тела у пауков.

Изучение экологии животных не представляется возможным без точного количественного выражения ее аспектов [1], ставится за основу изучение экологии животных и рассмотрение количественных выражений их роли в процессах трансформации вещества и энергии в природных экосистемах, что требует знания таких параметров популяции как возрастной (размерный) состав, биомассы, плодовитости и др.

Определение живого (сырого) и сухого веса (массы) организмов представляет интерес при выяснении параметров энергетического баланса отдельных видов. Значительная трудоёмкость взвешивания живых организмов (особенно в полевых условиях) побуждает к разработке методов косвенного определения их веса. Для выражения биомассы часто используют показатель сухого веса как более надежный для оценки значимости вида в биоценозе.

Обзор методов определения биомассы почвенных беспозвоночных дан Г. П. Мазанцевой [3], общие вопросы количественных соотношений между весом, длиной и плодовитостью животных достаточно проанализированы ранее Р. С. Зотиной и др. [2]. Характер зависимости между длиной тела пауков-волков и их весом установил А. Бреймейер [4] в условиях Польши. Аналогичные работы по другим группам пауков встречаются редко [6, 8], а для юга Украины вовсе отсутствуют. В связи с указанными обстоятельствами, изучение основных размерно-весовых характеристик массовых видов пауков остается актуальной задачей, что явилось целью наших исследований.

Материалы и методы исследований

Для выяснения вопроса о соотношении живого веса и длины тела у пауков, материал собирали в окрестностях г. Одессы в летне-осенний период 2009 года. Живых пауков доставляли в лабораторию, усыпляли эфиром, взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,5 мг и измеряли с помощью бинокулярного микроскопа МБС - 7 при увеличении в 16 раз. При выполнении промеров стремились к стандартизации. У пауков семейства Araneidae величину длины тела получали сложением длин головогруди и брюшка, в остальных случаях длина тела измерялась непосредственно. Использовано 372 экземпляра массовых видов пауков: *Tibellus oblongus* (Walkenaer, 1802), *Agelena labyrinthica* (Clerck, 1757), *Pisaura mirabilis* (Clerck, 1758), *Araneus diadematus* Clerck, 1758, *Lariniodes folium* (Schrank, 1803), *Tetragnatha extensa* (Linnaeus, 1758), *Pardosa lugubris* (Walkenaer, 1802). Руководствовались номенклатурой, разработанной Платником [7]. Надо отметить, что мы преднамеренно избрали для изучения пауков, различающихся формой тела. Обращает на себя внимание то, что в пределах одного вида и одной размерной группы вес тела может значительно различаться, особенно у половозрелых самок, что ограничивает возможности показателя среднего веса. Оценка степени упитанности животного дает возможность делать выводы о соответствии конкретных условий экологическим требованиям вида.

В работе результаты индивидуальных взвешиваний и измерений подвергались статистической обработке без разбивки на размерные группы, что повышает точность определения связи длины и веса тела.

Для многих членистоногих в этих целях используют степенную зависимость между весом и длиной тела [2], не являются исключением и пауки: $W = a l^b$ (W – живой вес, a – ширина животного, l – длина, b – показатель степени изменения формы тела в процессе роста). Исходное уравнение преобразовано в уравнение прямой линии: $\lg W = \lg a + b \lg l$ [3]. Приводим все основные параметры, связывающие вес и длину тела у пауков: δy , δx – стандартные отклонения (δy – логарифма живого веса; δx – логарифма длины); r – коэффициент корреляции; M_b – ошибка показателя « b ». Индекс степени « b » показывает насколько увеличивается масса животного при увеличении его длины на единицу.

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе наших исследований установлено, что пауки разных видов, имеющих близкие размеры тела, могут сильно различаться по весу. Это лишает возможно-

сти предложить, обобщенный показатель среднего веса паука определенных линейных размеров, как это предполагалось для почвенных беспозвоночных [3]. Обращает на себя внимание то, что показатель «b» варьирует в широких пределах (2,00 – 3,49), но ни в одном из случаев не равен трем с учетом его ошибки (рис. 1). Этот показатель колеблется в пределах 1,9 – 3,86 в зависимости от видовых особенностей роста и условий обитания животных.

Это позволяет утверждать, что рост изучаемых видов пауков происходит с нарушением геометрического подобия и вес увеличивается непропорционально линейным размерам. Отмечено, что в случаях (*Lariniodes folium*, *Pisaura mirabilis*, *Tetragnatha extensa*, *Pardosa lugubris*) показатель «b» является высоко достоверным, в отличие пауков *Tibellus oblongus* и *Agelena labyrinthica*, дальнейшие исследования с которыми поэтому не проводились. Для этих видов не удалось получить достоверных показателей «a» и «b». Что возможно связано с другим характером связи между весом и длиной тела. У *Pisaura mirabilis* видовой спецификой роста является то, что скорость роста тела в длину отстает от изменений в других направлениях.

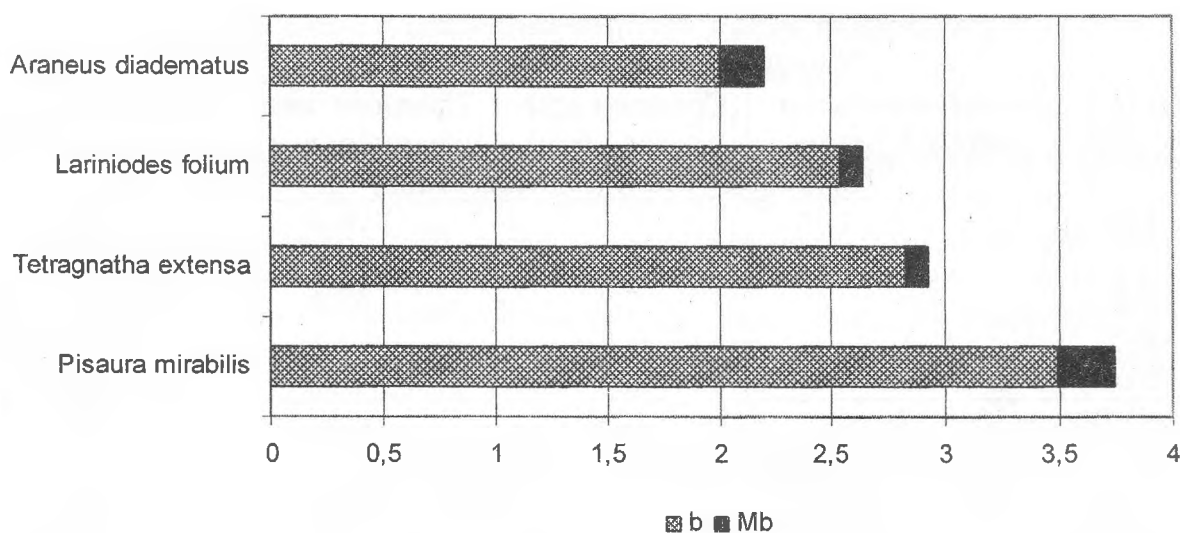


Рис. 1. Значение показателя (b) с учетом его ошибки (Mb).

Полученные результаты подтверждают наличие степенной зависимости между живым весом и длиной тела у пауков. Показатель «b» с увеличением абсолютных размеров длины тела не уменьшается. Коэффициент «b» не равен трем, поэтому нельзя с достаточно большой точностью рассчитать вес пауков по формуле $W = ali$. Поэтому приведены дополнительные статистические характеристики параметров степенного уравнения связи живого веса и длины тела у пауков (табл. 1).

Корреляционная связь между живым весом и длиной тела достаточно тесная, что отражается на небольших значениях величин ошибки прямой и ошибки показателя степени. В процессе исследования вычислялась ошибка теоретического веса для каждой из размерных групп пауков. Так, для паука *Araneus diadematus*, в интервалах длин от 7,9 до 9,9 мм теоретический вес по сравнению с эмпирическим завышен на 10,2%, а для размерной группы 3,7 – 5,7 мм занижен на 8%, при этом относительная погрешность в среднем составляет 5,6%. Близки по величине ошибки теоретического веса и для других видов.

Нами изучалась также зависимость между весом тела и его длиной у пауков, фиксированных в 70е этиленгликоле. Это обстоятельство не является принципиальным препятствием для исследования характера связи между этими параметрами. Логично предположить, что показатели степенного уравнения в этом случае

будут другими. Значение этих величин важно, поскольку чаще всего исследователь располагает фиксированными материалами. Установлено, что пауки близких размеров значительно различаются своим весом, особенно сухим (табл. 2).

Таблица 1

Статистические параметры, связывающие живой вес и длину тела у пауков

Вид	δy	δx	r	Σy
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1758)	0,350	0,100	0,888	0,161
<i>Araneus diadematus</i> Clerck, 1758	0,545	0,173	0,968	0,130
<i>Lariniodes folium</i> (Schrank, 1803)	0,610	0,250	0,889	0,280
<i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)	0,332	0,134	0,839	0,181

Условные обозначения: стандартные отклонения δy – логарифма живого веса; δx – логарифма длины; r – коэффициент корреляции, Σy – ошибка прямой.

Таблица 2

Размерный состав, средние величины длины, веса (после фиксации) и тела пауков

Размерная группа (мм)	Количество экземпляров в группе	Средняя длина тела (мм)	Средний фиксированный вес (мг)	Средний сухой вес (мг)
<i>Lariniodes folium</i> (Schrank, 1803)				
4,6 – 5,6	4	5,1	18,5	4,3
5,7 – 6,7	11	6,3	43,0	10,6
6,8 – 7,8	8	7,3	56,9	14,9
7,9 – 8,9	7	8,2	77,7	18,6
9,0 – 10,0	17	9,9	128,3	36,2
10,1 – 11,0	3	10,6	202,7	60,0
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1758)				
6,7 – 7,7	7	7,1	35,1	6,3
7,8 – 8,8	10	8,4	5,2	10,6
8,9 – 9,9	10	9,4	68,6	15,1
10,0 – 11,0	8	10,5	96,9	20,1
11,1 – 12,5	8	11,8	136,5	33,6
<i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)				
3,3 – 4,1	2	3,6	2,5	1,3
4,2 – 5,0	3	4,9	5,5	1,3
5,1 – 5,9	10	5,6	7,8	1,6
6,0 – 6,8	11	6,3	11,4	2,6
6,9 – 7,7	7	7,3	17,9	4,1
8,7 – 9,0	7	9,0	34,3	9,0

Это требует рассмотрения зависимости между изучаемыми параметрами для каждого вида отдельно. Приводим расчетные формулы веса пауков после фиксации в 70% этиленгликоле и длиной их тела.

$$L. \text{ folium } \lg Y_x = 3,071 \lg X - 0,883; M_b = 0,166$$

$$P. \text{ mirabilis } \lg Y_x = 3,018 \lg X - 1,090; M_b = 0,320$$

$$T. \text{ extensa } \lg Y_x = 2,884 \lg X - 1,255; M_b = 0,146$$

Корреляционная зависимость между фиксированным весом и длиной тела оказалась достаточно тесной, и необходимо отметить, что эмпирические показате-

ли степени «b» на живом и фиксированном материале для одних и тех же видов могут сильно различаться, что не может не обращать внимания. Аналогичная тенденция к изменению параметров уравнения $\lg \text{вес} - \text{длина}$ в зависимости от способа фиксации материала отмечена в литературе для насекомых [3]. В процессе расчета ошибки теоретического веса после фиксации для всех видов и каждой из размерных групп установлено, что наибольшей величины ошибка достигает для пауков младших возрастных групп и половозрелых пауков. Однако средняя относительная погрешность не превышает 4%.

Использование одного и того же материала для выяснения характера статистической закономерности и для ее проверки, вряд ли является корректным (хотя в аналогичных исследованиях такой прием широко используется). В связи с этим необходимо сделать ряд пояснений: во первых, для проверки соответствия фактических и расчетных весов мы использовали усредненные величины весовых характеристик по размерным группам, а не индивидуальные. Найденные параметры уравнения работают лишь в интервале исследованных размерно-весовых характеристик.

Коэффициент корреляции между сухим весом и длиной тела очень высок, что определило величины ошибок показателей степени «b» (табл. 3).

Таблица 3

Статистические параметры, связывающие сухой вес и длину тела у пауков

Вид	δy	δx	r	Σy
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1758)	0,223	0,071	0,940	0,080
<i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)	0,190	0,093	0,900	0,082
<i>Lariniodes folium</i> (Schrank, 1803)	0,332	0,089	0,907	0,140

Условные обозначения: δy , δx – стандартные отклонения; r – коэффициент корреляции, Σy – ошибка прямой.

Относительная погрешность теоретического веса для изученных видов колеблется от 2% до 7%, лишь для *Lariniodes folium* эта величина достигла 13%. Описание степенным уравнением зависимости между сухим весом и длиной тела использовали многие авторы [6]. Так же известны попытки описания зависимости между сухим весом тела пауков и их длиной уравнением параболы третьего порядка [5]. Сравнительная эффективность обоих способов требует дальнейшего изучения на широком выборе видов. Нами изучена возможность описания степенным уравнением зависимости между сухим весом и весом после фиксации (табл. 4).

На основании индивидуальных взвешиваний пауков и статистического анализа материала были установлены параметры уравнений сухого и фиксированного веса, которые представлены ниже:

$$L. \text{ folium } \lg Y_x = 1,172 \lg X - 0,907; M_b = 0,037$$

$$P. \text{ mirabilis } \lg Y_x = 1,276 \lg X - 1,188; M_b = 0,050$$

$$T. \text{ extensa } \lg Y_x = 1,010 \lg X - 0,661; M_b = 0,031$$

$$P. \text{ lugubris } \lg Y_x = 1,0625 \lg X - 0,222; M_b = 0,130$$

Таким образом обнаружено, что показатели степени «b» (за исключением *Paradosa lugubris*) обладают довольно близкими величинами. Это свидетельствует о принципиальной возможности предложить для широкого круга пауков единую расчетную формулу. Отличающийся показатель степени для *P. lugubris* может быть объясним, в частности, низкой величиной коэффициента корреляции ($r=0,579$), а для других видов он колеблется от 0,950 до 0,969. Ошибка теоретического веса достигает наибольшей величины для *P. lugubris* – 27%, для остальных видов она колеблется в пределах от 2 до 6%.

Таблица 4

Весовой состав, средние величины фиксированного и сухого веса тела пауков

Весовая группа (мг)	Количество экземпляров в группе	Средний фиксированный вес (мг)	Средний сухой вес (мг)
<i>Lariniodes folium</i> (Schrank, 1803)			
16 – 46	11	30,7	6,6
47 – 77	15	58,5	14,8
78 – 108	11	89,5	22,2
109 – 139	6	127,2	37,0
140 – 170	2	163,5	50,0
171 – 201	2	195,0	53,0
202 – 232	4	212,3	63,8
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1758)			
23 – 43	9	36,4	6,9
44 – 63	11	54,1	11,1
64 – 84	13	70,6	14,7
85 – 105	6	91,2	19,3
106 – 126	4	117,8	26,8
127 – 147	3	134,7	33,0
148 – 165	3	159,0	37,7
<i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)			
2 – 9	17	6,8	1,4
10 – 17	13	13,4	3,0
18 – 25	13	20,3	4,7
26 – 33	5	27,4	6,0
34 – 39	2	38,0	10,5
<i>Pardosa lugubris</i> (Walkenaer, 1802)			
3 – 10	14	5,8	1,2
11 – 18	12	13,4	3,3
19 – 26	5	22,2	4,1
27 – 34	4	29,7	6,0
35 – 42	6	37,5	10,0
43 – 45	3	44,5	12,5

Выводы. Размерно-весовые характеристики пауков (*Lariniodes folium*, *Pisaura mirabilis*, *Tetragnatha extensa*, *Pardosa lugubris*) свидетельствует о том, что уравнение степенной функции в логарифмическом виде достаточно хорошо выражает зависимость между массой и длиной тела, в отличие от *Tibellus oblongus* и *Agelena labyrinthica*. Установленные параметры уравнений зависимости сухого и фиксированного веса могут быть использованы для продукционно-энергетической оценки роли исследованных пауков в биоценозах.

Литература

1. Воинственский М. А., Петрусенко А. А. Программа биоценологических исследований основных степных ландшафтов Украины / М. А. Воинственский, А. А. Петрусенко // Вестн. зоол. – 1974. – №2. – С. 9-14.
2. Зотина Р. С., Зотин А. И. Количественные соотношения между весом, длиной, возрастом, размерами яиц и плодовитостью у животных / Р. С. Зотина, А. И. Зотин // Журн. общ. биол. – 1967. – Т.28, № 1. – С. 89-92.
3. Мазанцева Г. П. Определение биомассы почвенных беспозвоночных по морфометрическим показателям / Г. П. Мазанцева // Сб. Методы поч-

венно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. – С. 100-107.

4. Breymeyer A. Preliminary data for estimating the biological production of wandering spiders / A. Breymeyer // – In «Secondary Productivity of Terrestrial Ecosystems». Warszawa – Krakov, 1967. – P. 821-834.

5. Krnora M. Udaje o kaloryckich hodnotach druhu *Anyphaena accentuata* (Walck.) a zistenie niektorychzavislosti zavislosti hmotnosti a dizky tela pri tomto druhu / M. Krnora // *Biologia*, 1978. – P. 401-405.

6. Norberg R. Energy content of some spiders and insects on branches of certain passerina birds / R. Norberg // *Oikos*, 1978. – Vol. 31. – P. 222-229.

7. Platnick N. L. The World Spider Catalog. Version 12.5. American Museum of Natural History. [Электронный ресурс] Available on the Internet: <http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog/>

8. Workmann C. Individual energy budget of *otrochosa terricola* Thor. Under constant and fluctuating temperature conditions. / C. Workmann // *Arachnology 7-th Int. Congr. Proc. Exeter.* – London, 1978. – P. 223-233.

Делі О. Ф., Микитюк В. Ф. Розмірно-вагові характеристики павуків (Araneae).

Аналізуються розмірно-вагові характеристики павуків *Tibellus oblongus* (Walkenaer, 1802), *Agelena labyrinthica* (Clerck, 1757), *Pisaura mirabilis* (Clerck, 1758), *Araneus diadematus* Clerck, 1758, *Lariniodes folium* (Schrank, 1803), *Tetragnatha extensa* (Linnaeus, 1758), *Pardosa lugubris* (Walkenaer, 1802). Підтверджена залежність між живою вагою та довжиною тіла у павуків *Lariniodes folium*, *Pisaura mirabilis*, *Tetragnatha extensa*, *Pardosa lugubris*.

Dely O. F., Mykituk V. F. Length-weight characteristics of spiders (Araneae).

Body length and weight characteristics of spiders *Tibellus oblongus* (Walkenaer, 1802), *Agelena labyrinthica* (Clerck, 1757), *Pisaura mirabilis* (Clerck, 1758), *Araneus diadematus* Clerck, 1758, *Lariniodes folium* (Schrank, 1803), *Tetragnatha extensa* (Linnaeus, 1758), *Pardosa lugubris* (Walkenaer, 1802) were studied. Relationship between live weight and body length of spiders *Lariniodes folium*, *Pisaura mirabilis*, *Tetragnatha extensa*, *Pardosa lugubris* confirmed.