

Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря.  
Материалы IX международной конференции  
11-14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия  
Петрозаводск, 2005. С. 305-309.

## ВЕСА НЕКОТОРЫХ МАКРОПЛАНКТЕРОВ БЕЛОГО МОРЯ

В.А. ТРОШКОВ

Северное отделение Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (СевПИНРО), Архангельск

В работе приводятся размерно-весовые характеристики некоторых представителей макрозоопланктона Белого моря: *Chaetognatha*, *Euphausiacea*, *Hyperiididae*. Исследуется сезонная и географическая изменчивость этих характеристик. Даны таблицы и формулы для расчета весов макрозоопланктеров, которые могут быть использованы при определении биомассы и продукции гидробионтов.

V.A. Troshkov. The weights of some macroplankters in the White Sea // The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Proceedings of the IXth International Conference, October, 11-14, 2004. Petrozavodsk, Karelia, Russia. Petrozavodsk, 2005. P. 305-309.

The paper gives dimensional and weight characteristics of some representatives of macrozooplankton groups in the White Sea: *Chaetognatha*, *Euphausiacea*, *Hyperiididae*. Seasonal and ecological variability of these characteristics were studied.

Основной задачей данной работы было получение весовых характеристик массовых видов макропланктона Белого по различным размерным группам.

Организмы для измерения брались в различных районах моря и во все сезоны, что позволяет говорить об их экологических особенностях и сезонной изменчивости. Использованный материал различается своей полнотой по отдельным макропланктерам. Так, наиболее полный, охватывающий все сезоны и районы моря, имеется материал по *Sagitta*, *Euphausiacea*, *Hyperidea*. Именно эти организмы и получили освещение в данной статье.

Полученные в результате исследований данные будут постоянно уточняться по мере накопления материала, но изменения в приведенных весовых характеристиках не будут слишком значительными. Поэтому уже сейчас, приводимые результаты можно использовать как при вычислении биомассы зоопланктона, так и при расчетах питания планктоноядных рыб.

### Материал и методика

Материалом для данного исследования послужили планктические сборы Северного отделения ПИНРО, за период 1988-2003 гг.

Зоопланктон облавливали, используя замыкающую сеть Джеди с диаметром входного отверстия 36 см; газ №38. Часть материала получена из ловов ихтиопланктонными сетями, с диаметром входного отверстия 50 и 80 см, газ № 5-10.

Каждый организм взвешивался индивидуально с использованием торсионных весов марки «WT», и весов марки «Кепн 770», с точностью измерения 0,1 мг.

Материал определялся на сырой вес и размер тела. При взвешивании организмы обсушивались с помощью фильтровальной бумаги. Изучение сырого веса, учитывая то, что биомасса планктона в настоящее время определяется в сырых весах, в значительной степени оправдано, несмотря на то, что сухие веса организмов дают более сравнимые цифры весов. В настоящей работе использовался материал, фиксированный в формалине. Использование «формалинового» веса оправдано невозможностью обработки материала в рейсе или сразу после него.

При построении графиков зависимости весов от размера тела макропланктеров и составлении таблиц, использована статистическая обработка материала с применением пакета Excel.

### Результаты

#### *Sagitta elegans*

Материал для исследований был получен практически со всех районов Белого моря и охватывает все сезоны. При измерениях наблюдались как сезонные отличия в размерах, так и отличия, связанные с географическим фактором - районом отбора проб. Последнее может говорить как о том, что либо существуют отдельные популяции макропланктеров в заливах Белого моря, либо разница в темпах развития и роста обусловлена условиями роста и откорма. Сезонные отличия в весовых характеристиках часто объясняются наличием, или отсутствием, половых продуктов. Кроме *Sagitta*, подобный фактор имеет большое значение для *Hydromedusae*.

В таблице 1 приводятся размерно-весовые характеристики *Sagitta elegans*, полученные в различные сезоны по всему Белому морю.

Таблица 1. Размер и вычисленные по уравнениям веса *Sagitta elegans*

| Размер, мм | Вес, мг.        |               |                |
|------------|-----------------|---------------|----------------|
|            | Весенний период | Летний период | Осенний период |
| 0.5        | 0.00003         | 0.00005       | 0.00015        |
| 1          | 0.00030         | 0.0005        | 0.00120        |
| 2          | 0.00338         | 0.004707      | 0.00991        |
| 3          | 0.01392         | 0.017471      | 0.03407        |
| 4          | 0.03802         | 0.044305      | 0.08182        |
| 5          | 0.08290         | 0.091186      | 0.16145        |
| 6          | 0.15672         | 0.164458      | 0.28132        |
| 7          | 0.26851         | 0.270775      | 0.44988        |
| 8          | 0.42808         | 0.417057      | 0.67565        |
| 9          | 0.64594         | 0.610461      | 0.96720        |
| 10         | 0.93330         | 0.858361      | 1.33316        |
| 11         | 1.30197         | 1.168323      | 1.78218        |
| 12         | 1.76439         | 1.548095      | 2.32297        |
| 13         | 2.33353         | 2.005592      | 2.96428        |
| 14         | 3.02296         | 2.548886      | 3.71487        |
| 15         | 3.84672         | 3.186195      | 4.58355        |
| 16         | 4.81939         | 3.925879      | 5.57917        |
| 17         | 5.95602         | 4.776427      | 6.71057        |
| 18         | 7.27215         | 5.746455      | 7.98665        |
| 19         | 8.78374         | 6.844698      | 9.41632        |
| 20         | 10.50725        | 8.080007      | 11.00850       |
| 21         | 12.45951        | 9.461342      | 12.77217       |
| 22         | 14.65782        | 10.99777      | 14.71628       |
| 23         | 17.11987        | 12.69846      | 16.84984       |
| 24         | 19.86374        | 14.57268      | 19.18186       |
| 25         | 22.90793        | 16.62978      | 21.72137       |
| 26         | 26.27131        | 18.87923      | 24.47742       |
| 27         | 29.97311        | 21.33057      | 27.45907       |
| 28         | 34.03295        | 23.99342      | 30.67542       |
| 29         | 38.47080        | 26.8775       | 34.13554       |
| 30         | 43.30700        | 29.9926       | 37.84857       |
| 31         | 48.56222        | 33.34861      | 41.82361       |
| 32         | 54.25748        | 36.95546      | 46.06982       |
| 33         | 60.41414        | 40.8232       | 50.59635       |
| 34         | 67.05389        | 44.96192      | 55.41235       |
| 35         | 74.19874        | 49.3818       | 60.52702       |
| 36         | 81.87103        | 54.09308      | 65.94954       |
| 37         | 90.09342        | 59.10608      | 71.68912       |
| 38         | 98.88886        | 64.43117      | 77.75497       |
| 39         | 108.2806        | 70.07881      | 84.15632       |
| 40         | 118.2923        | 76.0595       | 90.9024        |

Из приведенных в таблице 1 весов видно, что наибольшей массой при равных размерах обладают осенние сагитты, несколько меньше она у весенних и наиболее низкая - у летних. Скорее всего, эти отличия связаны с тем, что к осени в теле сагитт накапливается наибольшее количество запасных питательных веществ, которые в весенний период, по всей видимости, частично расходуются на создание половых продуктов.

Разница по массе в размерной группе 20-30 мм достигает 25-35%, что существенно может влиять на расчет общей биомассы, учитывая, что в некоторых районах *Sagitta elegans* часто является доминирующим по массе видом.

Для расчета весов *Sagitta elegans* можно использовать следующие формулы:

$$P = 0,0003a^{3,4922} \text{ – для весенних } Sagitta \text{ elegans}$$

$$P = 0,0005a^{3,2347} \text{ – для летних } Sagitta \text{ elegans}$$

$P = 0,0012a^{3,0457}$  – для осенних *Sagitta elegans*  
 где P – вес организма в мг; a = длина организма в мм.

### *Euphausiacea*

Материал для исследований был получен также практически со всего Белого моря и в различные

сезоны. В данной статье сезонная изменчивость размеров и биомассы *Euphausiacea* не обсуждается, поскольку не набрано необходимого количества измерений. Приводятся средние веса за весь сезон, по различным видам эвфаузид (Табл. 2).

Таблица 2. Размер и вычисленные по уравнениям веса *Euphausiacea*

| Размер, мм | Вес, мг.                   |                            |                                  |
|------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
|            | <i>Thysanoessa raschii</i> | <i>Thysanoessa inermis</i> | <i>Meganistiphanes norvegica</i> |
| 1          | 0.0353                     | 0.0249                     | 0.0076                           |
| 1.5        | 0.0965                     | 0.0699                     | 0.0247                           |
| 2          | 0.1969                     | 0.1453                     | 0.0570                           |
| 2.5        | 0.3423                     | 0.2563                     | 0.1090                           |
| 3          | 0.5380                     | 0.4076                     | 0.1852                           |
| 3.5        | 0.7885                     | 0.6034                     | 0.2898                           |
| 4          | 1.0979                     | 0.8476                     | 0.4273                           |
| 4.5        | 1.4703                     | 1.1438                     | 0.6017                           |
| 5          | 1.9093                     | 1.4955                     | 0.8173                           |
| 5.5        | 2.4183                     | 1.9060                     | 1.0781                           |
| 6          | 3.0005                     | 2.3784                     | 1.3884                           |
| 6.5        | 3.6593                     | 2.9157                     | 1.7520                           |
| 7          | 4.3974                     | 3.5208                     | 2.1732                           |
| 7.5        | 5.2178                     | 4.1964                     | 2.6557                           |
| 8          | 6.1233                     | 4.9454                     | 3.2036                           |
| 8.5        | 7.1165                     | 5.7003                     | 3.8209                           |
| 9          | 8.2001                     | 6.6737                     | 4.5115                           |
| 9.5        | 9.3765                     | 7.6580                     | 5.2792                           |
| 10         | 10.6482                    | 8.7257                     | 6.1279                           |
| 10.5       | 12.0175                    | 9.8791                     | 7.0616                           |
| 11         | 13.4868                    | 11.1206                    | 8.0839                           |
| 11.5       | 15.0583                    | 12.4523                    | 9.1988                           |
| 12         | 16.7342                    | 13.8766                    | 10.4101                          |
| 12.5       | 18.5167                    | 15.3956                    | 11.7215                          |
| 13         | 20.4078                    | 17.0114                    | 13.1368                          |
| 13.5       | 22.4098                    | 18.7261                    | 14.6598                          |
| 14         | 24.5244                    | 20.5417                    | 16.2943                          |
| 14.5       | 26.7539                    | 22.4603                    | 18.0439                          |
| 15         | 29.1000                    | 24.4839                    | 19.9124                          |
| 15.5       | 31.5647                    | 26.6144                    | 21.9035                          |
| 16         | 34.1500                    | 28.8538                    | 24.0208                          |
| 16.5       | 36.8575                    | 31.2039                    | 26.2682                          |
| 17         | 39.6892                    | 33.6666                    | 28.6493                          |
| 17.5       | 42.6469                    | 36.2438                    | 31.1676                          |
| 18         | 45.7323                    | 38.9373                    | 33.8270                          |
| 18.5       | 48.9471                    | 41.7489                    | 36.6310                          |
| 19         | 52.2931                    | 44.6803                    | 39.5832                          |
| 19.5       | 55.7719                    | 47.7333                    | 42.6873                          |
| 20         | 59.3852                    | 50.9097                    | 45.9470                          |
| 20.5       | 63.1347                    | 54.2111                    | 49.3658                          |
| 21         | 67.0220                    | 57.6393                    | 52.9473                          |
| 21.5       | 71.0487                    | 61.1959                    | 56.6952                          |
| 22         | 75.2163                    | 64.8826                    | 60.6129                          |
| 22.5       | 79.5264                    | 68.7010                    | 64.7041                          |

| Размер, мм | Вес, мг.                   |                            |                                  |
|------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
|            | <i>Thysanoessa raschii</i> | <i>Thysanoessa inermis</i> | <i>Meganistiphanes norvegica</i> |
| 23         | 83.9806                    | 72.6527                    | 68.9724                          |
| 23.5       | 88.5804                    | 76.7394                    | 73.4213                          |
| 24         | 93.3273                    | 80.9627                    | 78.0544                          |
| 24.5       | 98.2227                    | 85.3240                    | 82.8752                          |
| 25         | 103.2683                   | 89.8251                    | 87.8873                          |
| 25.5       | 108.4654                   | 94.4673                    | 93.0942                          |
| 26         | 113.8154                   | 99.2523                    | 98.4994                          |
| 26.5       | 119.3199                   | 104.1815                   | 104.1065                         |
| 27         | 124.9802                   | 109.2566                   | 109.9189                         |
| 27.5       | 130.7977                   | 114.4789                   | 115.9402                         |
| 28         | 136.7738                   | 119.8499                   | 122.1739                         |
| 28.5       | 142.9100                   | 125.3711                   | 128.6235                         |
| 29         | 149.2075                   | 131.0440                   | 135.2924                         |
| 29.5       | 155.6677                   | 136.8701                   | 142.1842                         |
| 30         | 162.2919                   | 142.8506                   | 149.3023                         |

Таблица 3. Размер и вычисленные по уравнениям веса *Themisto libellula*

| Размер (мм) | 1       | 1,5     | 2       | 2,5     | 3       | 3,5     | 4       | 4,5     |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Вес (мг)    | 0,0894  | 0,24472 | 0,50001 | 0,87028 | 1,36872 | 2,00717 | 2,79649 | 3,74676 |
| 5           | 5,5     | 6       | 6,5     | 7       | 7,5     | 8       | 8,5     | 9       |
| 4,86743     | 6,1674  | 7,65515 | 9,33876 | 11,2259 | 13,3242 | 15,6405 | 18,182  | 20,9553 |
| 9,5         | 10      | 10,5    | 11      | 11,5    | 12      | 12,5    | 13      | 13,5    |
| 23,9669     | 27,2231 | 30,73   | 34,4937 | 38,52   | 42,8146 | 47,3831 | 52,2309 | 57,3633 |
| 14          | 14,5    | 15      | 15,5    | 16      | 16,5    | 17      | 17,5    | 18      |
| 62,7858     | 68,5032 | 74,5208 | 80,8435 | 87,4762 | 94,4236 | 101,691 | 109,282 | 117,201 |
| 18,5        | 19      | 19,5    | 20      | 20,5    | 21      | 21,5    | 22      | 22,5    |
| 125,454     | 134,045 | 142,977 | 152,256 | 161,886 | 171,871 | 182,214 | 192,921 | 203,994 |
| 23          | 23,5    | 24      | 24,5    | 25      | 25,5    | 26      | 26,5    | 27      |
| 215,439     | 227,259 | 239,458 | 252,041 | 265,009 | 278,369 | 292,123 | 306,275 | 320,828 |
| 27,5        | 28      | 28,5    | 29      | 29,5    | 30      |         |         |         |
| 335,787     | 351,155 | 366,936 | 383,133 | 399,749 | 416,789 |         |         |         |

Как видно из таблицы 2, в среднем различные виды *Euphausiacea* ненамного отличаются по своим весовым характеристикам. Для вычисления весов можно использовать следующие формулы:

$$P = 0,0353a^{2,4795} \text{ – для } Thysanoessa \text{ raschii}$$

$$P = 0,0249a^{2,5446} \text{ – для } Thysanoessa \text{ inermis}$$

$$P = 0,0076a^{2,9065} \text{ – для } Meganistiphanes \text{ norvegica}$$

где P – вес организма в мг; a = длина организма в мм.

#### *Hyperiidae*

В Белом море нами были обнаружены следующие виды *Hyperiidae*: *Themisto libellula*, *Themisto abyssorum*, *Themisto compressa*, *Hyperoche medusarum*, *Hyperia galba*, *Lanceola clausi*. В настоящей статье приводятся материалы лишь по *Themisto li-*

*bellula* в связи с тем, что по этому гидробионту накоплен относительно большой материал.

Для анализа были использованы организмы, выловленные в различных районах Белого моря во все сезоны года. Для вычисления весов *Themisto libellula* можно использовать следующую формулу:

$$P = 0,0894a^{2,4836}$$

где P – вес организма в мг; a = длина организма в мм.

Приведенные выше формулы для расчета весов организмов по их размерам, конечно же не являются выражением абсолютно точного соотношения этих параметров у исследованных организмов. По мере накопления материала будут меняться и эти формулы. Однако уже сейчас, исходя из величин досто-

верности аппроксимации, величины которых лежат в основном в пределах 0,96-0,97 можно говорить о том, что изменения в приведенных таблицах весов будут не очень существенными и не превышать 2-3%.

Исследования морских гидробионтов показывают, что помимо сезонной изменчивости в соотношении размеров и массы тела, существует и зоогеографическая изменчивость. Косвенно на это указывает и тот факт, что, несмотря на достаточно обширный материал по измерениям *Sagitta elegans*, величина достоверности аппроксимации весенних и летних организмов находится в пределах 0,76-0,89.

В последующих работах планируется показать, что один и тот же вид макрозоопланктона имеет различную динамику сезонных и многолетних изменений размеров и массы тела организмов, в зави-

симости от своего местообитания. В данном случае, для Белого моря, такие исследования проведены для различных районов моря.

### **Заключение**

Проведенные исследования по изменению соотношений размеров и массы тела морских гидробионтов позволяют сделать следующие выводы:

- Существует довольно ярко выраженная сезонная изменчивость этих соотношений.
- Существуют отличия в приведенных соотношениях у близкородственных видов.
- Данные соотношения можно использовать для вычисления весов макрозоопланктона Белого моря, по их размерам.