

Г. Н. МИРОНОВ

## ПИТАНИЕ ПЛАНКТОННЫХ ХИЩНИКОВ

II. ПИТАНИЕ САГИТТЫ<sup>1</sup>

Настоящая работа ставит целью дать количественные показатели потребления пищи сагиттами. Для этого были использованы следующие сборы планктона:

1) разовые и суточные сборы в Севастопольской бухте в августе и сентябре 1951 г.;

2) сборы в сентябре 1946 г., в июне 1950 г. и в августе 1951 г. в открытом море;

3) сборы суточной станции в открытом море в феврале 1951 г. и две серии такой же станции в апреле 1950 г.;

4) одна проба поверхностного лова в северо-западной части Черного моря в августе 1953 г. Всего в нашем распоряжении было 142 пробы, в которых было обнаружено и просмотрено свыше 8 тыс. сагитт; из них более 1200 особей содержали пищу в кишечнике.

Состав слабо переваренной пищи иногда можно было определить сквозь прозрачные покровы и кишечник сагитты. В большинстве же случаев пища была настолько переварена, что ее приходилось извлекать из кишечника и исследовать под микроскопом, отыскивая в ее бесформенных остатках такие части тела добычи, по которым можно было определить съеденный организм. Переваренных копепод — основную пищу сагитт — определяли по концевым щетинкам ножек и по челюстям. При пересчете численности организмов на биомассу, вес организмов брался из инструкции ВНИРО (Яшнов, 1934) и работы Л. М. Баркаловой (1940). Для организмов, которые не вошли в указанные работы, вес определялся нами. Хищность сагитт ни у кого не вызывает сомнения, так как все исследователи находили у них в кишечниках только животные организмы и не обнаруживали ни детрита, ни растительных остатков. Однако размеры уничтожения ими планктона (в том числе и личинок рыб) учесть трудно потому, что количественных исследований питания сагитт не производилось.

Длительное содержание сагитт в аквариумах нам не удавалось; о такой же неудаче пишет и Лебур (Lebour, 1923—1925). Гибель сагитт наступает, по-видимому, от истощения, обусловленного чрезмерным движением, что наблюдалось у рыб (Тарасов 1939). Можно наблюдать, что сагитта в аквариуме быстро погружается на дно и при соприкосновении с ним снова всплывает вверх. При незначительной толщине слоя воды в аквариуме такое частое всплывание вызывает слишком большой расход энергии и гибель. Наблюдать захват пищи

<sup>1</sup> Сообщение I. «Питание ноктилюки», см. Тр. «Севастоп. биол. ст.», 1954, т. VIII.

сагиттой нам не приходилось. Судя по положению организмов в кишечниках сагитт, они захватывают ракообразных за голову, а сагитт, которых поедают более крупные особи своего вида, за любую часть тела, но чаще за голову. Захваченная сагитта при втягивании ее в рот складывается вдвое в месте захвата. По наблюдениям Скотта, продолжительность глотания сагитты другой сагиттой составляет немногим более 5 мин. (Scott, 1892). Вооружение рта сагитты позволяет ей захватывать и удерживать сравнительно мягких животных и не приспособлено для удержания твердых предметов. Этим, вероятно, можно объяснить отсутствие в пище сагитт личиночных стадий моллюсков, так как твердые раковинки последних выскальзывают из щетинок и зубчиков, составляющих вооружение рта сагитт. Весь аппарат в целом не приспособлен для жевания или откусывания, поэтому нам кажется необоснованным приписывать сагиттам наличие в планктоне обезглавленных личинок сельдей (Lebour, 1923—1925). Сама сагитта встречается в пище некоторых черноморских рыб: хамсы (Никитин, 1946) и ставриды (Фортулатова, 1948), а в Северном море у скумбрии, молодых тресковых и сельдей (Hagmeier и. Künne, 1950), попадает она в пищу и у других животных. Пищевое значение сагитты невелико, так как она составляет лишь незначительную часть пищевого рациона животных, которые ее поедают.

Видовой состав Chaetognatha в Черном море изучен достаточно подробно (Молчанов, 1909; Зернов, 1913; Рубинштейн, 1917; Виноградов, 1933), количественное же развитие их характеризуется только описательно: «много», «порядочно», «мало» (Никитин, 1929; Долгопольская, 1940). Позднее была подсчитана биомасса сагитт (Кусморская, 1950) по которой лишь приблизительно можно судить об их численности и составить представление о количестве потребляемой ими пищи.

Нами исследовано с количественной стороны питание *Sagitta setosa* Müll. и *Sagitta euxina* Mol.

### *Sagitta setosa* Müll.

В Севастопольской бухте этот вид в 1951 г. был наиболее многочисленным в августе—сентябре, затем численность его снижалась и зимой он совсем не встречался. Данные, приведенные в табл. 1, показывают, что Copepoda составляют в пище *S. setosa* 65 по встречаемости и 62% по весовому значению. Cladocera значительно уступают им и не превышают 14 по встречаемости и 17% по весу пищи. В общем на долю ракообразных приходится по обоим показателям около 80% всей пищи. Среди ракообразных чаще всего встречаются Paracalanus, Acartia и Oithona, гораздо реже Centropages.

Из остальных компонентов пищи следует отметить тинтинид, играющих заметную роль в пище молодых сагитт. У *S. setosa* наблюдается поедание особей своего вида: это отмечено Кусморской (1950) и у *S. euxina*, а также Лебур (1923—1925) и Скоттом (1892—1893) у других видов сагитт. Весовое значение сагитт в пище достигает 7, встречаемость 2%. В пище *S. setosa*, как указывалось выше, личинки моллюсков совершенно отсутствуют. Около 12% пищи (по встречаемости) нам определить не удалось.

В открытом море в августе 1951 г., как и в бухте, основную пищу сагитт составляли ракообразные, достигая 63 по встречаемости и 57% по весу. Из остальных групп преобладали Oicopleura и *Sagitta*. В целом питание сагитты в море менее разнообразно, чем в бухте, и отличается большим весовым значением Penilia и Centropages (табл. 1).

Состав пищи *Sagitta setosa* (в %)

Таблица 1

| Организм                                 | Севастопольская бухта, сентябрь 1951 г. |                  | Открытое море, август 1951 г. |                  |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
|                                          | частота встречаемости                   | весовое значение | частота встречаемости         | весовое значение |
| <i>Penilia avirostris</i> . . . . .      | 5,2                                     | 4,2              | 14,2                          | 12,4             |
| <i>Evadne spinifera</i> . . . . .        | —                                       | —                | 0,7                           | 3,5              |
| <i>Podon</i> sp. . . . .                 | 6,5                                     | 6,7              | —                             | —                |
| <i>Cladocera</i> sp. . . . .             | 1,9                                     | 6,7              | —                             | —                |
| <i>Paracalanus parvus</i> ad. . . . .    | 19,9                                    | 22,2             | 5,9                           | 6,6              |
| <i>Paracalanus</i> juv. . . . .          | 1,5                                     | <1               | 9,7                           | 3,4              |
| <i>Pseudocalanus elongatus</i> . . . . . | 1,1                                     | 6,0              | 0,7                           | 4,1              |
| <i>Acartia clausi</i> . . . . .          | 13,5                                    | 11,9             | 1,4                           | 1,3              |
| <i>Acartia clausi</i> juv. . . . .       | 0,4                                     | <1               | —                             | —                |
| <i>Acartia latisetosa</i> . . . . .      | 0,8                                     | <1               | —                             | —                |
| <i>Centropages</i> ad. . . . .           | 3,2                                     | 14,5             | 4,5                           | 19,6             |
| <i>Centropages</i> juv. . . . .          | —                                       | —                | 2,4                           | 0,2              |
| <i>Oithona minuta</i> ad. . . . .        | 12,3                                    | 4,7              | 12,6                          | 4,7              |
| <i>Oithona minuta</i> naupl. . . . .     | 0,1                                     | <1               | —                             | —                |
| <i>Oithona minuta</i> ov. . . . .        | 1,5                                     | <1               | —                             | —                |
| <i>Oithona similis</i> . . . . .         | —                                       | —                | 0,7                           | 0,7              |
| Copepoda sp. . . . .                     | 0,1                                     | <1               | —                             | —                |
| Copepoda naupl. . . . .                  | 5,2                                     | <1               | 8,2                           | 1,4              |
| Copepoda ov. . . . .                     | —                                       | —                | 2,2                           | <1               |
| <i>Cirripedia</i> naupl. . . . .         | 5,2                                     | 3,2              | —                             | —                |
| <i>Harpacticoida</i> . . . . .           | 0,1                                     | <1               | —                             | —                |
| Mysidae . . . . .                        | 0,1                                     | —                | —                             | —                |
| Tintinnida . . . . .                     | 5,2                                     | <1               | 8,2                           | 1,2              |
| Polychaeta larv. . . . .                 | 0,8                                     | <1               | —                             | —                |
| <i>Sagitta setosa</i> . . . . .          | 2,1                                     | 6,6              | 8,2                           | 26,8             |
| <i>Oicopleura</i> . . . . .              | 0,4                                     | <1               | 20,1                          | 13,2             |
| Pisces larv. . . . .                     | 0,1                                     | <1               | —                             | —                |
| Хитин . . . . .                          | 0,4                                     | <1               | —                             | —                |
| Неопределенные остатки . . . . .         | 12,4                                    | 8,5              | 5,6                           | 0,9              |

В общем в пище сагитт преобладают, за исключением личинок моллюсков, массовые формы зоопланктона. Некоторые, хотя и незначительные, различия имеются в составе пищи у крупных и мелких сагитт (табл. 2); мелкие сагитты (до 2 мм длины) поедают относительно небольших животных — инфузорий, молодых *Oithona*, науплиальные стадии копепод; реже попадаются взрослые рачки (*Acartia*). У мелких сагитт очень часто встречается пища в виде бесформенных, бесструктурных комков, состав которых нам не удалось определить, во всяком случае это не были ракообразные, так как даже при больших увеличениях нельзя было обнаружить остатков хитина. У сагитт крупнее 3 мм инфузории не встречаются. Поедание особей своего вида отмечено у сагитт длиной от 2 до 7 мм, причем наиболее сильно это проявляется у особей 4—5 мм, т. е. вскоре после появления полного числа унци и большинства передних зубчиков. Отношение веса пищи, найденной в кишечниках *S. setosa*, к весу их тела приведено в табл. 3. У сагитт, как и у других животных, отмечается большее потребление пищи молодыми особями, чем старыми.

Таблица 2

Состав пищи *Sagitta setosa* разной длины в Севастопольской бухте 24—25 сентября 1951 г. (частота встречаемости в %)

| Организм                     | Длина тела сагитты, мм (в скобках указано число исследованных сагитт) |             |             |             |             |             |             |             |              |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|                              | 1—2<br>(34)                                                           | 2—3<br>(49) | 3—4<br>(48) | 4—5<br>(54) | 5—6<br>(86) | 6—7<br>(43) | 7—8<br>(66) | 8—9<br>(40) | 9—10<br>(13) |
| Cladocera sp. . . . .        | —                                                                     | —           | 4,0         | 0,6         | 2,2         | 4,3         | 1,5         | 21,7        | —            |
| Penilia . . . . .            | —                                                                     | 5,5         | 4,0         | 9,4         | 4,3         | 4,3         | 6,1         | —           | —            |
| Podon sp. . . . .            | —                                                                     | 1,5         | 6,0         | 7,8         | 7,6         | 10,8        | 10,8        | 5,3         | 7,7          |
| Paracalanus ad. . . . .      | —                                                                     | —           | 8,0         | 17,1        | 20,6        | 35,0        | 40,2        | 31,4        | 30,5         |
| Paracalanus juv. . . . .     | —                                                                     | 1,5         | —           | —           | 1,1         | 6,5         | 3,1         | —           | —            |
| Pseudocalanus . . . . .      | —                                                                     | —           | —           | 1,6         | 3,3         | —           | 1,5         | —           | —            |
| Centropages . . . . .        | —                                                                     | —           | —           | —           | 4,3         | 2,2         | 3,1         | 13,3        | 7,7          |
| Acartia clausi . . . . .     | 5,5                                                                   | 14,5        | 12,0        | 9,4         | 20,7        | 10,8        | 9,2         | 26,5        | 15,4         |
| Acartia latisetosa . . . . . | —                                                                     | —           | —           | —           | 1,1         | 2,9         | —           | 2,7         | —            |
| Oithona minuta ad. . . . .   | 5,5                                                                   | 9,5         | 26,0        | 17,1        | 19,1        | 6,5         | 10,8        | 5,3         | 15,2         |
| Oithona naupl. . . . .       | —                                                                     | —           | —           | —           | 1,1         | —           | —           | —           | —            |
| Oithona ov. . . . .          | —                                                                     | —           | —           | 3,2         | 2,2         | 4,3         | 1,5         | —           | —            |
| Copepoda sp. . . . .         | —                                                                     | —           | 2,0         | —           | —           | —           | —           | —           | —            |
| Copepoda naupl. . . . .      | 3,0                                                                   | 9,5         | 14,0        | 7,8         | 4,3         | 2,2         | —           | 2,7         | —            |
| Copepoda ov. . . . .         | —                                                                     | —           | 2,0         | —           | —           | —           | —           | —           | —            |
| Cirripeda naupl. . . . .     | —                                                                     | —           | 4,0         | 7,8         | 4,3         | 4,3         | 6,1         | 7,9         | 15,5         |
| Harpacticoida . . . . .      | —                                                                     | —           | —           | —           | —           | 2,2         | —           | —           | —            |
| Mysidace . . . . .           | —                                                                     | —           | —           | —           | —           | —           | —           | 2,7         | —            |
| Tintinnida . . . . .         | 43,5                                                                  | 14,5        | —           | —           | —           | —           | —           | —           | —            |
| Polychaeta larv. . . . .     | —                                                                     | —           | —           | 4,6         | 1,1         | —           | —           | —           | —            |
| Sagitta . . . . .            | —                                                                     | 1,5         | 2,0         | 4,7         | 3,3         | 2,2         | 1,5         | —           | —            |
| Oicopleura . . . . .         | —                                                                     | —           | 2,0         | —           | 1,1         | —           | —           | —           | —            |
| Pisces larv. . . . .         | —                                                                     | —           | 1,0         | —           | —           | —           | —           | —           | —            |
| Хитин . . . . .              | —                                                                     | —           | —           | 1,6         | 1,1         | —           | —           | —           | —            |
| Неопределенные остатки       | 43,0                                                                  | 4,2         | 12,0        | 6,3         | 3,3         | 2,2         | 4,6         | —           | 7,7          |

Таблица 3

Отношение веса съеденной пищи к весу тела при разной длине сагитт (сентябрь 1951 г. Севастопольская бухта)

| Длина тела сагитты, мм . . . . .         | 1—2   | 2—3    | 3—4   | 4—5   | 5—6   | 6—7  | 7—8  | 8—9   | 9—10  |
|------------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| Средний вес тела одной особи, мг . . .   | 0,006 | 0,016  | 0,03  | 0,053 | 0,079 | 0,11 | 0,15 | 0,3   | 0,6   |
| Средний вес пищи у одной особи, мг . . . | 0,004 | 0,0056 | 0,008 | 0,011 | 0,012 | 0,01 | 0,01 | 0,012 | 0,009 |
| Отношение веса пищи к весу тела, % . . . | 66    | 35     | 27    | 20    | 15    | 9    | 7    | 4     | 1,5   |

В Севастопольской бухте в августе—сентябре 1951 г. сагитт с пищей в кишечнике было в среднем около 20% от общего количества их в пробе. По наблюдениям в течение 24—25 сентября этот процент изменялся в течение 24-часового наблюдения от 0 до 30; наибольший

процент питающихся сагитт был вечером и ночью — между 19 час. 24 сентября и 2 час. 25 сентября, минимальный — в 14 час. 24 и в 6 час. 25 сентября. В сборах, проведенных в одно и то же время суток 4, 8 и 26 сентября, процент особей с пищей колебался от 2 до 24. В 14 час. 24 сентября около 12% особей имели пищу в кишечнике, а в то же время суток 27 августа особей с пищей было 32%. По-видимому, интенсивность питания сагитт не связана с определенным временем суток. Сопоставление хода суточного изменения процента особей с пищей в кишечнике с изменением наличия зоопланктона в течение суток не обнаружило между ними никакой зависимости. Количество зоопланктона с 7 час. 24 сентября до 6 час. 25 сентября постепенно, но неуклонно уменьшалось, а число сагитт с пищей в кишечнике то возрастало, то убывало.

Для того, чтобы установить величину суточного рациона питания сагитты, необходимо знать число приемов пищи в сутки. Нам представляется возможным установить это число, исходя из изменений соотношения сагитт с полными и пустыми кишечниками, наблюдаемого в уловах в течение суток, и продолжительности переваривания пищи.

К возможности этого пути нас приводят следующие соображения.

1. В кишечниках сагитт, как правило, бывает по одному организму (чрезвычайно редко два или более), это значит, что разовый рацион поглощается в один прием.

2. Чем дольше переваривается пища, тем вероятнее, что особи с полным кишечником будут встречаться чаще, чем особи с пустыми кишечниками и наоборот, чем короче продолжительность пищеварения, тем чаще будут встречаться особи с пустыми кишечниками. Таким образом, *соотношение между сагиттами с полными и пустыми кишечниками зависит от продолжительности пищеварения.*

3. Если далее предположить, что новая порция пищи поглощается непосредственно за эвакуацией остатков предыдущей, то мы совершенно не обнаружим в планктоне особей с пустыми кишечниками, и, наоборот, чем длиннее этот промежуток, тем больше в планктоне будет сагитт с пустыми кишечниками. Следовательно, *соотношение между сагиттами с полными и пустыми кишечниками зависит также и от продолжительности промежутка времени между эвакуацией остатков предыдущей порции пищи и приемом новой.*

Изложенные соображения приводят к выводу, что взаимосвязь между продолжительностью пищеварения и промежутками времени от эвакуации остатков пищи и приемом ее новой порции, находит свое выражение в соотношении численности сагитт с пустыми и полными кишечниками. Таким образом, зная изменение в течение суток соотношения числа особей с пустыми и полными кишечниками и продолжительность переваривания пищи, мы можем найти третью величину — промежуток времени между эвакуацией остатков пищи и приемом новой. Чередуя во времени продолжительность пищеварения и промежутки между эвакуацией остатков предыдущей порции пищи и принятием новой ее порции, можно установить число приемов пищи в некоторый отрезок времени (сутки). Так как добывание пищи связано с ее наличием и доступностью, а также другими условиями, то поэтому вполне естественно допустить, что промежутки времени между эвакуацией остатков пищи и захватом ее новой порции будут менее постоянны, чем продолжительность переваривания однородной пищи при одинаковой для всех особей температуре.

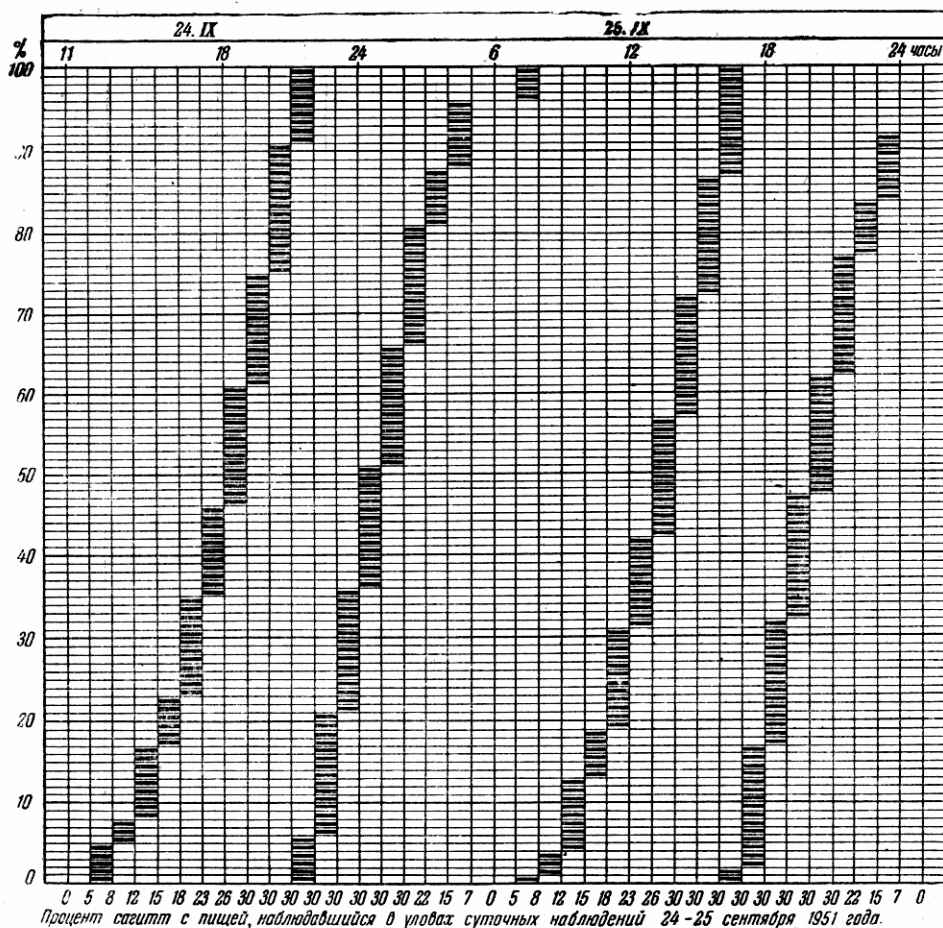


Таблица 4

Суточное выедание планктона сагиттой *S. setosa* в Севастопольской бухте

| Организм                        | Среднесуточная<br>численность ор-<br>ганизмов под<br>1 м <sup>2</sup> | Биомасса под<br>1 м <sup>2</sup> , мг | Численность ор-<br>ганизмов, съе-<br>денных сагиттой | Биомасса орга-<br>низмов, съеден-<br>ных сагиттой, мг | Количество съе-<br>денных органи-<br>змов, % от на-<br>личной биомассы |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Noctiluca . . . . .             | 8634                                                                  | 69,1                                  | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Cyttarocyllis helix . . . . .   | 168                                                                   | 0,2                                   | 48                                                   | 0,05                                                  | 22,2                                                                   |
| Hydromedusae . . . . .          | 2362                                                                  | 18,89                                 | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Turbellaria . . . . .           | 81                                                                    | 0,5                                   | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Polychaeta larv. . . . .        | 1336                                                                  | 8,0                                   | 8                                                    | 0,05                                                  | 0,61                                                                   |
| Cyphonautes . . . . .           | 291                                                                   | 0,3                                   | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Sagitta . . . . .               | 376                                                                   | 29,3                                  | 20                                                   | 0,6                                                   | 5,3                                                                    |
| Gastropoda larv. . . . .        | 4298                                                                  | 10,7                                  | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Lamellibranchiata larv. . . . . | 14918                                                                 | 44,7                                  | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Penilia . . . . .               | 9660                                                                  | 772,8                                 | 44                                                   | 3,52                                                  | 0,42                                                                   |
| Podon . . . . .                 | 10650                                                                 | 95,8                                  | 65                                                   | 0,59                                                  | 0,6                                                                    |
| Cladocera sp. . . . .           | —                                                                     | —                                     | 18                                                   | 0,54                                                  | —                                                                      |
| Calanus naupl. . . . .          | 150                                                                   | 0,1                                   | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Paracalanus ad. . . . .         | 29295                                                                 | 292,9                                 | 193                                                  | 1,93                                                  | 0,66                                                                   |
| Paracalanus juv. . . . .        | 48457                                                                 | 155,1                                 | 14                                                   | 0,045                                                 | 0,03                                                                   |
| Pseudocalanus . . . . .         | 105                                                                   | 5,3                                   | 10                                                   | 0,5                                                   | 10,0                                                                   |
| Centropages . . . . .           | 602                                                                   | 24,0                                  | 30                                                   | 1,2                                                   | 5,0                                                                    |
| Acartia clausi ad. . . . .      | 9576                                                                  | 76,6                                  | 130                                                  | 1,04                                                  | 1,35                                                                   |
| Acartia clausi juv. . . . .     | 451                                                                   | 0,5                                   | 4                                                    | 0,004                                                 | 0,9                                                                    |
| Acartia latisetosa . . . . .    | 140                                                                   | 1,4                                   | 8                                                    | 0,08                                                  | 5,7                                                                    |
| Oithona minuta . . . . .        | 97525                                                                 | 195,0                                 | 119                                                  | 0,24                                                  | 0,1                                                                    |
| Oithona minuta naupl. . . . .   | 1659                                                                  | 0,7                                   | 2                                                    | 0,0009                                                | 0,1                                                                    |
| Copepoda sp. . . . .            | —                                                                     | —                                     | 2                                                    | 0,012                                                 | —                                                                      |
| Copepoda naupl . . . . .        | 17084                                                                 | 27,3                                  | 48                                                   | 0,08                                                  | 0,28                                                                   |
| Oithona minuta ov. . . . .      | 27174                                                                 | 1,1                                   | 88                                                   | 0,0035                                                | 0,32                                                                   |
| Copepoda ov. . . . .            | 4322                                                                  | 0,4                                   | 2                                                    | 0,0002                                                | 0,05                                                                   |
| Harpacticoida . . . . .         | 660                                                                   | 3,96                                  | 2                                                    | 0,012                                                 | 0,93                                                                   |
| Cirripedia naupl. . . . .       | 23512                                                                 | 141,1                                 | 44                                                   | 0,3                                                   | 0,18                                                                   |
| Cirripedia cypr. . . . .        | 220                                                                   | 198,0                                 | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Mysidae . . . . .               | —                                                                     | —                                     | 2                                                    | 3,0                                                   | —                                                                      |
| Decapoda larv. . . . .          | 347                                                                   | 520,5                                 | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Acarina . . . . .               | 301                                                                   | 12,0                                  | —                                                    | —                                                     | —                                                                      |
| Oicopleura . . . . .            | —                                                                     | —                                     | 4                                                    | 0,02                                                  | —                                                                      |
| Pisces larv . . . . .           | —                                                                     | —                                     | 2                                                    | 0,8                                                   | —                                                                      |
| Всего . . . . .                 | 314354                                                                | 2706,25                               | 907                                                  | 14,62                                                 | 0,5                                                                    |

тальными полосками обозначено (в процентах) состояние кишечника сагитт (пустые, полные). Вертикальными линиями отложены часы суток. Внизу, под вертикальными линиями написан процент сагитт с полными кишечниками, наблюдавшийся в природе в соответствующий час суток. Наличие пищи обозначено черточкой такой длины, которая соответствует принятой нами, для данного случая, продолжительности пищеварения,

а общее число черточек соответствует наблюдавшемуся в это время в природе проценту сагитт с пищей в кишечнике. Поясним это на примере. На схеме-графике в 11 час. 24 сентября сагитт с пищей в кишечнике в улове не было, поэтому к вертикальной линии, обозначающей это время суток, не примыкает ни одной черточки. В 12 час. того же числа в улове было 5% сагитт с пищей, поэтому к вертикальной линии этого времени примыкает 5 черточек. Так как при составлении графика мы приняли продолжительность пищеварения равной часу, то эти же 5 черточек будут примыкать и к линии 13 час. того же дня. Но в улове в 13 час. наблюдалось 8% сагитт с пищей, это значит, что в 13 час. кроме пяти сагитт, заканчивающих пищеварение, три других сагитты приняли пищу. К 14 час. пища у первых пяти сагитт уже переварилась, остатки ее выброшены и кишечники их опустели; три сагитты заканчивают пищеварение, а в улове в это время (14 час.) было 12% сагитт с пищей, следовательно за это время 9 новых сагитт приняли пищу. Продолжая эти рассуждения и руководствуясь наблюдавшимся в природе процентом особей с пищей в кишечнике, можно заполнить все графы времени, обозначенные на схеме<sup>1</sup>. На приведенной выше схеме-графике видно, что за 24 часа часть сагитт сделает 2, а другая часть 3 приема пищи. В среднем можно считать, что на одну сагитту приходится 2,5 приема пищи в сутки.

Рассчитаем теперь суточный рацион популяции сагитт в бухте. Средняя суточная численность их в бухте во время суточных наблюдений 24—25 сентября составляла 376 особей под 1 м<sup>2</sup> (или 27 особей в 1 м<sup>3</sup>). Эти 376 особей в течение суток могли сделать 900 приемов пищи. Имея данные о разовом рационе сагитты и числе приемов пищи в сутки, можно вычислить количество организмов, которые были съедены сагиттами в бухте за сутки. Эти расчеты, приведенные в табл. 4, показывают, что при концентрации сагитт в бухте, равной 27 особей на 1 м<sup>3</sup>, съеденный ими планктон составляет около 0,5% от его средне-суточной наличной биомассы. Конечно, при другой концентрации сагитт выедание планктона будет совершенно иным, как это будет показано ниже, на примере другой сагитты.

### *Sagitta euxina* Mol.

*S. euxina* — холодноводная, более глубоководная форма, встречающаяся в течение круглого года; она менее многочисленна, чем *S. setosa*. В Севастопольской бухте она появляется в зимнее время года в небольших количествах. Мы интересовались питанием этой сагитты главным образом в открытом море. В нашем распоряжении был материал февральских и апрельских сборов 1951 г., произведенных на расстоянии 50 миль от берега в восточной половине Черного моря. Состав пищи *S. euxina* представлен в табл. 5. В этих сборах в пище сагитт по встречаемости и по весовому значению первое место принадлежит *Pseudocalanus*; в апреле заметную часть пищи составляет *Oicopleura*, встречаемость науплиусов калянуса уменьшается вдвое, а встречаемость *Oicopleura* возрастает почти втрое. Как и у рассмотренной выше *S. setosa*, ракообразные составляют основную массу пищи *S. euxina*. Неко-

<sup>1</sup> Горизонтальные черточки на графике не обязательно помещать рядом одна над другой; размещение их в разбивку дает тот же конечный результат, но размещение черточек в разбивку требует большего внимания и затрудняет дальнейшие подсчеты.

Таблица 5

Состав пищи *Sagitta euhina* в открытом море (%)  
(данные суточных наблюдений)

| Организм                         | 7—8 февраля 1951 г.        |                       | 19 апреля 1950 г.          |                     |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
|                                  | частота встре-<br>чаемости | весовое зна-<br>чение | частота встре-<br>чаемости | весовое<br>значение |
| <i>Calanus</i> . . . . .         | —                          | —                     | 2,8                        | 53,0                |
| <i>Calanus naupl.</i> . . . . .  | 8,7                        | 1,0                   | 4,7                        | <1,0                |
| <i>Paracalanus</i> . . . . .     | 2,2                        | <1,0                  | 1,8                        | <1,0                |
| <i>Pseudocalanus</i> . . . . .   | 69,5                       | 95,0                  | 61                         | 43,8                |
| <i>Acartia</i> . . . . .         | —                          | —                     | 1,8                        | <1,0                |
| <i>Oithona minuta</i> . . . . .  | 2,2                        | <1,0                  | 6,5                        | <1,0                |
| <i>Calanus ov.</i> . . . . .     | 2,2                        | <1,0                  | —                          | —                   |
| <i>Oicopleura</i> . . . . .      | 4,3                        | <1,0                  | 14,0                       | <1,0                |
| Хитин . . . . .                  | 8,7                        | 1,4                   | 1,8                        | <1,0                |
| Неопределенные остатки . . . . . | 2,2                        | <1,0                  | 5,6                        | <1,0                |

торые отличия в питании обеих сагитт могут быть вполне объяснены разными по времени и месту сборами; в общих же чертах их питание очень сходно. Установив по материалам суточных сборов изменение соотношения *S. euhina* с пустыми и полными кишечниками, мы построили ряд схем-графиков, подобных описанному ранее, в которых продолжительности переваривания пищи придавалось различное значение. Это необходимо было сделать потому, что для этого вида сагитты данных по продолжительности переваривания у нас не было. Из ряда графиков был выбран один, в котором удалось, приняв продолжительность пищеварения равной 2 час., получить такое же соотношение особей с пустыми и полными кишечниками, которое наблюдалось во время суточных сборов в море. По этому графику было установлено, что среднее число приемов пищи составляет около 2,53 раза в сутки. Исходя из этих данных, суточное потребление пищи *S. euhina* по сравнению с наличным планктоном составляет около 0,2% последнего.

Совершенно другая картина представится нам в том случае, когда численность сагитт достигает максимума. Такая картина значительно выедания сагиттой планктона обрисовывается по данным, полученным (косвенным путем) из работы А. П. Кусморской (1950), где дается биомасса сагитт и кормового планктона для северо-западного района Черного моря. В тексте работы упоминается о гребневиках размером 0,5—2,0 мм, которые питались сагиттами, «в несколько раз превосходящими их по размерам». Допуская, что сагитты превышали длину гребневиков в 3—5 раз, мы приняли длину сагитт равной 8 мм, которым соответствует средний вес 0,3 мг. Биомасса сагитт в 1 м<sup>3</sup> была равной 237 мг, откуда численность их в 1 м<sup>3</sup> близка к 800 особям. Суточный рацион 185 особей, по нашим данным, составлял около 18 мг (см. табл. 6), тогда суточный рацион 800 особей составит около 78 мг. Биомасса кормового зоопланктона в том же слое равнялась 148 мг/м<sup>3</sup>. Таким образом, получается, что сагитты в одни сутки съедают почти половину наличного кормового планктона, а на следующие сутки должны съесть оставшуюся половину. Конечно, это невозможно. На приведенных примерах сравнения количества потребленного сагиттой

Таблица 6

Суточное выедание планктона сагиттой в открытом море  
(данные суточной станции 7—8 февраля 1951 г.)

| Организм                        | Среднесу-<br>точная<br>числен-<br>ность ор-<br>ганизмов<br>под 1 м <sup>2</sup> | Биомасса<br>под 1 м <sup>2</sup> ,<br>мг | Числен-<br>ность ор-<br>ганизмов,<br>съеден-<br>ных са-<br>гиттой | Биомасса<br>органи-<br>змов, съе-<br>денных<br>сагиттой,<br>мг | Количе-<br>ство съе-<br>денных<br>организмов<br>в % от на-<br>личной<br>биомассы |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Calanus . . . . .               | 4149                                                                            | 5400                                     | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Calanus juv. . . . .            | 150                                                                             | 496                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Calanus naupl. . . . .          | 77798                                                                           | 312,2                                    | 46                                                                | 0,184                                                          | —                                                                                |
| Calanus ov. . . . .             | 25917                                                                           | 7,8                                      | 11                                                                | 0,0033                                                         | —                                                                                |
| Paracalanus . . . . .           | 3777                                                                            | 377,0                                    | 11                                                                | 0,11                                                           | —                                                                                |
| Pseudocalanus . . . . .         | 17526                                                                           | 876,3                                    | 351                                                               | 17,55                                                          | —                                                                                |
| Anomalocera . . . . .           | 1                                                                               | 1,1                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Acartia clausi . . . . .        | 5379                                                                            | 43,0                                     | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Oithona minuta . . . . .        | 50378                                                                           | 171,3                                    | 11                                                                | 0,0374                                                         | —                                                                                |
| Oithona similis . . . . .       | 18469                                                                           | 147,8                                    | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Copepoda juv. . . . .           | 70768                                                                           | 283,0                                    | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Copepoda naupl. . . . .         | 9936                                                                            | 1,6                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Copepoda ov. . . . .            | 898                                                                             | 0,1                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Noctiluca . . . . .             | 22532                                                                           | 180,0                                    | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Pleurobrachia . . . . .         | 356                                                                             | 854,0                                    | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Pleurobrachia ov. . . . .       | 1988                                                                            | 2,0                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Planula . . . . .               | 10                                                                              | 0,1                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Polychaeta larv. . . . .        | 598                                                                             | 3,6                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Sagitta . . . . .               | 185                                                                             | 177,6                                    | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Lamellibranchiata larv. . . . . | 2951                                                                            | 8,9                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Gastropoda larv. . . . .        | 134                                                                             | 0,3                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Oicopleura . . . . .            | 3629                                                                            | 21,8                                     | 22                                                                | 0,132                                                          | —                                                                                |
| Pisces ov. . . . .              | 271                                                                             | 173,6                                    | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Pisces larv. . . . .            | 2                                                                               | 0,8                                      | —                                                                 | —                                                              | —                                                                                |
| Всего . . . . .                 | 317802                                                                          | 9539,9                                   | —                                                                 | 18,03                                                          | 0,23                                                                             |

планктона с наличием последнего очень хорошо видно, что вообще сравнение динамической величины, каковой является суточное потребление планктона сагиттой, со статической величиной, каковой является наличие планктона,—методически неверно. Однако за неимением динамических величин количественной характеристики планктона, а ими являются величины его прибыли и убыли, мы принуждены пользоваться приводимым выше сравнением (Elster, 1954), когда величина потребления сагиттой планктона очень мала, мы просто не замечаем недопустимости этого приема и только когда величина потребления сильно возрастает,—несостоятельность этого метода становится очевидной. Суждение о степени влияния сагитт (а также и других хищников) на планктон должно основываться на данных прибыли и убыли планктона, а также на конкретных величинах численности хищников. Эти данные невозможно получить без детальных систематических и регулярных наблюдений за планктоном и хищниками. К сожалению,

для анализа взаимоотношений между сагиттами и зоопланктоном нет никакой возможности использовать уже опубликованные работы по количественному изучению планктона Черного моря, так как в них величина планктона дается только в весовом выражении, без указания соотношения размерных групп, без которых нельзя по биомассе восстановить численность, совершенно необходимую для подобного анализа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Баркалова Л. М. Зоопланктон Черного моря у берегов Крыма. Зоол. журн., 1940, т. XIX, № 1.
- Виноградов К. А. (Winogradow, K.). Bemerkungen über Chaetognathen des Schwarzen Meeres. Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, 1933, Bd. 28, H. 3/4.
- Долгопольская М. А. Зоопланктон Черного моря района Карадага. Тр. Карадаг. биол. ст., 1940, вып. 6.
- Зернов С. А. К вопросу об изучении жизни Черного моря. Зап. Имп. Акад. наук, 1913, т. XXXII, № 1.
- Кусморская А. П. О зоопланктоне Черного моря. Тр. АзЧерНИРО, 1950, вып. 14.
- Молчанов Л. А. (Moltschanoff L. A.). Die Chaetognathen des Schwarzen Meeres. Изв. Имп. Акад. наук, 1909, т. 11.
- Никитин В. Н. Вертикальное распределение планктона в Черном море. II. Зоопланктон, кроме Copepoda и Cladocera, Тр. Севастоп. биол. ст., 1929, т. I.
- Никитин В. Н. Питание хамсы (*Engraulis encrasiolus* L.) в Черном море у берегов Грузии. Тр. Зоол. ин-та АН Груз. ССР, 1946, т. VI.
- Рубинштейн Д. Л. Заметки о сагиттах Черного моря. Ежегодн. Зоол. Музея Росс. Акад. наук, 1917, т. 22.
- Тарасов Н. И. Чрезмерные усилия как причина смерти пойманных рыб. Природа, 1939, № 6.
- Фортунова К. Р. Очерк биологии питания *Trachurus trachurus*. Тр. Севастоп. био. ст., 1948, т. VI.
- Яшнов В. А. Инструкция по сбору и обработке планктона. Инструкции ВНИРО, отдела планктона. М., 1934.
- Elster H. J. Über die Populationsdynamik von *Eudiaptomus gracilis* Sars und *Heterokope borealis* Fischer im Bodensee — Obersee. Archiv für Hydrobiologie. Supplement-Band XX. Schriften der Hydrobiolog. Station für den Schwarzwald. 1954, Bd. 1, H. 4.
- Haagmeier A. u. Künne Cl. Nahrung der Meerestiere. Handbuch der Seefischerei Norddeuropas. Bd. 1. Naturbedingungen des Lebens im Meere, Stuttgart, 1950, H. 5a.
- Lebour M. V. The food of the plankton organisms II. Journ. Mar. Biol. Ass., 1923—1925, v. XIII, № 5.
- Scott T. The food of Sagitta. Ann. Scott. Nat. Hist., 1892, v. 1.
- Scott T. The food of Sagitta. Ann. Scott. Nat. Hist., 1893, part 2.