

СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ТЕЛЕ САЛЬПЫ *SALPA THOMPSONI* FOXTON ИЗ РАЙОНА ЮЖНОЙ АТЛАНТИКИ

Б. Е. Аннинский, А. М. Щепкина

Институт биологии южных морей НАН
Украины, пр. Нахимова 2, г. Севастополь
E-mail: Anninsky@ibss.iuf.net

При содержании органического вещества в теле сальпы *Salpa thompsoni* Foxton равно $3,92 \pm 1,12$ мг/г, в его составе отмечено преобладание белка (56,6%), субдоминирование углеводов (22,6%), меньшее количество липидов (11,5%) и свободных аминокислот (9,3%). В липидах преобладали структурные фракции, доля триацилглицеринов и восков в сумме не превышала 36%. Содержание органического вещества уменьшалось с увеличением массы тела сальпы, но доля резервных липидов была выше у крупных особей. Вариабельность в содержании углерода и резервных липидов у *S. thompsoni* была связана с обеспеченностью особей пищей.

Введение В морях Антарктики сальпы, и, прежде всего, *Salpa thompsoni* Foxton, являются доминирующим компонентом

пелагических экосистем. Относясь по типу питания к фильтраторам и достигая биомасс, иногда превышающих биомассу криля, они способны существенно влиять на баланс органической взвеси в водной толще, создавая этим специфическую среду обитания для многих планктонных организмов и рыб. При этом, являясь пищей, по крайней мере, 47 видов рыб, сальпы не образуют так называемого «тупикового звена» в системе трофических связей [6, 10].

Количественная оценка влияния *S. thompsoni* на пелагические экосистемы затруднена из-за слабой эколого-физиологической изученности данного вида. Ранее проведенные исследования были большей частью посвящены изучению дыхания и питания особей [2,4], сведений по органическому составу тела известно немного [9]. В настоящей работе предпринята попытка анализа органического состава *S. thompsoni* для последующей оценки содержания углерода и органического вещества в теле особей.

Материалы и методы Исследования проводились на 7-ми станциях в районе пролива Брансфилда (НИС "Горизонт", 9 - 19.03 2002 г.) (Рис. 1).



Рис. 1 - Карта-схема района исследований. Цифрами обозначены номера станций.

С глубинных горизонтов (до 800м) сальп отлавливали сетью ДжОМ, а при наличии их у поверхности - планктонным сачком. Для анализов использовали только свеживыловленных особей, не имеющих видимых повреждений тела. После измерения длины (включая роострум), и взвешивания, сальп целиком замораживали и хранили в течение 10-15 суток при температуре -15-17°C в плотно закрытых буксах (60 проб). После чего содержимое буксов из-

мельчали и из полученного гомогената отбирали дозатором аликвоты объемом 0,2-0,5 мл (0,2 -0,5 г) отдельно для определения белка, липидов, углеводов и свободных аминокислот. Белок фиксировали растворами ТХУ в конечной концентрации 3% или 80% этанолом. Липиды экстрагировали смесью Фолча (хлороформ - метанол, 2:1). Содержание углеводов и свободных аминокислот определяли в пробах, фиксированных 80% этанолом.

Содержание белка, липидов, углеводов, свободных аминокислот оценивали по общепринятым колориметрическим методам, обсужденным ранее [1,5]. Белок определяли по методу Лоури; свободные аминокислоты (нингидрин положительные соединения) – по методу Починка; углеводы – по методу Дюбуа; липиды - по методу Амента. Фракционный состав липидов находили методом ТСХ на пластинах "Silufol" с последующей денситометрией.

Содержание органического вещества в теле сальп рассчитывали по сумме его со-

ставляющих, а содержание $C_{орг.}$ – с использованием известных пересчетных коэффициентов (0,51 для белка, 0,69 для липидов и 0,44 для углеводов) [9].

Результаты и обсуждение *Линейно-весовая зависимость.* Между длиной (L , мм) и массой тела (W , г) *S. thompsoni* наблюдалось следующее соотношение:

$$W = 6.34 \times 10^{-5} L^{2.74} \quad (N = 60; r = 0.94)$$

(Рис. 2).

Полученные данные хорошо согласуются с размерно-весовыми характеристиками сальп, найденными ранее [2]. По-ви-

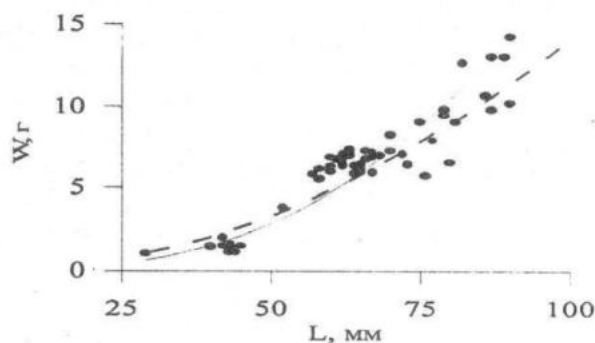


Рис. 2 - Соотношение между общей длиной (L , мм) и массой тела (W , г) у *S. thompsoni*. Пунктиром показана зависимость, полученная Минкиной (2000).

димому не имеет особого смысла существующая в литературе дискуссия [6] - ближе к двум или трем должна быть величина углового коэффициента в линейно-весовых уравнениях для сальп. Значение коэффициента, рассчитанного нами для *S. thompsoni* (2,74), может говорить о том, что в ходе роста, у колониальных форм данного вида, масса тела возрастает чуть медленнее общей длины.

Органический состав. В сравнении со многими видами желетелого зоопланктона [5], особенностью органического состава тела *S. thompsoni* можно считать сравни-

тельно невысокое содержание белка (до 57%), а также повышенное содержание свободных аминокислот (9,3%) и общих углеводов (22,6%) (табл.1). Большой удельный вклад свободных аминокислот в органическом составе сальп согласуется с предварительными расчетами [5], по которым 12-30% всего азота у желетелых животных может иметь небелковое происхождение. Не исключено в этой связи, что часть аминного азота у *S. thompsoni* в действительности была включена в аминоксахара и их подлинная концентрация не учтена в должной мере.

Таблица 1 - Содержание и состав органического вещества в теле *S. thompsoni* из района пролива Брансфила

Органические компоненты	Содержание в сыром в-ве, мг/г ($\pm\sigma$)	Содержание в органическом в-ве, %	N
Органическое в-во	3,92 \pm 1,12	—	60
Белок	2,22 \pm 0,72	56,6	60
Аминокислоты	0,37 \pm 0,15	9,3	60
Углеводы	0,89 \pm 0,27	22,6	60
Липиды	0,45 \pm 0,13	11,5	60

Высокое содержание углеводов у *S. thompsoni* могло быть обусловлено различными причинами. Во-первых - наличием в их теле так называемого туницина - структурного углевода, образующего комплексные соединения с белками и, вероятно, выполняющего, в том числе и криопротекторную функцию. Во-вторых - большими запасами гликогена, резервного полисахарида, обычно накапливаемого этими животными. Наконец, при оценке углеводов у *S. thompsoni* могло иметь значение преимущественно растительное (водоросли,

взвешенное органическое вещество) содержимое желудков у исследуемых особей.

Низкое содержание липидов указывает на то, что, сальпы в отличие от планктонных рачков, не способны запастись этими соединениями в большом объеме. Содержание резервных липидов (триацилглицеринов и восков) в теле *S. thompsoni* в среднем не превышало 16% (Табл. 2). Не идентифицированная фракция липидов, находящаяся по R_f между стеринами и триацилглицеринами изменялась соответственно содержанию структурных липидов и, вероятно, также была представлена ими.

Таблица 2 - Фракционный состав липидов в теле *S. thompsoni* из района пролива Брансфилда (% суммы липидов $\pm \delta$)

Фракции липидов	%	N
Фосфолипиды	25,3 \pm 5.3	30
Стерины	18,4 \pm 2.4	30
НЛФ*	32,2 \pm 4.9	30
Триацилглицерины	11,6 \pm 6.1	30
Эфиры стерина и воска	4,1 \pm 4.9	30
Минорные фракции	8,4 \pm 3.5	30

* Не идентифицированная липидная фракция

В целом, полученные данные по органическому составу тела *S. thompsoni* хорошо сопоставимы с результатами исследований других видов *Tunicata*. Так, у 3-х видов сальп содержание органического вещества в теле находилось в пределах 2-4 мг/г, причем, доля белка в органической массе особей составляла 77-83%, липидов - 6-10% и углеводов - 8-14% [8]. Примечательно также, что, в отличие от типичного для желетелого планктона порядка доминирования органических компонентов (белки - липиды - углеводы), именно у сальп удельный вклад углеводов нередко был больше липидного.

Рассчитанное содержание $C_{орг}$ в сыром веществе *S. thompsoni* составило в среднем $2,02 \pm 0,57$ мг/г, что хорошо соответствует предварительным оценкам [2,3]. Низкие величины $C_{орг}$ обусловлены значительным объемом воды в полости тела у этого вида.

Содержание органического вещества и масса тела особей. Из приведенных выше данных следует что, варибельность содержания органического вещества и его

компонентов у *S. thompsoni* близка к 30%. Соответственно различия между отдельными определениями могут быть почти двукратными. Для других видов сальп также была отмечена значительная изменчивость аналогичных данных. Считается, что она обусловлена следующими факторами: 1) объемом и составом пищи в желудках анализируемых особей; 2) степенью развития туники и ее выростов; 3) включением в расчеты одиночных эмбриональных форм [8].

Специфическое влияние массы и размеров тела также может быть одной из основных причин варибельности химического состава. В частности, мелкие особи *S. thompsoni* в расчете на 1г сырой массы обычно имели более высокое содержание органического вещества и его компонентов, чем более крупные (Рис. 3). В среднем, в исследованном весовом диапазоне сальп 1,0 - 14,3 г возможны 1,5 - 2 кратные различия по содержанию в теле основных органических фракций и органическому веществу в целом.

Увеличение содержания воды в теле сальп в процессе роста следует считать приобретенным качеством, облегчающим их питание при сравнительно невысоком для большой сырой массы уровне

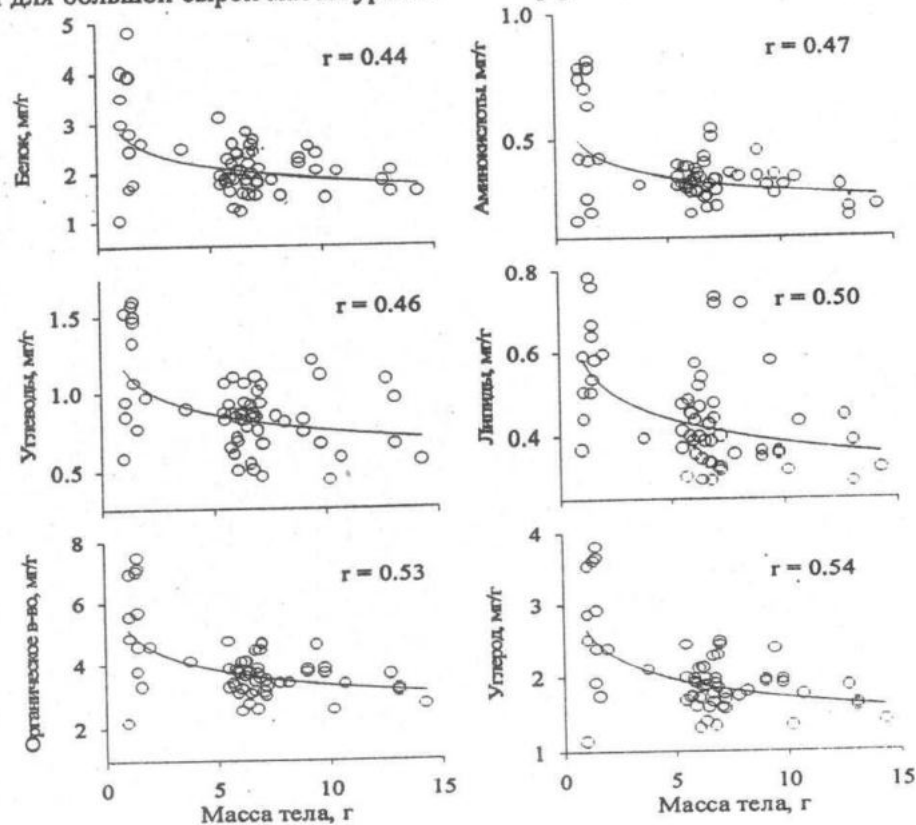


Рис.3 - Содержание органического вещества и его основных компонентов в теле *S. thompsoni* из района пролива Брансфилда

Состояние сальп в районе пролива Брансфилда. Так как в условиях лучшей обеспеченности пищей, животные имеют большие возможности для накопления энергоемких соединений, то при обеспеченном питании запасы резервных липидов в теле сальп следует ожидать более высокими, чем в обедненных, менее продуктивных условиях. Поскольку, характерная для данного региона сложная гидрология не может не сказаться на продуктивности микропланктона, то и состояние сальп в связи с различной обеспеченностью пищей не могло быть одинаковым. Действительно, анализ данных показал, что содержание резервных липидов (триацилглицеринов и восков) и $C_{орг.}$ у одноразмерных особей *S. thompsoni* заметно варьировало по станциям в зависимости от исследуемого района в проливе Брансфилда (Рис.1, табл. 3).

метаболизма. Кроме того, такая морфологическая особенность тела может иметь значение для плавучести, осмотической регуляции, защиты от хищников и паразитов [7].

Наиболее высокое содержание резервных липидов в теле *S. thompsoni* наблюдалось на станциях 38, 42. Средний уровень липидных запасов отмечен у сальп на станциях 33, 45, 47, и самое низкое их содержание - на станциях 14, 44. За исключением одной исследованной особи со станции 44, сальпы с высоким уровнем накопления резервных липидов имели и более высокое содержание $C_{орг.}$ ($r = 0.78$; $p < 0.05$). При низком содержании $C_{орг.}$ в липидах сальп возрастал вклад структурных фракций. С учетом того, что содержание $C_{орг.}$ в теле сальп отражает, в том числе и наполненность их желудков, связь между $C_{орг.}$ и резервными липидами для *S. thompsoni* неслучайна и является еще одним подтверждением того, что для лучше питавшихся сальп характерно повышенное содержание резервных липидов в теле.

Таблица 3 - Содержание резервных липидов (% общих липидов) и углерода в теле *S. thompsoni* из различных районов обитания

Станция	Резервные липиды, * %	N	C _{орг.} , мг/г сырого в-ва*	N
14	7,9	2	1,20	2
33	15,3 ± 10,6	3	1,80	3
38	19,3 - 23,5	2	2,43	4
42	18,1 ± 4,2	8	2,16	11
44	7,1	1	1,85	4
45	15,4 ± 7,8	7	1,87	20
47	15,5 ± 8,4	7	1,92	15

*Для особей с сырой массой тела 6 г

Так как, в исследуемом регионе Антарктики состояние сальп было особенно хорошим южнее о. Дисэпшен (ст. 38, 42, 47) и хуже с удалением от этого района, можно предположить, что к осени 2002 г. именно в данном районе сложились особенно благоприятные условия для развития популяции сальп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аннинский Б.Е. Химический состав разноразмерных особей 3-х видов желетелого зоопланктона Черного моря // Биология Моря, Владивосток. 1994. Т.20, N5, 390-395.
2. Минкина Н.И. Интенсивность обмена *Salpa thompsoni* Foxton // Бюл. УАЦ. - 2000. - Вип. 3. - С. 241-245.
3. Самышев Э.З. Сальпы в АЧА: состав, обилие, распределение // Бюл. УАЦ. - 2000. - Вип.3. - С. 237-240.
4. Alcaraz M., Saiz E., Fernandez J.A. et al. Antarctic zooplankton metabolism: Carbon requirements and ammonium excretion of salps and crustacean zooplankton in the vicinity of the Bransfield Strait during January 1994 // J. Mar. Sys. - 1998. - V.17, N1-4. - P. 347-359.
5. Clarke A., Holmes L. J., Gore D.J. Proximate and elemental composition of gelatinous zooplankton from the Southern Ocean // J. Exp. Mar. Biol. Ecol.- 1992.-V. 155.- P. 55-68.
6. Heron A.C., McWilliam P.S., DalPont G. Length-weight relation in *Thalia democratica* and potential of salps as a source of food // Mar. Ecol. Prog. Ser.-1988.- V. 42.- P. 125-132.
7. Larson R. J. Water content, organic content and carbon and nitrogen composition of medusae from the northeast Pacific // J. Exp. Mar. Biol. Ecol.-1986. -V. 99, N2. - P.107-120.
8. Madin L.P., Cetta C.M., McAlister V.L. Elemental and biochemical composition of salps (Tunicata: Thaliacea) // Mar. Biol. - 1981. - V. 63. - P. 217-226.
9. Omori M.S., Ikeda T. Methods in Marine Zooplankton Ecology. A Wiley-interscience publication John Wiley & Sons: New York, 1984 - 332 p.
10. Perissinotto M., Pachomov E. A. The trophic role of the tunicate *Salpa thompsoni* in the Antarctic marine ecosystem // J. Mar. Sys. - 1998. - V.17, N1-4. - P. 361-374.