

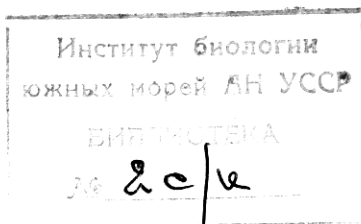
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

Экология моря

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

Выпуск 5



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1981

1. Заикин А. Н., Рудяков Ю. А. Скорость движения планктонных ракообразных. — Океанология, 1976, 16, вып. 5, с. 902—906.
2. Ивлев В. С. Экспериментальная экология питания рыб. — М.: Наука, 1955. — 252 с.
3. Петипа Т. С., Тен В. С. Использование культур водорослей для изучения питания животных и выяснения взаимосвязи между процессами элиминации и продуцирования. — В кн.: Экологическая физиология морских планктонных водорослей. Киев: Наук. думка, 1971, с. 168—190.
4. Пионтковский С. А. Элементы поведения жертвы в системе «хищник—жертва» на примере морских копепоид. — Биология моря, Киев, 1977, вып. 42, с. 11—17.
5. Hargrave B. T., Geen H. Effects of copepods grazing on two natural phytoplankton population. — J. Fish. Res. Board Can., 1970, 27, N 8, p. 1395—1403.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
17.11.79

N. V. SHADRIN, T. A. MELNIK

EFFECT OF INOCULATION DENSITY OF RHINCALANUS NASUTUS GIESBR. ON THE VALUE OF THEIR DIET AND MOTOR ACTIVITY

Summary

The paper deals with the effect inoculation density of copepod *Rhincalanus nasutus* on its diet and motor activity. This influence is effected both indirectly through changes in the algae concentration and through a direct effect of copepods on each other, which is evidenced for by changes in motor activity and by a diet decrease when the animal number in the experiment was increased from 5 to 30 specimens/l.

УДК 594.5—11.05:591.5

Г. Е. ШУЛЬМАН, К. К. ЯКОВЛЕВА

О СОДЕРЖАНИИ СУХОГО ВЕЩЕСТВА, ЖИРА И ОБЕЗЖИРЕННОГО СУХОГО ВЕЩЕСТВА В ПЕЧЕНИ КАЛЬМАРА *STHENOTEUTHIS OUALANIENSIS* (LESSON) ИЗ ТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Исследование содержания в теле животных сухого вещества, жира, обезжиренного сухого вещества и других компонентов химического состава дает важный материал для понимания особенностей обмена веществ в организме и выявляет чувствительные индикаторы для оценки состояния популяций. Одним из несомненных достоинств этих показателей является их простота и «экспрессность», т. е. возможность быстрого определения в полевых условиях на массовом материале, что делает их незаменимыми при эколого-физиологических исследованиях. Следует иметь в виду, что почти каждый из перечисленных показателей тесно коррелирует с другими гораздо более сложными, определение которых в полевых условиях, как правило, трудновыполнимо. Так, на рыбах и других группах позвоночных установлена тесная положительная корреляция между процентным содержанием сухого вещества в ткани, общим содержанием в ней жира (точнее, суммарных липидов) и содержанием триглицеридов — основных аккумуляторов запасной энергии в организме [2, 9, 10, 14, 20, 22 и др.]. Точно так же данные об обезжиренном сухом веществе в ткани позволяют довольно точно судить о содержании в ней общего белка [12].

Мы попытались использовать названные показатели для изучения некоторых эколого-физиологических особенностей кальмара *Sthenoteuthis oualaniensis* из различных районов тропической зоны Индийского океана. В качестве объекта исследования была выбрана печень, поскольку у кальмаров именно печень является основным «энергетическим депо» тела и содержание в ней сухого вещества, жира и

белка значительно выше, чем в других тканях и органах [15, 17—19, 24].

Материал и методика. Материал был собран в 4-ом экспедиционном рейсе НИС «Профессор Водяницкий». Кальмаров отлавливали джиггерами или накидными сетями на световых станциях и брали для анализа либо немедленно после вылова, либо после предварительного выдерживания в течение нескольких часов в ваннах с проточной водой. После полного биологического анализа кальмара (измерения длины, массы; определения стадий зрелости, пола, степени наполнения пищеварительного тракта), у него извлекали печень, которую взвешивали на аптечных весах с точностью до 10 мг¹.

Материал собирали: 1) в экваториальной области западной части океана (первый полигон); 2) в южной части тропической зоны (район банок); 3) в районе, примыкающем к Мальдивским островам; 4) в южной части Бенгальского залива; 5) в районе между северными Мальдивами и юго-западной частью Индостанского полуострова (последний полигон). Сбор материала проведен в сравнительно сжатые сроки (с 18 июня по 30 августа).

Всего в исследовании использовано 199 кальмаров.

Печень обычно целиком помещали в бьюксы и высушивали на борту судна до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу при температуре 60°C. Взвешивание бьюксов с печенью до и после высушивания проводили на аптечных весах с точностью до 10 мг. Впоследствии в стационарных условиях в Институте биологии южных морей АН УССР им. А. О. Ковалевского пробы были доведены до постоянного веса при температуре 100°C. Содержание сухого вещества в печени вычисляли по разности между начальной массой (до высушивания) и конечной (после высушивания).

Жир определяли в аппаратах Сокслета способом пакетов [4]. Экстракцию проводили этиловым эфиром. Результаты, полученные в нашем исследовании при экстракции эфиром, близки к результатам, полученным в параллельно проводившемся исследовании, где жир из печени кальмаров экстрагировали метанол-хлороформной или этанол-эфирной смесью. Содержание обезжиренного сухого вещества в печени вычисляли по разности между содержанием сухого вещества и содержанием жира. Все величины выражали в процентах сырой массы печени.

Результаты исследования. Анализ полученных данных лучше проводить раздельно для каждого из исследованных районов. Кальмары в каждом из этих районов обладают биологической и физиологической разнокачественностью. Она заключается в большой вариабельности размеров, массы, пола, стадий зрелости. Кроме того, как указывалось выше, одна часть кальмаров бралась для исследования немедленно после вылова, другая выдерживалась разное количество времени в проточной воде. Влияние каждого из этих факторов на показатели химического состава печени кальмаров может быть выявлено лишь на достаточно большом материале.

Такие данные имеются для самок второй стадии зрелости (первый полигон), самок стадии зрелости 5—2 (Бенгальский залив), самок стадий зрелости 3 и 5—2 (последний полигон). Для каждой из этих групп рассмотрим зависимость между размерами кальмаров (их длиной) и одним из показателей химического состава — содержанием жира в печени (рис. 1—3).

Из приведенных графиков следует, что при одинаковой стадии зрелости размеры кальмаров не влияют на содержание жира в печени.

¹ Отлов, содержание и биологический анализ кальмаров, а также извлечение печени производили сотрудники отдела ихтиологии ИнБЮМ Ч. М. Нигматуллин и В. Н. Тюпа, за что авторы выражают им благодарность.

Не прослеживаются также различия в жирности печени между свежесъевшими и выдержанными в протоке кальмарами¹. Проведенные параллельно сопоставления между процентным содержанием сухого и обезжиренного вещества и печени, с одной стороны, размерами каль-

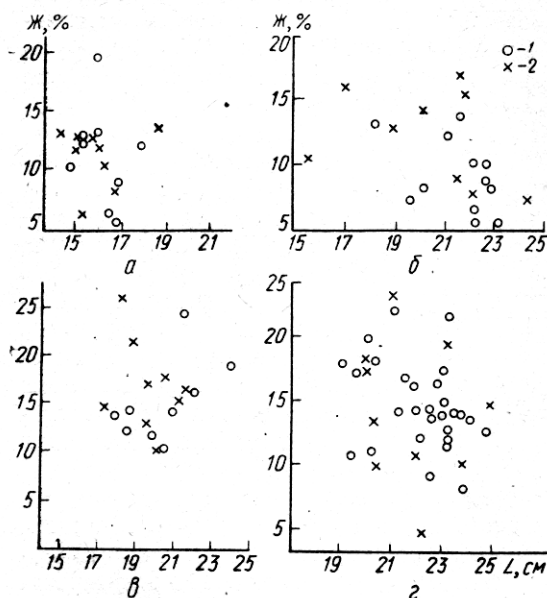


Рис. 1. Зависимость между размерами кальмаров и содержанием жира в их печени: а — $\varnothing$ 2, первый полигон; б — $\varnothing$ 5-2, Бенгальский залив; в — $\varnothing$ 3, последний полигон; г — $\varnothing$ 5-2, последний полигон. 1 — свежесъевшие кальмары, 2 — кальмары, выдерживавшиеся в протоке.

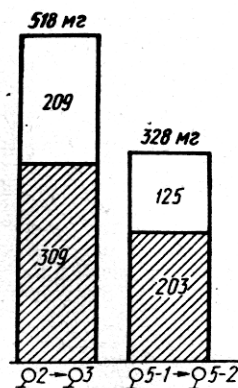


Рис. 2. Прирост абсолютного количества сухого вещества (весь столбик), жира (незаштрихованная часть) и обезжиренного сухого вещества (заштрихованная часть) в печени кальмаров при созревании.

маров и временем их выдерживания в протоке — с другой, также не показали корреляции. Это позволяет проводить совокупный анализ особей, различающихся размерами и временем выдерживания, что значительно увеличивает масштабы анализируемых выборок.

Проследим на этих выборках степень влияния стадии зрелости половых продуктов кальмаров на показатели химического состава их печени. Для этого сопоставим данные (табл. 1), полученные в четырех из пяти исследованных районах (в южной части тропической зоны в районе банок слишком мало данных для сопоставления). Приведенные данные показывают, что у кальмаров во многих случаях нет достоверных различий между показателями химического состава и стадией зрелости (все кальмары первого полигона; самки стадий 2 и 5-1 района Мальдив; самки стадий 2 и 5-2 Бенгальского залива). В других же случаях такие различия есть (самки стадии 5-2 в районе Мальдив; кальмары на последнем полигоне). Однако у этой группы кальмаров никакой закономерной тенденции в изменении химического состава при изменении стадии зрелости не обнаружено.

Рассмотренные материалы вовсе не свидетельствуют о том, что созревание кальмаров никак не отражается на уровне содержания исследуемых веществ в печени. Просто созревание отражается на абсолютном, а не на относительном количестве этих веществ. Расчеты показывают, что у кальмаров на последнем полигоне (рис. 2) при созре-

¹ Здесь рассматривается только относительное (процентное) содержание жира в печени. Степень влияния времени выдерживания кальмаров на абсолютное содержание жира в их печени — предмет специального исследования.

вании гонад от второй к третьей стадии в пределах одноразмерных групп количество сухого вещества в печени увеличивается на 518 мг (из них 209 мг — за счет жира и 309 мг — за счет обезжиренного сухого вещества); при переходе от стадии 5—1 к стадии 5—2 это увеличение составляет 328 мг (125 мг — за счет жира и 203 мг — за счет обезжиренного сухого вещества).

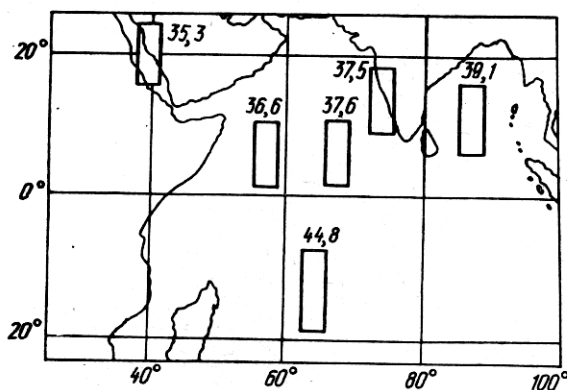


Рис. 3. Содержание сухого вещества в печени кальмаров в различных районах Индийского океана.

Что же касается относительного (процентного) содержания рассматриваемых веществ, то отсутствие его зависимости от стадий зрелости и размеров кальмаров позволяет вычислить средние величины, характеризующие содержание этих веществ в печени кальмаров во всех исследованных районах.

В табл. 2 приведены сводные данные о содержании сухого вещества жира и обезжиренного сухого вещества в печени кальмаров в пяти исследованных районах Индийского океана. Из табл. 2 видно, что содержание сухого вещества в печени кальмаров всех районов, кроме

Таблица 1
Содержание сухого вещества, жира и обезжиренного сухого вещества у кальмаров различных стадий зрелости

Район	Пол, стадия зрелости	Число экземпляров	Средний размер, см	Средний вес, г	Сухое вещество, % веса печени		Жир, % веса печени		Обезжиренное сухое вещество, % веса печени	
					$M \pm m$	CV	$M \pm m$	CV	$M \pm m$	CV
Первый полигон	♀ 1	9	13,4	124,7	$36,3 \pm 0,9$	7,4	$10,5 \pm 2,2$	61,9	$25,8 \pm 1,7$	20,2
	♀ 2	18	16,0	185,3	$36,8 \pm 1,1$	12,9	$11,0 \pm 0,8$	29,1	$25,8 \pm 1,7$	28,7
	♀ 3	5	17,6	249,6	$37,2 \pm 2,2$	13,8	$11,7 \pm 1,5$	24,8	$25,5 \pm 1,3$	11,4
	♀ 5—1	4	20,0	302,0	$34,8 \pm 2,5$	14,5	$12,1 \pm 1,8$	28,9	$22,7 \pm 1,2$	10,1
	♀ 5—2	10	19,4	347,7	$36,7 \pm 2,0$	16,8	$11,0 \pm 0,9$	24,5	$25,7 \pm 1,5$	18,3
	♂ 5—2	7	13,9	101,0	$35,3 \pm 2,2$	16,6	$10,9 \pm 1,1$	25,7	$24,2 \pm 1,9$	20,5
Мальдивы	♀ 2	7	14,5	131,0	$36,7 \pm 1,5$	11,1	$8,5 \pm 1,0$	30,6	$28,2 \pm 1,1$	9,9
	♀ 5—1	6	15,7	189,3	$37,7 \pm 1,8$	11,9	$10,1 \pm 0,9$	19,8	$27,6 \pm 1,4$	12,3
	♀ 5—2	5	19,6	337,6	$31,9 \pm 1,7$	11,7	$8,5 \pm 0,8$	20,0	$23,4 \pm 0,6$	5,6
Бенгальский залив	♀ 2	5	14,1	128,4	$36,6 \pm 2,8$	17,1	$10,1 \pm 1,3$	27,7	$26,5 \pm 2,3$	18,9
	♀ 5—2	22	21,1	434,7	$39,5 \pm 1,4$	16,2	$10,5 \pm 0,7$	32,4	$29,0 \pm 0,9$	15,2
	♂ 5—2	4	13,1	113,2	$37,6 \pm 2,1$	11,3	$14,5 \pm 2,2$	29,7	$23,1 \pm 3,0$	26,0
Последний полигон	♀ 2	13	19,8	352,7	$35,0 \pm 2,3$	23,7	$12,9 \pm 0,9$	24,0	$22,1 \pm 2,0$	32,6
	♀ 3	19	20,1	373,8	$38,9 \pm 1,3$	14,5	$16,9 \pm 1,3$	32,5	$22,0 \pm 1,2$	23,2
	♀ 5—1	13	20,8	415,8	$35,3 \pm 2,5$	25,6	$13,2 \pm 1,6$	43,2	$22,1 \pm 1,4$	23,5
	♀ 5—2	41	21,9	463,0	$37,5 \pm 0,8$	13,7	$14,6 \pm 0,6$	26,7	$22,9 \pm 0,7$	18,8
	♂ 5—2	11	13,6	121,3	$40,3 \pm 2,4$	19,7	$14,0 \pm 0,8$	19,3	$26,3 \pm 2,0$	25,5

района банок, характеризуется сходными величинами (36,6—39,1%). В районе же банок оно значительно выше (44,8%). Содержание жира в печени кальмаров разных районов оказалось менее схожим. Наименьшее оно в районе Мальдивских островов (9,2%), наибольшее — на последнем полигоне (14,6%). Резко отличается в разных районах и содержание в печени кальмаров обезжиренного сухого вещества. Мини-

Таблица 2

**Содержание сухого вещества, жира и обезжиренного сухого вещества
(% массы печени) в печени кальмаров из различных районов**

Район	Количество экземп- ляров	Сухое вещество		Жир		Обезжиренное сухое вещество	
		$M \pm m$	CV	$M \pm m$	CV	$M \pm m$	CV
Экваториальная часть западной по- ловины Индийско- го океана	55	$36,6 \pm 0,7$	13,9	$11,3 \pm 0,5$	31,9	$25,3 \pm 0,6$	17,8
Южное полуша- рие, район банок	11	$44,8 \pm 2,0$	14,5	$12,8 \pm 1,6$	42,2	$32,0 \pm 2,2$	22,5
Район около Маль- дивских островов	28	$37,6 \pm 1,1$	16,0	$9,2 \pm 0,4$	25,0	$28,4 \pm 0,9$	16,9
Южная часть Бен- гальского залива	34	$39,1 \pm 1,1$	15,9	$11,0 \pm 0,6$	32,7	$28,0 \pm 0,9$	18,6
Последний поли- гон	101	$37,5 \pm 0,7$	17,9	$14,6 \pm 0,5$	32,2	$22,9 \pm 0,6$	24,0

мально оно на последнем полигоне (22,9%), максимально — в районе банок (32,0%).

Обсуждение результатов. Из приведенных материалов видно, что содержание сухого вещества, жира и обезжиренного сухого вещества в печени кальмаров *S. oualaniensis* довольно высоко. Это подтверждает данные многих авторов о большом значении печени кальмаров в аккумуляции и использовании пластических и энергетических резервов [15, 17—19].

Главным «резервным фондом» тела кальмаров являются почти исключительно липиды и белки печени. Об общем количественном содержании первых мы с достаточной достоверностью можем судить по эфирному экстракту («тотальный жир» или просто «жир»); о содержании вторых — по обезжиренному сухому веществу. Как и у позвоночных животных, содержание обезжиренного сухого вещества у кальмаров очень близко к общему содержанию белков. Относительное количество гликогена и минеральных веществ в тканях кальмаров мало — 0,2—0,9 и 1—2% на сырой вес соответственно [5, 11, 16, 21, 24, 25]. В печени кальмаров содержание гликогена составляет всего 0,2%. Следовательно, на белки и продукты белкового обмена приходится большая часть обезжиренного сухого вещества печени кальмаров. Непосредственные определения «сырого протеина», или суммарного содержания белков, в печени кальмаров аналитическими методами практически дают величины, сходные с полученными расчетным методом по обезжиренному сухому веществу [5, 16, 21, 24, 25].

Важное значение печени в метаболизме кальмаров подтверждают наши данные о накоплении обезжиренного сухого вещества (белка) и жира в этом органе при подготовке к нересту (рис. 3). Аналогичные результаты получены на рыбах М. Н. Кривобоком и М. И. Шатуновским [3]. Эти данные свидетельствуют о большой функциональной роли печени в обеспечении генеративных процессов у животных. О важной роли печени в метаболизме свидетельствует также интенсивное расходование резервных веществ в этом органе при экспериментальном голодании кальмаров [13].

Интересно хотя бы косвенно сопоставить роль жира и белка в формировании пластических и энергетических резервов в печени кальмаров. Известно, что содержание белка в тканях животных чаще всего выше, чем содержание жира. Однако содержание белка в тканях при этом и гораздо более стабильно, что связано с особой ролью белковых веществ в обеспечении структурной устойчивости организма. Содержа-

ние жира, напротив, очень лабильно, что указывает на чрезвычайную мобильность его использования как источника резервной энергии. Именно поэтому у позвоночных существует четкая количественная зависимость между процентным содержанием жира и сухого вещества в теле [2, 10, 20, и др.]. Она означает, что на фоне относительно стабильного содержания белка изменения содержания сухого вещества определяются прежде всего изменениями содержания жира.

Иное дело кальмары. Из приведенных в работе материалов (табл. 1 и 2) видно, что не только содержание жира, но и содержание обезжиренного сухого вещества в печени кальмаров очень лабильно и нередко именно оно тесно связано с изменениями сухого вещества. Коэффициенты вариации содержания обезжиренного сухого вещества у кальмаров составляют 23—32% (табл. 2), в то время как у рыб они равны лишь 3,5—7% [12]. Специально проведенные расчеты показали, что изменение процентного содержания сухого вещества в печени кальмаров коррелирует с изменением обоих рассматриваемых компонентов химического состава. При этом изменения содержания жира и белка приблизительно в равной степени определяют изменения процента сухого вещества. Эти данные, несомненно, свидетельствуют о том, что в печени кальмаров содержатся чрезвычайно лабильные белковые резервы, используемые в процессе пластического и энергетического обмена.

О значительной роли белков в пластическом обмене кальмаров говорит их интенсивная мобилизация из печени при экспериментальном голодании. О большом удельном весе белков в энергетическом обмене писали З. А. Муравская и Г. И. Аболмасова [8], которые показали, что около 50% всего потребленного кальмарами кислорода идет на окисление именно этих веществ. В отличие от кальмаров, у быстроплавающих рыб — ставриды и смариды — соответствующая величина составляет 30—40% [7]¹. На интенсивное использование кальмарами при плавании продуктов белкового обмена — аминокислот — указывают П. В. Хочачка с соавторами [23].

Материалы, полученные на кальмарах, по-видимому, характерны для моллюсков вообще. Так, С. А. Горомосова [1] на мидиях установила тесную корреляцию между процентным содержанием сухого вещества в различных тканях и органах и процентным содержанием белка (связь с жиром оказалась менее выраженной!). Высокий процент использования белка в энергетическом обмене различных видов моллюсков получила З. А. Муравская [6]. Таким образом, у моллюсков белки, по-видимому, играют более значительную роль в аккумуляции и использовании запасной энергии, чем у рыб и других высших животных.

Рассмотрим особенности состава печени кальмаров в различных частях тропической зоны Индийского океана. Никаких закономерных сопряженных изменений в содержании жира и обезжиренного сухого вещества в печени кальмаров в различных районах тропической зоны мы не обнаружили. Обращает на себя внимание лишь повышенное содержание жира и пониженное — обезжиренного сухого вещества в печени кальмаров на последнем полигоне. С чем связаны эти обратные зависимости в содержании обоих компонентов, мы не знаем.

Значительно более интересен тот факт, что во всех четырех исследованных районах, расположенных в экваториальной зоне, содержание сухого вещества в печени кальмаров сходно (рис. 3). Близкая величина процентного содержания сухого вещества печени получена и для кальмаров из Красного моря.

Напротив, у кальмаров из южного полушария (район банок) эта величина совершенно другая. Несмотря на небольшое количество каль-

¹ Рассматриваемые величины получены для кальмаров и рыб при так называемом стандартном обмене.

маров, исследованных в этом районе, процентное содержание сухого вещества печени у них статистически достоверно отличается от величин, полученных для кальмаров из остальных исследованных районов. Так, критерий достоверности различий рассматриваемого показателя (t_d) между кальмарами южного полушария и кальмарами из Бенгальского залива (эти различия меньше, чем для кальмаров из других районов) равен 2,3 ($p=0,05$). Для кальмаров из других районов $t_d=2,4$ ($p=0,02$). Высокое содержание сухого вещества в печени кальмаров южного полушария определяется прежде всего высоким содержанием обезжиренного сухого вещества (белка) и в меньшей степени — жира (табл. 2).

Таким образом, уровень энергетических и пластических резервов у кальмаров в районе банок южного полушария оказался значительно выше, чем в остальных исследованных районах. Сказать определенно, с чем связаны выявленные особенности кальмаров из южного полушария, пока не представляется возможным. По-видимому, эти особенности не связаны с периодами годового жизненного цикла, поскольку стадии зрелости у кальмаров южного полушария и остальных районов сходны. Скорее эти особенности можно связать с лучшей обеспеченностью пищей, но для окончательных выводов по этому вопросу необходимы достоверные сведения о состоянии кормовой базы и численности кальмаров в исследованных районах.

Нельзя недоучитывать и роль температурного фактора. Все исследованные кальмары (кроме кальмаров южного полушария) взяты из районов либо лежащих на экваторе, либо прилегающих к нему. Температура верхних слоев воды в этих районах составляла в период экспедиции 27—29°C, в то время как в районе банок она была на 2—3° ниже (24—26°C). Известно, что температурные условия обитания существенно влияют на уровень и направленность энергетического и пластического обмена водных пойкилотермных животных. При прочих равных условиях с повышением температуры увеличивается двигательная активность животных, растут их энергетические траты, что понижает уровень энергетических запасов в теле. Кроме того, чем дальше от экватора, тем менее устойчив температурный режим (имеются в виду сезонные колебания температуры). А нестабильность температурных условий создает для животных необходимость формировать повышенный энергетический запас. Возможно, с этим и связано повышенное содержание сухого вещества печени у кальмаров южного полушария.

Выводы. 1. В печени кальмаров *Sthenoteuthis oualaniensis* в тропической зоне Индийского океана наблюдается высокая концентрация сухого вещества, жира и обезжиренного сухого вещества. Это свидетельствует о большом значении печени кальмаров в аккумуляции пластических и энергетических резервов.

2. Важную роль печень кальмаров играет при подготовке к нересту. В период созревания гонад в печени накапливается большое количество белка и жира, которые используются в процессе синтеза генеративной ткани.

3. Запасы белка в печени кальмаров, если судить о них по обезжиренному сухому веществу, очень лабильны. Это свидетельствует о больших масштабах использования резервных белков в пластическом и энергетическом обмене кальмаров.

4. В различных районах экваториальной зоны Индийского океана содержание сухого вещества в печени кальмаров достаточно стабильно. Отсутствие различий в уровне энергетических запасов в печени, очевидно, свидетельствует о сходстве условий обитания кальмаров в этих районах.

5. В отличие от экваториальной зоны, в южной части тропической зоны (район банок) кальмары характеризуются значительно более вы-

соким содержанием сухого вещества в печени, которое определяется прежде всего повышенным уровнем белковых резервов. Следовательно, кальмары в указанном районе находятся в особых условиях обитания по сравнению с экваториальной зоной.

1. Горомосова С. А. Исследование динамики химического состава и элементов углеводного обмена черноморских мидий в связи с их биологией: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Севастополь, 1971. — 16 с.
2. Ионас Г. П. Расчетный метод определения количества жира в рыбе. — Рыб. хоз-во, 1974, № 10, с. 50—52.
3. Кривобок М. Н., Шатуновский М. И. О некоторых новых проблемах физиологии морских и проходных рыб. — Тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии, 1971, 79, с. 63—71.
4. Лазаревский А. А. Техно-химический контроль в рыбообработывающей промышленности. — М.: Пищепромиздат, 1955. — 435 с.
5. Леванидов И. П., Захарова В. П. Химический состав промысловых моллюсков и иглокожих Сахалинского района. — Изв. Тихоокеан. ин-та мор. рыб. хоз-ва и океанографии, 1968, вып. 65, с. 221—230.
6. Муравская З. А. Интенсивность азотистого обмена и ее соотношение с интенсивностью дыхания у морских беспозвоночных. — В кн.: Энергетический обмен водных животных. М.: Наука, 1973, с. 73—92.
7. Муравская З. А. Особенности азотистого обмена у рыб при плавании. — В кн.: Элементы физиологии и биохимии общего и активного обмена у рыб. Киев: Наук. думка, 1978, с. 87—99.
8. Муравская З. А., Аболмасова Г. И. Соотношение между экскрецией азота и потреблением кислорода у некоторых средиземноморских беспозвоночных. — Биология моря, Киев, 1978, вып. 46, с. 51—53.
9. Ржавская Ф. М. Жиры рыб и морских млекопитающих. — М.: Пищ. пром-сть, 1976. — 470 с.
10. Шульман Г. Е. Соотношение между содержанием жира и воды в теле рыб и методика вычисления жирности рыб в полевых условиях. — Тр. Азово-Черномор. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии, 1961, вып. 19, с. 36—44.
11. Шульман Г. Е., Горомосова С. А. Изучение соотношения жира и гликогена в теле головоногих моллюсков. — В кн.: Экспедиционные исследования в Средиземном море в августе — сентябре 1969 г. Киев: Наук. думка, 1970, с. 77—80.
12. Шульман Г. Е., Кокос Л. М. Содержание обезжиренного сухого вещества в теле некоторых черноморских рыб. — Вopr. ихтиологии, 1971, 2, вып. 2, с. 339—344.
13. Шульман Г. Е., Нигматуллин Ч. М. Изменение индексов печени у кальмара *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson) из тропической зоны Индийского океана. — См. настоящий сб.
14. Шепкин В. Я. Сравнительная характеристика липидов печени и мышц ставриды и скорпены. — Науч. докл. высш. школы. Сер. Биол. науки, 1972, № 2, с. 36—39.
15. Шепкин В. Я., Шульман Г. Е., Сигаева Т. Г. Особенности липидного состава тканей средиземноморских кальмаров с различной экологией. — Гидробиол. журн., 1976, 12, вып. 3, с. 76—79.
16. Эртель Л. Я., Швидкая З. П. Технология командорского кальмара. — Изв. Тихоокеан. ин-та мор. рыб. хоз-ва и океанографии, 1972, 83, с. 134—141.
17. Bidder A. M. Feeding and digestion in cephalopods. — In: Physiology of mollusca / Eds K. M. Wilbur, C. M. Young. London: Pergamon press, 1976, vol. 2, p. 97—124.
18. Boucaud-Camou E. Constituants lipidiques du foie de *Sepia officinalis*. — Mar. Biol., 1971, 8, N 1, p. 66—69.
19. Boucher-Rodoni R., Mangold K. Experimental study of digestion in *Octopus vulgaris* (Cephalopoda, Octopoda). — J. Zool., 1977, 183, p. 505—515.
20. Brandes C. H., Dietrich R. Betrachtungen über die Beziehungen zwischen dem Fett- und Wassergehalt und die Fettverteilung bei Konsumfischen. — Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven, 1958, 5, S. 299—305.
21. Giese A. C. Lipids in the economy of marine invertebrates. — Physiol. Rev., 1966, 46, N 2, p. 244—298.
22. Hilditch T. P., Williams P. N. The chemical constitution of natural fats. — London: Pergamon press, 1964. — 745 p.
23. Hochachka P. W., Moon T. W., Mustafa T., Storey K. B. Metabolic sources of power for mantle muscle of a fast swimming squid. — Comp. Biochem. and Physiol. B, 1975, 52, p. 151—158.
24. Suryanarayanan H., Alexander K. M. Fuel reserves of molluscan muscle. — Comp. Biochem. and Physiol. A, 1971, 40, N 1, p. 55—60.
25. Suryanarayanan H., Shylaja R. R., Alexander K. M. Biochemical investigation in the edible molluscs of Kerala. 2. A study on the nutritional value of some gastropods and cephalopods. — Fish. Technol., 1973, 10, N 2, p. 100—104.

**ON DRY SUBSTANCES,
FAT AND FATLESS DRY SUBSTANCE CONTENTS
IN THE LIVER OF STHENOTEUTHIS OUALANIENSIS
(LESSON) FROM THE INDIAN OCEAN TROPICAL ZONE**

Summary

The contents of dry substance, fat and fatless dry substance in the *Sthenoteuthis oualaniensis* liver are high. Large quantity of protein and fat is accumulated in the liver during of gonad maturation.

In different regions of the Indian Ocean equatorial zone the content of dry substance in the *Sthenoteuthis oualaniensis* liver is rather stable. *Sthenoteuthis oualaniensis* from the southern part of the tropical zone are characterized by a considerably higher content of dry substance in the liver which is determined, first of all, by the elevated level of protein reserves.

УДК 594.5—11.05:591.5

Г. Е. ШУЛЬМАН, Ч. М. НИГМАТУЛЛИН

**ИЗМЕНЕНИЕ ИНДЕКСОВ ПЕЧЕНИ У КАЛЬМАРА
STHENOTEUTHIS OUALANIENSIS (LESSON)
ИЗ ТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА
В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

Во время рейсов экспедиционных судов предпринимались попытки измерить уровень энергетического обмена кальмаров с помощью респирометрического метода [1]. Эти попытки имели самый предварительный характер, так как потребление кислорода определяли на неакклиматизированных животных в замкнутых сосудах сравнительно небольшого объема, что не могло не вызвать стрессового состояния у подопытных кальмаров.

По-видимому, шагом вперед, приближающим исследователей к определению уровня энергетического обмена, близкого к уровню, наблюдаемому в природной обстановке, будут работы, проводимые на акклиматизированных кальмарах в специально сконструированных респирометрах большого объема с проточной водой. Мы попытались оценить в первом приближении величину обмена кальмаров на основании данных об изменении массы их печени при выдерживании в проточном аквариуме на борту судна. Известное преимущество нашего подхода по сравнению с респирометрическим заключается в том, что кальмары содержались в ваннах большого объема с проточной водой и значительно более продолжительное время.

Условия проводившегося эксперимента (выдерживание кальмаров без пищи в протоке в течение нескольких часов) соответствуют состоянию кратковременного голодания. Известно, что при кратковременном голодании у животных происходит расход лишь резервных веществ, прежде всего резервных веществ печени [8]. Депонирующая роль печени особенно наглядно продемонстрирована на так называемых тощих рыбах — тресковых, бычковых, скорпеновых. У этих рыб энергетические и пластические резервы почти целиком сосредоточены в печени, в остальных органах и тканях их содержание крайне мало [7, 10, 19]. Как и у «тощих» рыб, содержание резервных веществ во всех органах и тканях кальмаров, кроме печени, очень невелико [11, 22]. На депонирующую роль печени головоногих указывают также исследователи, непосредственно изучавшие усвоение пищи этими животными [12, 14—16]. Следовательно, состояние печени кальмаров, определяемое по ее относительному весу, является достаточно чувствительным морфо-физио-