

ПРОВ 98

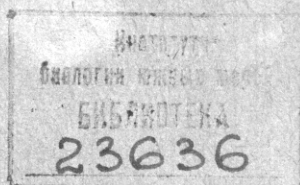
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО
ОДЕССКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

БИОЛОГИЯ МОРЯ

(Вып. 22)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ
МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ — 1971

и других продуктов морского промысла на витамин D_3 . - В кн.: Витаминные ресурсы и их использование, I. Изд-во АН УССР, К., 1951.

Вендт В. П. Беспозвоночные как источники витаминов группы D. - В кн.: Витамины, I. Изд-во АН УССР, К., 1953.

Вендт В. П. Препарат витамина D из двустворчатых моллюсков. - В кн.: Витамины, I. Изд-во АН УССР, К., 1953.

Виноградова З. А., Вендт В. П. Провитамины D и стерины некоторых беспозвоночных Черного моря. - В кн.: Витамины, 4. Изд-во АН УССР, К., 1959.

Виноградова З. А. К познанию химического состава кормовых организмов и рыб Черного моря. - Тр. Совещ. по физиол. рыб. М., 1956.

Виноградова З. А. Содержание стеролов в теле моллюсков-биофильтраторов и в планктоне Черного моря. - Тр. Карадагской биол. ст., 14, 1957.

Зикеев Б. В. Беспозвоночные животные как сырье для получения витамина D_3 . - Тр. ВНИИМ. Изд-во АН СССР, М., 1946.

Зикеев Б. В. Переработка водного нерыбного сырья. М., 1950.

Лагунов Л. Л. Получение жиров водных животных с высоким содержанием витаминов. Пищепромиздат, М., 1950.

Фердман Д. Л. Биохимия. "Высшая школа", М., 1959.

Штрауб Ф. Б. Биохимия. Изд-во АН Венгрии, Будапешт, 1963.

Тояма, Такаги. Изучение жиров морских беспозвоночных. - РЖ Химия, биологическая химия, II9II, 1955; II596, 1956; 5108, 1957.

Selrell W. N., Uarris R. S. The Vitamins, 2. N.Y., 1954.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДОВ ХОЛОДНОВОДНЫХ И ТЕПЛОВООДНЫХ ПЛАНКТОННЫХ РЫБ ЧЕРНОГО МОРЯ

В.И. Лисовская

По определению Т.С. Расс (1949), рыб Черного моря можно разделить на четыре основные группы: пресноводные, солоноводные,

морские холодноводные и морские тепловодные. Рыбы двух последних групп обитают по всей основной площади Черного моря, тепловодные — в верхних прогреваемых слоях воды, холодноводные — в более глубокой охлажденной зоне. К тепловодным рыбам относится черноморская хамса *Engraulis engrasicholus*, а к холодноводным — черноморский шпрот *Sprattus sprattus phalericus* (Risso). Эти два вида были взяты нами для изучения некоторых особенностей их липидов не только потому, что они наиболее массовые рыбы Черного моря, но и потому, что они являются как бы антиподами, ибо занимают разные экологические ниши (Асланова, 1954).

Брали рыб из ставных неводов в северо-западной части Черного моря, район Одессы. Перед химическим исследованием проводился предварительный биологический анализ (Лисовская, 1967), количество жира определяли в аппарате Сокслета в модификации Рушковского (1927), используя в качестве растворителя этиловый эфир, неомыляемые вещества — по методу, описанному Ржавской и Алексеевой (1966), а количество стерина — по колориметрическому методу Мура и Бауманна (Moore and Baumann, 1952). Приведены средние величины (М) содержания жира. Результаты исследования подвергали статистической обработке.

При наличии у черноморского шпрота и хамсы ряда сходных особенностей экологические условия у них отличаются (Алеев, 1959). У анчоуса все наиболее важные жизненные процессы — нагул, рост и нерест — проходят при сравнительно более высоких температурах, примерно от 18–19 до 26°C. Такие температурные условия в Черном море наблюдаются только на протяжении мая — сентября. Поэтому питание, рост и размножение черноморского анчоуса — хамсы относятся к летнему времени, в холодное время года эти функции почти прекращаются.

У шпрота размножение происходит при сравнительно низких температурах: от 6 до 13°C, в меньшей степени — при 15–16°C. В Черном море такие температурные условия сохраняются на протяжении круглого года, зимой — в толще всего верхнего слоя (100 м), летом — в слое, лежащем ниже температурного скачка. Поэтому шпрот размножается круглый год.

В Черном море шпрот интенсивно питается в течение всего года, в том числе и во время нереста (Алеев, 1953). В отличие от хамсы, шпрот находится в разреженных скоплениях, этому спо-

собствует и низкая плотность распределения кормового планктона в Черном море (Кусморская, 1954).

Мы полагали, что жировой обмен, являющийся показателем физиологического и биологического состояния организма, будет прямо отражать экологические различия хамсы и шпрота. С октября по март-апрель происходит массовый нерест шпрота в Черном море, наиболее интенсивный в зимние месяцы. Количество жира сильно увеличивается в течение марта, апреля и мая, достигая максимума в июне - июле, когда основная масса шпрота еще не начала нереститься. В противоположность шпроту максимальное содержание жира у черноморской хамсы приходится на конец осени - первую половину зимы (период накопления жира по сравнению со шпротом несколько сдвинут). У нас была возможность собрать весенне-летние пробы рыб. В этом отрезке времени наблюдается различие в направленности кривой накопления жира (рис. I), что объясняется экологией этих рыб.

По сравнению с хамсой у шпрота наблюдается очень высокий уровень жировых запасов (табл. I, 2). В некоторых случаях он достигает 64,4% на сухое вещество. Это можно объяснить следующим. У шпрота, в отличие от хамсы, ни зимовок, ни протяженных миграций не наблюдается. Кроме того, по данным А.П. Кусморской (1954), шпрот в течение круглого года интенсивно нагуливается. В летние месяцы он совершает регулярные суточные миграции (Асланова, 1954). В светлое время держится на значительной глубине в охлажденных слоях воды, а ночью поднимается в поверхностные слои вслед за холоднолюбивым комплексом планктона (*Calanus*, *Pseudocalanus*, *Sagitta*), которым он обычно питается. Таким образом, амплитуда колебаний температуры воды, с которой приходится сталкиваться шпроту в течение летних месяцев, очень велика. Черноморский шпрот - типичный представитель южнобореальной фауны, который проник из Атлантики в период ледникового похолодания. При изменении климата в сторону потепления шпрот не погиб, как это произошло с другими бореально-атлантическими видами, а приспособился к жизни в своеобразных условиях Черного моря (Горбунова, 1958). Возможно, что с тех далеких времен наличие высокого содержания жира у шпрота является фактором, предохраняющим от воздействия чрезмерно высоких температур.

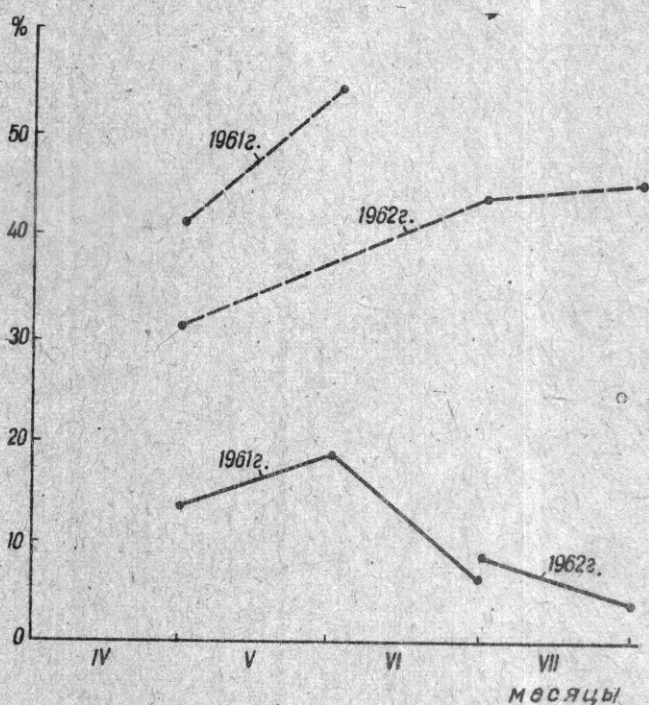


Рис. I. Направленность жирового обмена в мышцах черноморского шпрота и черноморской хамсы.

Условные обозначения: — хамса, ---- шпрот.

Многие исследователи отмечали зависимость содержания жира от анатомического расположения мышц (Dontcheff, Legendre, 1948; Шульман, 1966). Другие (Arai, Saki, 1952; Braekkan, 1955; Pedersen, 1958; Fraser, et al., 1961) показали, что в красных мышцах по сравнению с белыми больше содержится жира, гликогена и других метаболитов. Мы также наблюдали большее содержание жира в красных мышцах хамсы (см. табл. I). Жировой обмен в красных мышцах меняется в сторону уменьшения с мая по июнь. У шпрота красные мышцы пигментированы слабее, чем у хамсы, и плохо отделяются от белых, поэтому мы их не подвергали исследованию. Если учесть, что хамса более "активная" рыба, связь между активностью рыбы и пигментацией красных мышц становится очевидной. Анатомическое расположение красных мышц характерно для данного вида и

Таблица I

Содержание жира в мышцах хамсы

Дата лова	Количество рыб	Вес, г	Содержание жира в % на сухое вещество					
			мин.	макс.	M	m	σ	
1961г.	Апрель	19	8,25	1,40	31,99	13,91	6,63	8,30
	Май	19	19,28	6,72	32,30	19,33	5,65	6,69
	Июнь	15	8,92	1,69	19,75	6,82	4,54	5,60
1962г.	Июнь	31	11,50	3,52	19,46	9,88	3,28	4,04
	Июль	7	6,64	1,32	10,31	4,94	2,52	3,50
1964г.	Апрель	5	-	11,84	27,11	22,27	5,37	6,66
	Май	7	19,31	6,69	26,47	18,71	1,71	2,79
1965г.	Май _x	10	22,00	8,51	19,73	13,71	2,64	3,30
	Май _{xx}	4	31,80	31,80	48,94	38,13	7,91	7,13
	Июнь _x	5	-	5,80	11,49	7,81	1,76	3,12
	Июнь _{xx}	5	-	11,47	24,89	19,59	3,25	4,94

П р и м е ч а н и е . (x) - белые мышцы, (xx) - красные мышцы.

также, как и степень пигментации, может служить критерием видового определения (Браеккан, 1959).

Наряду с жирами, входящими в состав липидов, имеются и липоиды, жироподобные вещества, которые входят в состав неомыляемой фракции жиров. К ним относятся важные биологически активные соединения - стерины. По данным Ловерна (Lovern, 1961), липиды можно разделить на две группы: липиды, т.е. нейтральные жиры, откладывающиеся в депо, и липоиды, которые не депонируются в определенных местах. К последним относятся фосфатиды, сфинголипиды и стерины. По мнению Ловерна, аккумуляция вышеупомянутых соединений в каких-либо органах не является "энергетическим банком", а выполняет другую функцию.

Таблица 2

Содержание жира в мышцах шпрота

Дата лова	Количество рыб	Вес, г	Содержание жира в % на сухое вещество					
			мин.	макс.	M	m	σ	
1961г.	Апрель	15	10,50	21,13	53,34	41,82	6,47	8,00
	Май	20	10,82	46,65	64,41	55,84	4,59	5,44
1962г.	Апрель	20	9,28	23,44	4,635	31,56	5,40	6,36
	Июнь	20	10,50	32,90	59,38	44,78	6,15	7,66
	Июль	20	10,38	34,85	53,00	46,10	3,42	4,30
1964г.	Апрель	17	-	30,16	49,73	38,71	3,86	4,69
1965г.	Май	23	9,08	25,05	54,56	42,98	5,53	6,99
	Июнь	20	-	21,52	46,17	38,53	4,67	7,20

Стерины, в частности холестерин, у рыб играют важную роль в водном обмене и в синтезе половых гормонов. Если сравнить содержание стерина у шпрота и хамсы (табл. 3, 4), то заметных отличий между ними не наблюдается. Так, в мае 1964 г. у хамсы содержание холестерина в мышцах (в % неомыляемой фракции) составляло 1,49, у шпрота 2,11%; в июне того же года 1,32 и 1,87%; в июне 1965 г. 3,56 и 2,77%; в мае 1966 г. 8,01 и 8,37%, в июне 3,56 и 5,02% соответственно. Содержание холестерина разное в белых и красных мышцах хамсы и в мышцах вообще (рис. 2), больше холестерина в красных мышцах. С мая по октябрь содержание холестерина постепенно снижается, что совпадает с направленностью накопления жира. Во время нереста хамсы в теплое время года количество холестерина в ее мышцах убывает, так как холестерин, по-видимому, участвует в образовании половых гормонов. В некоторых органах, как например в печени и гонадах, содержание холестерина высокое (табл. 5,6), у хамсы оно достигает 17,22 и 12,14% соответственно, у шпрота - 8,66 и 8,42%.

Таблица 3

Содержание неомыляемых веществ и стерина в мышцах хамсы

Дата лова	Объект анализа	Неомыляемая фракция, %	Содержание стерина в % сухого веса неомыляемой фракции	
			Провитамины D	Холестерин
Май	Мышцы	2,77	0,15	1,49
1964 г. Июнь	"	3,21	0,13	1,32
Июль	"	3,46	0,04	1,35
Май	Белые мышцы	1,80	0,28	4,27
"	Красные "	2,70	0,36	5,36
1965 г. Июнь	Мышцы	2,14	0,20	3,56
"	Белые мышцы	1,61	0,18	3,49
"	Красные "	3,40	0,31	5,52
Май	Мышцы	0,64	0,14	8,01
"	Белые мышцы	1,10	0,08	1,81
"	Красные "	1,06	0,88	8,48
Июнь	Мышцы	1,25	0,56	4,67
"	Белые мышцы	1,13	0,11	3,54
"	Красные "	1,96	1,37	7,56
1966 г. Июль	Мышцы	1,03	0,28	5,12
"	Белые мышцы	-	-	-
"	Красные "	-	-	-
Сентябрь	Мышцы	1,76	0,28	2,89
"	Белые мышцы	1,53	0,15	5,83
"	Красные "	1,50	0,55	8,87
Октябрь	Мышцы	2,17	0,09	2,33
"	Белые мышцы	1,77	0,48	5,11
"	Красные "	2,43	0,32	5,42

Таблица 4

Содержание неомыляемых веществ и стерина в мышцах шпрота

Дата лова	Неомыляемая фракция, %	Содержание стерина в % сухо- го веса неомыляемой фракции	
		Провитамины D	Холестерин
Май	2,18	0,24	2,11
1964 г. Июнь	1,61	0,28	1,87
Август	1,98	0,23	2,62
1965 г. Июнь	2,14	0,15	2,77
Май	0,69	0,18	8,37
1966 г. Июнь	1,86	0,17	5,02

В ы в о д ы

1. У шпрота содержание жира выше чем у хамсы, поскольку амплитуда температурных колебаний у первого очень большая и высокое содержание жира обеспечивает лучшую изоляцию рыбы от высоких температур.

2. У хамсы красные мышцы содержат больше жира, чем белые.

3. В содержании жироподобных веществ - стерина, в частности холестерина, не наблюдается заметных отличий у этих двух видов рыб.

4. Накопление холестерина у хамсы в сезонном аспекте совпадает с сезонным накоплением жира, что свидетельствует о роли жира как энергетического материала, а холестерина - как важного компонента в синтезе половых гормонов.

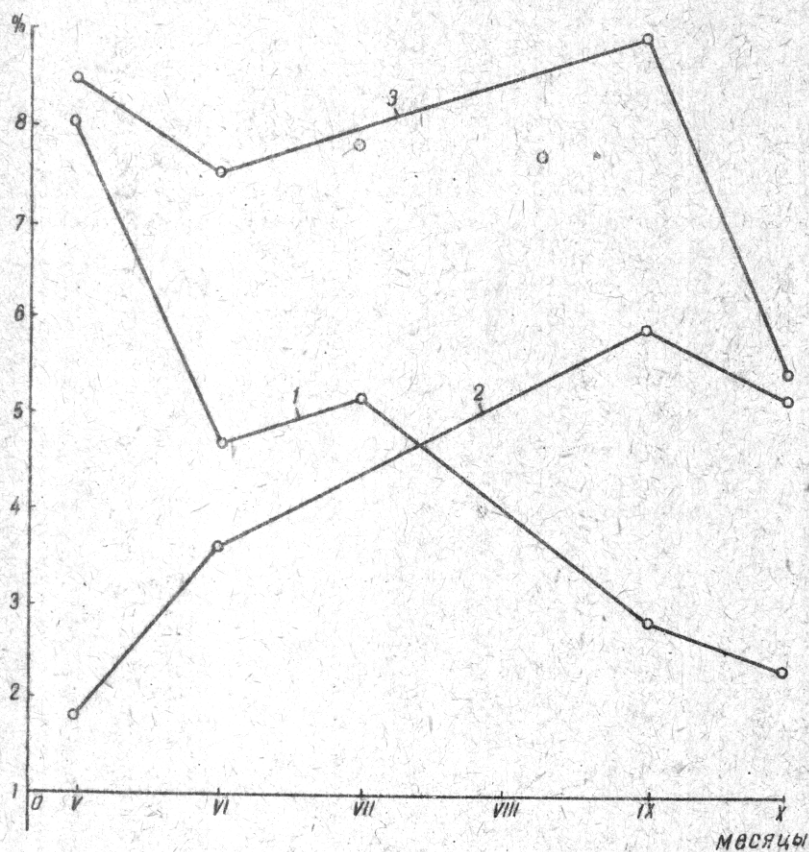


Рис.2. Содержание холестерина в мышцах хамсы (% на сухое вещество неомыляемой фракции): 1 - белые мышцы, 2 - красные мышцы, 3 - темные мышцы.

Таблица 5

Содержание неомыляемых веществ и стерина в некоторых органах хамсы

Дата лова	Объем анализа	Неомыляемая фракция, %	Содержание стерина в % сухого веса неомыляемой фракции	
			Провитамины D	Холестерин
Июнь	Печень	6,20	0,08	2,78
1964г.	" Гонады ♂	3,43	0,02	5,96
	" " ♂	3,72	0,02	4,77
	Июль " ♀	2,78	0,02	5,96
"	" " ♀	1,96	0,13	11,73
1965г.	Май Гонады ♂	1,66	0,07	5,13
	" " ♀	1,68	0,14	12,14
	Июнь " ♂	3,00	0,18	3,78
	" " ♀	1,95	0,21	12,63
1966г.	Июль Гонады ♂	3,08	0,58	6,29
	" " ♀	4,00	0,10	3,13
	Сентябрь Печень ♀	3,80	0,30	17,22

Таблица 6

Содержание неомыляемых веществ и стерина в некоторых органах шпрота

Дата лова	Объект анализа	Неомыляемая фракция, %	Содержание стерина в % сухого веса неомыляемой фракции	
			Провитамины D	Холестерин
1964г. Август	Печень	6,92	0,31	3,69
1965г.	Май Печень	1,50	0,25	8,66
	" Гонады ♂	1,86	0,46	8,42
	Июнь " ♀	3,90	0,20	2,63

Л и т е р а т у р а

А л е е в Ю. Г. О биологии и хозяйственном значении черноморского шпрота (*Sprattus sprattus phalericus*) - Тр. Сев.-восточ. биол. ст., 10, 1958.

А л е е в Ю . Г . О строении отоидов и темпе роста черноморского шпрота. - ДАН СССР, 93, 5, 1953.

А с л а н о в а Н . Е . Шпрот Черного моря. - Тр. ВНИРО, 28, 1954.

Г о р б у н о в а Н . Н . Размножение и развитие черноморского шпрота. - Тр. Севастопольской биол. ст., 10, 1958.

К у с м о р с к а я А . П . Годовые изменения кормовой базы черноморской хамсы в период нереста и развитие ее молоди. - III экологич. конфер. Тез. докл. П, 1954.

Л и с о в с к а я В . И . Жировой обмен и содержание стерина у некоторых планктоноядных рыб северо-западной части Черного моря. - В кн.: Биохимия морских организмов. "Наукова думка", К., 1967.

Р а с с Т . С . Ихтиофауна Черного моря и ее использование. - Тр. Ин-та океанологии, 4, 1949.

Р ж а в с к а я Ф . М . , А л е к с е е в а М . А . Метод определения неомыляемых веществ в жирах рыб и морских млекопитающих. - Рыбное хозяйство, 4, 1966.

Р у ш к о в с к и й А . - Тр. Кубано-Черноморского научно-исслед. ин-та, 49, 1927.

Ш у л ь м а н Г . Е . Особенности жирового обмена крупной черноморской ставриды. - Тр. АзЧерНИРО, 22, 1964.

A g a i , S a k i . - Цит. по B o r g s t r o m G. Fish as Food. Acad. Press. London, 1961.

B r a e k k a n O . R. Function of the red muscle in fish. - Nature, 178, 1956.

B r a e k k a n O . R. Red muscle as a possible character for the identification of sharks. - Nature, 183, 1959.

D o n t c h e f f , L e g e n d r e . - Цит. по B o r g s t r o m G. Fish as Food. Acad. Press. London, 1961.

F r a s e r D . I . , M a n n a n A . , D y e r W . J. Proximate composition of Canadian Atlantic fish. III. Sectional differences in the flesh of a species of Chondrostei, one of the Chimaerae and of some miscellaneous teleosts. - J. Fish. Res. Bd. Canada, 18(6), 1961.

L o v e r n J . A. The lipids of fish and changes occurring in them during processing and storage. - In: Fish in Nutrition, 1961.

M o o r e P . R . , B a u m a n n C . A. Colorimetric determination of cholesterol and other sterols in skin. - J. Biol. Chem., 195, 2, 1952.

P e d e r s e n H . - Цит. по B o r g s t r o m G. Fish as Food. Acad. Press. London, 1961.