

Л. Н. ЕГОРОВА и Т. М. ЛЕБЕДЕВА

МОЗГ КИТОВ КАК ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ ХОЛЕСТЕРИНА

(Сообщение 1)

Головной мозг китов, являющийся побочным продуктом китобойного промысла, не используется по какому-нибудь специальному назначению и поступает вместе с костями головы в котлы для вытопки жира. Между тем, содержание жира в мозгу китов не так уже велико (см. табл. 4) и вряд ли можно считать целесообразным такое использование его. В то же время известно, что нервная ткань животных очень богата липоидами, в число которых входит холестерин, лецитин и некоторые другие.

Холестерин, который обычно добывается из мозга животных, является ценным продуктом, употребляемым в фармацевтической промышленности для производства синтетических стероидных гормонов.

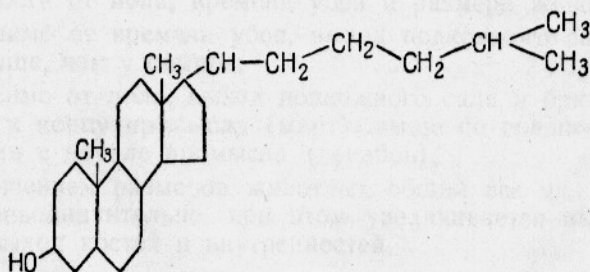
Цель данной работы заключалась в том, чтобы выяснить возможность использования мозга китов для получения из него холестерина.

В связи с этим проводились исследования мозга промысловых китов Антарктики в целях определения содержания в нем холестерина, качества этого холестерина и подбора способа, наиболее удобного для выделения холестерина из мозга китов.

Краткие сведения о холестерине

Холестерин был известен еще в XVIII столетии. Впервые он был обнаружен в желчных камнях человека, которые на 99% состоят из холестерина (отсюда и произошло его название от греческого слова *hole* — желчь и *stereo* — твердый) [6].

Холестерин представляет собой высокомолекулярный спирт с одной двойной связью и одной вторичной алкогольной группой. Строение его изображается следующей формулой [10]:



В кристаллическом состоянии он представляет собой белоснежные блестящие, жирные пластинки с обломанными краями (рис. 1), содержащие одну молекулу кристаллизационной воды. При кристаллизации из растворителей, не содержащих воды, он образует кристаллы в виде тонких игл [10].

В воде совершенно не растворим; хорошо растворяется в растворителях жира: хлороформе, этиловом эфире, бензоле, сероуглероде, ацетоне, дихлорэтано и некоторых других. Не растворим в холодном спирте, растворяется в горячем и снова выпадает при охлаждении [5].

Удельный вес безводного холестерина равен 1,067. Удельное вращение равно минус $31,12^\circ$ (в эфирном растворе) и минус $36,6^\circ$ (в хлороформе). Является прекрасным диэлектриком, обеспечивающим в мозгу хорошую изоляцию электрических процессов. Диэлектрическая постоянная $E=5,4$ (с колебаниями ± 2) [5].

Температура плавления холестерина на 150° , но температура плавления препаратов, приготовляемых промышленностью из мозга животных, равна $147-148^\circ$, так как обычно они всегда содержат небольшое количество близких к холестерину веществ, не удаляемых даже путем повторных перекристаллизаций. К таким веществам относится насыщенный спирт-дигидро-холестерин, присутствующий в холестеринах различного происхождения в количестве 1—2% (температура плавления дигидро-холестерина 142°). Кроме того, в препаратах холестерина присутствует, повидимому, также эргостерин [9]. По своему химическому строению к холестерину близки желчные кислоты, витамин D и стероидные гормоны. Многочисленные исследования показывают, что стероидные гормоны, производимые половыми железами и корой надпочечников, выполняют важные и многообразные функции в организме. Деятельность их связана с процессами роста, размножения, лактации и многими другими. Не существует ни одной важной функции организма, на которую не оказывал бы влияния какой-нибудь из стероидных гормонов. Известно применение стероидных гормонов при лечении рака, воспалительных процессов и некоторых психических заболеваний [3].

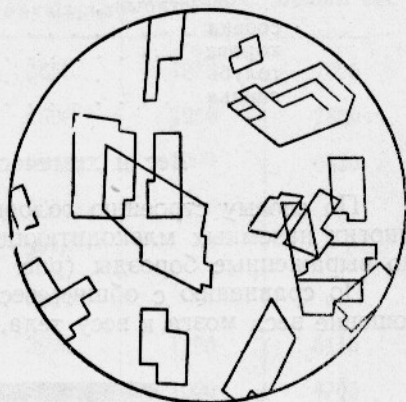


Рис. 1. Форма кристаллов холестерина.

Благодаря химической близости холестерина к стероидным гормонам, получение их успешно завершено по пути частичного синтеза из холестерина. Деградацией и целым рядом превращений из холестерина получены андрогены, гормон желтого тела, дезоксикортикостерон и эстрон. В настоящее время синтетические гормоны получают из холестерина уже в промышленном масштабе.

Сырьем для получения холестерина служит спинной мозг убойного скота, представляющий собой шнуровидное, цилиндрическое тело весом в среднем 100 г. Для извлечения мозга туша животного распиливается на две половины на 1—1,5 см от средней линии позвоночного столба. Затем подрезаются нервные волокна, мозг извлекается из спинномозгового канала и очищается от твердой и паутинной оболочек.

В спинном мозгу крупного рогатого скота содержится около 5% холестерина.

Холестерин присутствует во всех тканях и жидкостях животного организма в свободном состоянии или в виде эфиров жирных кислот. Наибольшее количество содержится в нервной ткани, спинном и головном мозгу [9].

По данным Смородинцева [6], содержание холестерина в головном мозгу некоторых теплокровных животных составляет (в %):

кролик молодой	1,89
" старый	2,38
собака	2,64
корова	2,58
голубь	1,41
свинья	1,75

Вес и химический состав мозга китов

По своему строению головной мозг китов очень похож на мозг многих наземных млекопитающих животных. Полушария его имеют ясно выраженные борозды (рис. 2).

По сравнению с общим весом китов мозг их относительно мал. Отношение веса мозга к весу тела, например, у синего кита равно 1 : 14 000

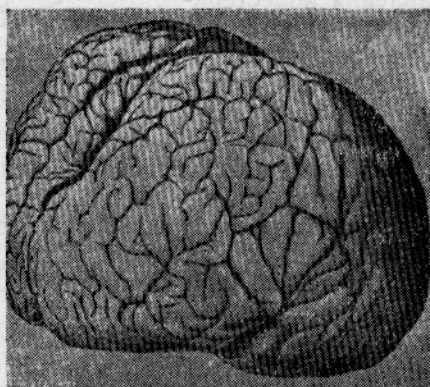


Рис. 2. Головной мозг кита.

[8], но абсолютный вес его гораздо больше веса мозга других животных.

Вес головного мозга антарктических китов показан в таблицах 1 и 2. Из таблиц видно, что имевшиеся у нас образцы мозга финвала в среднем весили более 6 кг, синего кита — несколько более 5 кг, а горбача — около 2 кг.

По данным Б. А. Зенковича, вес мозга китов Дальнего Востока (финвала, кашалота, горбача) равен примерно 5 кг.

В таблице 3 и 4 приведены результаты анализов мозга. Определение холестерина в мозгу кита проводилось по следующему способу: измельченный мозг омылся и из полученного мыла экстрагировался холестерин ацетоном. После удаления ацетона полученный холестерин-сырец перекристаллизовывался из спирта.

Остальные определения проводились по обычно принятым методам.

Холестерин является весьма устойчивым веществом. Он не разрушается под действием даже концентрированных щелочей [2], остается невредимым в случае сильной порчи всей массы мозга, не поддается воздействию довольно высоких температур. Поэтому мозг, предназначен-

ный для получения холестерина, может быть законсервирован различными способами: замораживанием, сушкой и посолом. Применение того

Таблица 1

Вес головного мозга китов

Вид кита и промысла	Год	Пол	Размер кита (в м)	Вес мозга (в г)		
				большие полушария	мозжечок	общий вес
Финвал	1950	Самец	21,3	5655	1370	7025
"	"	"	19,9	6600	1250	7800
"	"	"	20,0	5040	1390	6430
"	1951	"	20,8	6000	—	—
"	"	"	18,3	4550	—	—
"	"	"	21,0	6800	—	—
"	1950	Самка	21,3	3920	1190	5110
Синий кит	"	Самец	19,3	3685	1020	4705
"	"	"	20,4	4635	1340	5975
"	"	"	25,9	3100	—	—
"	1951	"	23,1	4700	—	—
"	"	"	22,9	4000	—	—
"	"	"	20,3	4000	—	—
"	"	Самка	24,7	4100	—	—
Горбач	"	"	14,8	2000	—	—
"	"	"	15,0	1700	—	—

Таблица 2

Средний вес мозга кита

Вид кита	Вес мозга в г		
	большие полушария	мозжечок	общий вес
Финвал	5500	1300	6800
Синий кит	4030	1180	5210
Горбач	1850	—	—

или другого метода зависит от существующих на местах заготовки условий.

При наличии сушилки мозг может быть высушен и сохранен в сухом виде. Для получения холестерина мозг может быть высушен при температуре 100° и даже несколько выше. Для производства не только

Таблица 3

Химический состав мозга различных китов (в %)

Вид кита	Пол кита	Влага	Жир	Белок (N×6,25)	Зола	Холестерин		Количество экзмпляров, взятое для анализа
						в сыром мозге	в пересчете на сухое вещество	
Большие полушария мозга								
Синий кит	Самец	74,77—80,38	7,60—13,06	9,81—10,81	1,37—1,48	1,40—2,68	7,13—13,30	6
Синий кит	Самка	78,72	10,15	9,56	1,40	1,28	6,02	1
Финвал	Самец	73,65—80,88	8,17—11,44	8,81—12,13	1,38—1,65	1,96—3,28	7,50—15,47	7
Горбач	Самка	78,44—80,26	9,84—10,48	8,62— 9,43	1,52—1,59	2,20—3,28	11,14—15,21	2
Мозжечок								
Синий кит	Самец	72,05—83,68	5,03—11,25	10,69—14,56	1,16—1,42	2,23—3,46	8,10—17,70	3
Финвал	Самец	70,78—81,70	4,98—11,52	11,50—14,50	1,52—2,01	2,14—4,50	10,90—15,48	3
Финвал	Самка	75,93	11,27	10,44	1,80	2,48	10,30	1
Горбач	Самка	71,73	11,97	14,25	1,76	3,75	13,28	1

Таблица 4

Средний химический состав мозга (в %)

Вид кита	Пол	Влага	Жир	Белок (N×6,25)	Зола	Холестерин	
						в сыром мозге	в пере- счете на сухое ве- щество
Большие полушария							
Синий кит . . .	Самец	78,36	9,62	9,94	1,42	2,12	9,78
Финвал	"	78,78	9,93	9,81	1,43	2,79	12,73
Горбач	Самка	77,45	10,55	10,06	1,59	2,48	11,28
Мозжечок							
Синий кит . . .	Самец	78,73	7,77	12,21	1,38	2,86	14,30
Финвал	"	77,21	8,47	12,01	1,72	2,82	12,12

холестерина, но и лецитина мозг необходимо сушить при более низкой температуре, так как при 100° лецитин разрушается [4].

При отсутствии холодильников или сушилок мозг, предназначенный для производства холестерина, может быть законсервирован посолом.

Пробы соленого мозга, заготовленные во время промысла, были исследованы на содержание холестерина. Результаты анализов приведены в табл. 5. Метод определения был тот же, что и для мороженого мозга.

Полученный из соленого мозга холестерин был передан для анализа в Химико-фармацевтический институт им. С. Орджоникидзе.

Результаты анализа следующие:

температура плавления	147—148°
удельное вращение в растворе эфира (α) _D	31,5°
" " " хлороформа (α) _D	40,3°
иодное число	63,1

Растворимость препарата 1 : 10 в эфире и хлороформе полная, растворы бесцветны. По качеству образец соответствует техническим условиям на холестерин.

Выделение холестерина из мозга может производиться различными способами, но не каждый из них по тем или иным причинам применяется в промышленности.

Ремезов и Левашов [9] обрабатывали замороженный жидким воздухом, измельченный мозг ацетоном, извлекая, таким образом, до 83% холестерина.

Согомонов и Зарх [7] предлагают обезвоживать измельченную массу мозга ацетоном и из полученной сухой массы мозга экстрагировать холестерин также ацетоном в особом аппарате.

Можно смешивать мозг с серноокислым натром или с гипсом (1,5) и из сухой массы экстрагировать сначала ацетоном холестерин, а затем горячим спиртом или смесью спирта с эфиром извлекать лецитин.

Содержание холестерина в соленом мозге китов

№ пробы	Вид кита	Пол	Размер кита (в м)	Содержание (в %)			
				влаги	соли	холестерина	
						в соленом мозге	в пересчете на сухое вещество

Большие полушария

25	Синий кит	Самец	20,2	52,5	17,00	3,48	11,60
29	" "	"	19,3	52,0	20,50	3,32	12,70
12	" "	"	20,4	50,0	18,06	2,94	9,20
8	Финвал	"	19,9	50,0	16,90	3,30	10,00
19	"	"	20,0	50,25	20,47	3,96	13,50
31	"	Самка	—	50,0	17,00	3,30	10,00

Мозжечок

26	Синий кит	Самец	20,2	50,35	18,06	2,56	8,10
30	" "	"	19,3	55,3	19,26	4,52	17,70
13	" "	"	20,4	50,0	18,66	5,36	17,10
4	Финвал	"	19,9	50,0	19,26	4,76	15,48
9	"	"	20,0	52,5	19,90	3,00	10,90
20	"	Самка	21,3	50,0	20,47	3,06	10,30

Существуют способы выделения холестерина из мозга, основанные на свойстве холестерина не подвергаться омылению. В таких случаях массу, содержащую холестерин, омыляют щелочью и из полученного мыла извлекают растворителем холестерин, оставшийся в неомыленной части.

ВЫВОДЫ

Содержание жира в мозге китов составляет примерно в среднем 10%.

Содержание холестерина в мороженом головном мозге антарктических китов (финвала, синего кита, горбача) равно примерно 2,5% или около 11,8% в пересчете на сухое вещество.

Из соленого мозга китов методом омыления мозга известью с последующей экстракцией холестерина из сухого известкового мыла может быть получен холестерин хорошего качества, пригодный для применения его в фармацевтической промышленности.

Выход холестерина из соленого мозга китов в лабораторных условиях составляет несколько более 3% к весу соленого мозга.

В условиях антарктического промысла мозг следует заготавливать в виде высушенной массы, что обеспечит его транспортировку при любых температурных условиях и уменьшит объем транспортируемого сырья до 1/5 первоначального.

Сушка мозга может осуществляться на вакуум-вальцевой или вальцевой сушилке.

На Дальнем Востоке, в местах обработки большого количества китов, мозг можно заготавливать в сухом виде; при невозможности высушивания его можно заготавливать в соленом виде.

При использовании всего мозга китов, добываемого в Антарктике и на Дальнем Востоке, может быть получено около 500 кг холестерина на сумму до 500 тыс. рублей.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздов Н. С., Практическое руководство по биохимии мяса, Пищепромиздат, 1950.
2. Назаров И. Н., Бергельсон Л. Д., Синтез стероидных гормонов. Успехи химии, т. XIX, в. 1, 1950.
3. Палладин А. В., Учебник биологической химии, Медгиз, 1939.
4. Ремизов И. А., Химия холестерина. Изд. Ленинград. отд. Всесоюз. Института экспер. медиц., 1934.
5. Смородинцев И. А., Холестерин и его значение в физиологии и патологии.
6. Согомонов С. и Харх А., Холестерин, журнал «Мясная индустрия» № 8, 1938.
7. Слепцов М. М., Гиганты скеанов. Владивосток, 1948.
8. Физер Л., Химия производных фенантрена, Госхимиздат, 1941.
9. Физер Л. и Физер М., Органическая химия, 1949.