

Том LVIII	Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)	1965
Том LIII	Известия Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО)	

637.562.7 : 577.16] (265.2)

СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНОВ B_{12} , B_2 и PP В ТКАНЯХ ТЕЛА БЕРИНГОВОМОРСКИХ РЫБ

И. В. Кизеветтер, И. Г. Сыромятникова и А. М. Теплицкая
ТИНРО

Витамин B_{12} , B_2 и никотиновая кислота (PP) играют важную роль в питании человека и животных. Изучение содержания этих витаминов в тканях тела дальневосточных рыб проведено впервые.

Содержание витаминов B_{12} и PP в тканях окуней, минтая, трески, терпуга и жирной сельди определяла М. Г. Сыромятникова.

А. М. Теплицкая определила содержание витамина B_2 и B_{12} в тканях тела палтусов, угольной рыбы и трех видов камбал.

Материалом для исследований служили различные ткани тела: мясо с кожей, чистое мясо, кожа, позвонки, плавники, головы, внутренности, печень, половые железы.

При приготовлении образца однородные ткани отделяли от одной или нескольких рыб (3—5 в зависимости от размера), близких по биологическому состоянию. Были заготовлены образцы в стерилизованном, мороженом и соленом виде. Образцы заготавливал Е. Клейе (ТИНРО).

Содержание витаминов B_{12} , B_2 и PP в тканях определяли микробиологическими методами. В качестве тест-организма использовали *Bact. Escherichia coli* (B_{12}), *Lact. casei* (B_2) и *Lact. arabinosus* (PP). Содержание витамина B_{12} и B_2 выражали в $мкг/кг$, а витамина PP — в $мкг/g$ сухого обезжиренного вещества. Для получения достоверных результатов проводили 2—4 параллельных определения и в таблице брали средние значения; результаты анализов округляли с точностью до 10 единиц.

МОРСКИЕ ОКУНИ

Были исследованы ткани тела берингоморских окуней (тихоокеанский — клювач, интронигер, многоиглый, аляскинский и *Sebastes ciliatus*).

Результаты исследования показали, что с увеличением веса рыбы возрастает содержание витамина B_{12} в тканях ее тела (табл. 1).

Таблица 1

Содержание витаминов В₁₂ и РР в тканях гела тихоокеанского окуня

Период лова	Район лова	Средний вес рыбы, г	Среднее содержание витаминов				
			мясо с кожей	голова	позвонки и плавники	внутренности без печени	печень

Витамин В₁₂

Июль—август	О-ва Прибылова	860	250	140	120	2000	7310
Декабрь	Южнее	450	140	120	90	1000	5390
	О-ва Унимак	510	210	130	100	1880	5750
Июль	То же	280	190	120	50	1200	4320
		930	—	70	70	930	2100

Витамин РР

Декабрь	„	940	120	60	—	140	300
Июль	„	300	70	40	—	120	220
		930	90	70	50	100	200

Витамина В₁₂ больше всего содержится в печени и внутренностях, витамина РР — в печени. Содержание витамина РР в тканях сердца было на уровне 140—150, в крови 100—110 и в гонадах — 70—90.

У окуня-интронигера содержание витамина В₁₂ возрастает с увеличением размера рыб. Печень у этого окуня оказалась более богатой по содержанию витамина В₁₂, чем печень клювача (табл. 2).

Таблица 2

Содержание витаминов В₁₂ и РР в тканях тела окуня-интронигера

Период лова	Район лова	Средний вес, г	Среднее содержание витаминов				
			мясо с кожей	голова	позвонки и плавники	внутренности без печени	печень

Витамин В₁₂

Июль—август	О-ва Прибылова	11260	150	140	140	1230	6440
		7800	190	130	140	1090	6000
Декабрь	Южнее	2260	70	70	60	1000	5090
	О-ва Унимак	5360	210	110	90	1020	8860
Июнь	То же	3850	50	50	40	940	5750

Витамин РР

Июль	„	3850	80	30	50	110	270
------	---	------	----	----	----	-----	-----

У тихоокеанского окуня и интронигера, пойманных в июле в районе Аляскинского зал., наблюдалось снижение уровня содержания В₁₂ в тканях.

У других видов окуней тоже проявляется прямая зависимость между весом рыбы и относительным содержанием в тканях ее тела витамина В₁₂ (табл. 3).

Содержание витаминов В₁₂ и РР в тканях тела окуней

Период лова	Район лова	Вес рыб, г	Среднее содержание витаминов				
			мясо с кожей	головы	позвонки и плавники	внутрен- ности без печени	печень
Витамин В₁₂							
Многоиглый окунь							
Июль— август	О-ва При- былова	1050	270	130	120	1860	10350
		640	230	120	70	1290	8020
Аляскинский окунь							
Июль— август	То же	2320	120	—	—	1030	3010
		1000	110	—	—	970	2040
Июль	Южнее о-ва Унимак	5700	20	60	20	830	1130
Sebastes ciliatus							
Август	Южнее о-ва Унимак	2180	210	150	90	1300	7370
		560	90	100	70	1230	3570
Июль— август	Прибыло- ва о-ва	1800	240	170	140	1290	7320
Витамин РР							
Аляскинский окунь							
Июль	Южнее о-ва Унимак	5700	80	40	30	70	180

У всех исследованных видов окуней наиболее высокое содержание витамина В₁₂ обнаруживается в печени и во внутренностях. По уровню накопления этого витамина в печени выделяется многоиглый окунь.

В мясе окуней витамина В₁₂ содержится от 50—70 до 230—270 мкг/кг сухого вещества.

Витамина РР также больше всего накапливается в печени (180—200 мкг/г сухого вещества), содержание этого витамина в мясе держится на уровне 80—120 мкг/г сухого вещества.

ПАЛТУСЫ

Были исследованы ткани тела различных видов палтусов, пойманных в районе между о-вами Прибылова и Унимак, а также в зал. Аляска. У палтусов между весом рыбы и относительным содержанием В₁₂ в тканях существует прямая зависимость (табл. 4). У палтусов в печени аккумулируется много витамина В₁₂; наиболее активно этот процесс происходит у азиатского стрелозубого палтуса. Мясо палтуса содержит меньше витамина В₁₂, чем мясо окуней.

У палтусов содержание витамина В₁₂ в тканях, богатых кровью (почки, сердце, сама кровь), варьирует в пределах от 390 до 770, а в половых железах достигало 7000—8100 мкг/кг сухого вещества.

Содержание витамина В₁₂ в тканях тела палтусов

Период лова	Район лова	Средний вес рыбы, г	Среднее содержание витамина В ₁₂				
			мясо с кожей	позвонки и плавники	голова	внутренности без печени	печень
<i>Азиатский стрелозубый палтус</i>							
Июнь—август	О-ва Прибылова	720	30	30	50	380	3070
		1050	70	80	70	1270	3270
		2470	110	120	200	1330	9770
<i>Американский стрелозубый палтус</i>							
Июль—август	Зал. Аляска	530	110	70	130	530	—
		1440	130	70	140	770	4770
		2130	140	120	160	900	5740
<i>Черный палтус</i>							
Август	О-ва Прибылова	2170	80	140	260	3290	3440
Август	Зал. Аляска	5400	60	20	80	240	550
<i>Белокорый палтус</i>							
Август	О-ва Прибылова	57500	70	—	—	—	3210
Август	Зал. Аляска	23500	80	60	100	920	4250
Август	„	9480	50	30	40	410	4120

Содержание витамина В₂ в тканях тела палтусов дано в табл. 5.

Таблица 5

Содержание витамина В₂ в тканях тела палтусов из зал. Аляска

Показатель	Вид палтуса		
	азиатский стрелозубый	белокорый	черный
Время лова	Июль	Август	Август
Средний вес рыбы, г	2100	9480	5400
Пол	Самки	Самцы	Самки
Содержание витамина в			
филе	1800	4000	1690
коже	2540	3570	2110
позвонках	1720	3500	270
плавниках	4000	1040	1280
голове	3000	580	2140
внутренностях без печени	3320	1650	7000
печени	7750	5260	12000
сердце	3750	—	2630
половых желез	6470	600	7140

Больше всего накапливается витамина В₂ в тканях печени и яичниках; семенники оказались бедными по содержанию этого витамина.

Были исследованы ткани мороженых и соленых палтусов, хранившихся в течение пяти месяцев при температуре минус 14—16°C (табл. 6). Оказалось, что уровень содержания витамина В₁₂ в тканях этих рыб практически не отличался от содержания этого витамина в тканях свежей рыбы.

Таблица 6

Содержание витамина В₁₂ в тканях тела мороженого и соленого палтуса

Вид палтуса	Вид продукта	Содержание витамина В ₁₂			
		мясо	голова	внутренности без печени	печень
Азиатский стрелозубый	Мороженный неразделанный	100	180	1230	8900
	Соленый потрошенный	80	160	—	—
Черный	Мороженный неразделанный	70	210	3000	3200
	Соленый потрошенный	60	200	—	—

УГОЛЬНАЯ РЫБА

Результаты исследования тканей тела угольной рыбы показали (табл. 7), что проявляется закономерное увеличение содержания витамина В₁₂ с увеличением веса рыбы.

Таблица 7

Содержание витамина В₁₂ и В₂ в тканях тела угольной рыбы

Показатель	Содержание витамина В ₁₂			Содержание витамина В ₂
	август		январь	
Район лова	О-ва Прибылова			О-в Унимак
Средний вес, г	1070	1650	3250	510
	2870 (самки)			
Части тела				
мясо с кожей	100	130	300	430
мясо	—	—	—	—
кожа	—	—	—	—
позвонки и плавники	160	170	190	200
позвонки	—	—	—	—
плавники	—	—	—	—
голова	320	340	420	300
внутренности без печени	1140	1490	2770	4260
печень	9870	16650	18960	13080
сердце	—	—	—	—
половые железы	—	—	—	—
				4000
				4500

Особенно высокие концентрации витамина В₁₂ были обнаружены в печени крупной угольной рыбы.

По содержанию витамина В₂ ткани тела угольной рыбы не уступают тканям тела палтусов.

В тканях мороженой и соленой угольной рыбы, хранившихся при температуре минус 14—16°C в течение пяти месяцев, было обнаружено следующее содержание витамина В₁₂ в *мкг/кг* сухого вещества: мясо 260—280, голова 280—290, печень 13900.

Содержание этого витамина в сырце, мороженой и соленой угольной рыбе было на одинаковом уровне.

В мясе угольной рыбы холодного копчения витамина В₁₂ содержалось от 130 до 300 *мкг/кг* сухого вещества.

КАМБАЛЫ

Были исследованы ткани тела некоторых видов камбал, добытых в районе Унимакской банки. У всех исследованных видов камбал ткани печени богаты содержанием витамина В₁₂ (табл. 8).

Таблица 8

Содержание витамина В₁₂ в тканях тела камбал

В и д	Период лова	Средний вес, г	Части тела				
			мясо с кожей	позвонки и плавники	голова	внутренности без печени	печень
Желтоперая	Февраль	280	180	120	310	2400	15470
Двухлинейная	Январь	300	70	40	100	1260	12500
Палтусовидная	Август	470	90	120	270	1400	11560

Исследования мяса мороженых камбал при длительном хранении (при минус 10—11°C) показали, что содержание витамина В₁₂ практически оставалось неизменным в течение 10 месяцев хранения (от 270 до 250 *мкг/кг* сухого вещества).

ТРЕСКОВЫЕ

Были исследованы замороженные образцы частей тела берингово-морской трески и минтая.

Все ткани тела минтая содержат витамина В₁₂ больше, чем ткани тела трески. Наиболее высокое содержание витамина В₁₂ было обнаружено в тканях сердца минтая (до 20300 *мкг/кг* сухого вещества). Печень минтая также ценна по содержанию витамина В₁₂ (табл. 9).

Мясо минтая содержит в 4—5 раз больше витамина В₁₂, чем мясо трески. В тканях тела самцов минтая значительно больше витамина В₁₂, чем у самок.

Никотиновой кислоты также содержится больше в тканях тела минтая, чем трески, причем наиболее высокое содержание витамина РР обнаружено в печени минтая (табл. 10).

Таблица 9

Содержание витамина В₁₂ в тканях тела тресковых

Показатель	Треска	Минтай			
		самцы		самки	
Время лова	8 марта	Апрель			
Район лова	Зал. Аляска	К северу от о-ва Уника			
Средний вес, г	2950	700	760	720	1160
Части тела					
мясо с кожей	50	200	280	180	190
голова	40	490	540	410	470
позвонки и плавники	30	—	—	—	—
внутренности без печени	480	1220	4860*	1100	1660
печень	700	12930	—	6040	7910
почки	130	—	—	—	—
сердце	320	20300	—	14000	15000
кровь	250	—	—	—	—
гонады	560	1150	1860	1110	1730

* Вместе с печенью.

Таблица 10

Содержание витамина РР в тканях тресковых рыб

Показатель	Треска	Минтай
Время лова	Март	Апрель
Район лова	Зал. Аляска	К северу от о-ва Уника
Средний вес, г	2950	970
Части тела		
мясо с кожей	75	100
голова	60	50
позвонки и плавники	50	—
внутренности без печени	180	210
печень	210	400
почки	100	—
сердце	190	—
кровь	90	—
гонады	250	270

ТЕРПУГ ОДНОПЕРЫЙ

Исследования частей тела одноперого терпуга (средний вес 400 г), добытого в январе в водах зал. Аляска, показали, что содержание витамина В₁₂ в тканях тела терпуга в *мкг/кг* сухого вещества изменялось в следующих пределах: мясо с кожей — 470, головы — 260, позвонки и плавники — 190, печень — 3380 и внутренности — 1040.

Содержание витамина РР в мясе терпуга составило 140 *мкг/г* сухого вещества.

СЕЛЬДЬ

Были исследованы ткани тела сельди, добытой 7 февраля 1962 г. в районе о-вов Прибылова. Сельдь была заготовлена в мороженом и слабосоленом (5,5—9,2% соли) виде в банках. Образцы хранили при температуре минус 6—8°C. Результаты исследования приведены в табл. 11.

Таблица 11

Содержание витаминов В₁₂ и РР в тканях тела сельди

Показатель	Содержание витамина В ₁₂				Содержание витамина РР
	мороженая сельдь	слабосоленая сельдь, хранившаяся (месяц)			
		2	8	15	слабосоленая сельдь*
Число образцов	8	4	6	3	4
Мясо	890—1120	1020—1030	1010—1050	940	120—130
Голова	780—910	780—820	870—880	600	120—140
Половые железы	1100—1500	1080—1100	690—1100	730	120—160
Внутренности	3060—3300	2010—2910	1800—2030	1640	140—160
Тузулук	—	570—730	930—950	1650	50—60

* Образцы хранились 15 месяцев.

Содержание витамина В₁₂ в мясе мороженой и слабосоленой сельди вне зависимости от сроков ее хранения оказалось на одном уровне. В несъедобных частях тела наибольшее содержание витамина В₁₂ найдено во внутренностях. У соленой сельди содержание витамина В₁₂ заметно снижалось с увеличением сроков хранения, зато возрастало содержание этого витамина в тузулке. Последнее может быть связано с увеличивающимся при хранении переходом в тузулук крови.

Содержание витамина РР в мясе мороженой сельди составило 130 мкг/г сухого вещества; примерно на этом же уровне оказалось содержание этого витамина в тканях тела слабосоленой сельди.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание витаминов В₁₂, В₂ и РР в тканях исследованных видов рыб изменяется в широких пределах, причем в тканях печени и внутренностей аккумулируется наибольшее количество этих витаминов (табл. 12).

Таблица 12

Пределы содержания витаминов в разных частях тела рыб

Части тела	Пределы содержания витаминов		
	В ₁₂	В ₂	РР, мкг/г сухого вещества
	в мкг/кг сухого вещества		
Мясо с кожей	20—430	1690—4000	70—130
Голова	50—510	270—3500	30—140
Позвонки и плавники	20—140	580—3000	30—50
Внутренности без печени	240—4260	1650—7000	70—210
Печень	2100—18960	5260—12000	200—400

В мясе исследованных видов рыб содержание витаминов В₁₂, В₂ и РР значительно больше, чем в мясе рогатого скота.

Костные ткани, внутренности и в особенности печень представляют особую ценность для приготовления кормовых продуктов.

Наиболее высокий уровень накопления витаминов в мясе был обнаружен у сельди (В₁₂ и РР) и у палтусов (В₂). В печени у тресковых и угольной рыбы больше всего В₁₂, у палтусов — В₂, а в печени тресковых — витамина РР. Камбалы имели очень высокое содержание витамина В₁₂ в тканях печени, но мясо камбал содержало его мало.

Установлено также, что различные виды рыб одного семейства могут иметь различную способность накапливать в тканях тела витамины. Так, например, среди палтусов наиболее высокое содержание витамина В₁₂ в мясе и печени имели стрелозубые палтусы, а среди морских окуней наиболее активная способность аккумулировать витамин В₁₂ в тканях была выявлена у многоиглового окуня и окуня-интронигера.

Особенно резкие различия были обнаружены у тресковых: содержание витамина В₁₂ в мясе у минтая оказалось в 3—5 раз больше, чем у трески, а в печени минтая этого витамина было почти в 4 раза больше, чем у трески, причем уровень содержания В₁₂ достиг 12930 мкг/кг сухого вещества.

У всех исследованных видов рыб отмечена прямая зависимость между относительным содержанием в тканях витаминов и весом рыбы.

Можно считать, что консервирование рыбы замораживанием и посолом и длительное хранение продукции не ведет к разрушению витаминов В₁₂, В₂ и РР.

При хранении соленой сельди тузлуки обогащаются витамином В₁₂ и никотиновой кислотой за счет выщелачивания этих витаминов из внутренностей.

ЛИТЕРАТУРА

- Бременер С. М. Витамины. М., Медгиз, 1959.
- Букин В. Н., Арешкина Л. Я. и Куцева Л. С. Химия и биохимия витамина В₁₂. «Успехи современной биологии». Т. XI. Вып. 3 (6). М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Методы определения витаминов. «Витаминные ресурсы и их использование». Сб. 3. М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Витамин В₁₂. Его биосинтез, функции и применение. «Витаминные ресурсы и их использование». Сб. 5. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Клейе Е. Ф., Мельникова О. М. Технологическая характеристика и использование рыб Берингова моря. М., Пищепромиздат, 1962.
- Смит Л. Витамин В₁₂. М., Изд-во иностранной литературы, 1962.
- Шилов П. И., Яковлев Т. Н. Справочник по витаминам. Л., Медгиз, 1963.