

ПОЛУЧЕНИЕ ВИТАМИНА А ИЗ ПЕЧЕНИ КИТОВ СПОСОБОМ МЕХАНИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА

*Кандидаты технических наук Л. Л. ЛАГУНОВ, К. А. МРОЧКОВ,
инженеры А. Н. ГОЛОВИН и Г. Ф. ЛЕПИКАШ*

Как известно, на плавучих китобойных базах старой конструкции («Алеут», «Слава») печень китов заготавливают в соленом виде в танках и для дальнейшей переработки доставляют на берег. В процессе посола и хранения происходят значительные потери белков печени, а также витамина А [1]. Кроме того, при заготовке печени посолом очень трудоемкими являются погрузочно-разгрузочные операции.

На вновь строящихся китобойных базах, с целью комплексного использования печени [3], предусмотрена заготовка ее замораживанием. Как показала практика работы китобойных флотилий, около 30—35% печени добытых китов поступает некондиционной (механически поврежденной при разрыве гранаты или от китов несколько задержанных до разделки) [2].

Переработка китовой печени на судне гидролизным или экстракционным способом крайне нежелательна главным образом в виду громоздкости аппаратуры и использования растворителей, обладающих токсическим действием. Поэтому перед ВНИРО

была поставлена задача изыскания нового способа получения витаминизированного жира из некондиционной печени китов на судах.

В последние 5—7 лет появились иностранные патенты, в которых рекомендуются различные способы получения жиров в роторно-бильных аппаратах [4, 5] с использованием воды, растворов солей, жира или другого вещества в качестве жидкой среды.

Чейен [6] указывал на возможность использования импульсного метода при обработке, в частности печени рыб, с целью получения высокоактивного витаминизированного жира.

Мы испытывали способ механического импульса применительно к печени китов, используя в качестве жидкой среды китовый жир. При этом, кроме получения витаминизированного жира, намечалось использование белковой части печени в качестве сырья для производства кормовой муки.

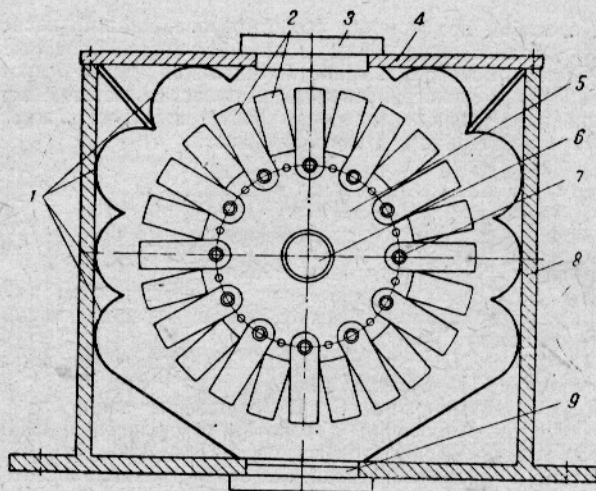


Рис. 1. Лабораторный импульсный аппарат ВНИРО (вертикальный разрез).

Для исследования возможности применения механического импульса для выделения жира из костей и печени кита во ВНИРО в 1954 г. был сконструирован и изготовлен лабораторный импульсный аппарат¹, вертикальный разрез которого изображен на рис. 1. Аппарат состоит из прямоугольного сварного корпуса 8 размером 330×300×100 мм с крышкой 4 и ротора 5 с молотками 2. В верхней части и в дне корпуса имеются отверстия для загрузки и выгрузки обрабатываемого материала. В эти отверстия винчены заглушки 3 и 9. Внутренняя поверхность аппарата изготовлена из листовой стали, приваренной к стенкам и крышке корпуса, и имеет гофрированную форму [1]. Гофрированная поверхность затормаживает вращение обрабатываемого материала вместе с ротором и молотками, чем усиливается воздействие гидравлических импульсов на обрабатываемый материал. Ротор, имеющий форму диска, укреплен на валу 6, вращающемся в подшипниках. По окружности ротора просверлены отверстия для пальцев 7, на роторе свободно насажены 24 стальных молотка прямоугольного сечения. Молотки расположены в двух вертикальных плоскостях, сдвинутых по ходу вращения одна относительно другой на 15°.

На свободном конце вала насажен шкив. Импульсный аппарат приводится в действие электродвигателем мощностью 4,5 квт через текстропную передачу. Ротор вращается со скоростью 6000 об/мин, при этом молотки сообщают жидкости 2400 импульсов в секунду. Производительность импульсного аппарата при обработке печени 1000—1200 кг/ч. При прерывной работе в аппарат заливают воду или жир и подают соответствующее количество обрабатываемого материала. Заглушку 3 завинчивают и включают электродвигатель. Обработанный материал и воду выгружают через нижнее отверстие.

При непрерывной работе аппарата вместо заглушек 3 и 9 в верхнее отверстие устанавливают конусообразный стакан, в нижнее — штуцер или штуцер с решеткой. В наших опытах решетка не использовалась.

Описанный лабораторный импульсный аппарат для получения жира из китовой печени был использован в опытах не только на Мосрыбокомбинате, но и на китобойной базе «Слава».

¹ В конструировании импульсного аппарата принимали участие: И. М. Маршак, С. Н. Мизикин и Е. И. Жуковский.

Для некоторых опытов на Мосрыбокомбинате был использован другой сконструированный во ВНИРО импульсный аппарат, который в отличие от первого имеет форму цилиндра с диаметром 180 мм. На его роторе установлены в один ряд 12 бил. Число оборотов ротора составляет 6000 в минуту, в результате в аппарате возникает $100 \times 12 = 1200$ импульсов в секунду. Электродвигатель аппарата мощностью 1 кВт.

В витаминном цехе Мосрыбокомбината в течение 1957 и 1958 гг. было проведено 9 опытов получения витамина А¹ из соленой и мороженой печени финвала, доставленной с АКФ «Слава». Процесс получения витаминизированного жира состоял из следующих операций:

печень соленую или мороженую после дефростации измельчали на волчке (диаметр решетки 5 мм);

фарш смешивали с китовым жиром в равном по весу количестве;

полученную массу перемешивали, подавали на импульсный аппарат и пропускали через него 2 раза;

после импульсного аппарата однородную сметанообразную массу подавали для отделения жира от белковой части на отжимочную центрифугу Келлера, рабочая часть которой представляет собой открытый цилиндр, вращающийся со скоростью 750 об/мин;

отделившийся жир снимали специальным устройством.

В одном из опытов очистку жира от белковой массы проводили на сепараторе Де Лаваль с использованием горячей (95—100°С) воды в количестве 50% к весу массы. При проведении опытов вели весовой учет сырья и полученного жира и отбирали пробы печени и жира для анализа на содержание витамина А. В отдельных пробах определяли, кроме того, содержание влаги, жира и кислотное число. Результаты опытов приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что под воздействием механических импульсов витамин А переходит из печени в жир. В опытах с соленой печенью средний выход витамина А составил 72%, а при обработке мороженой печени — 69%, при выходе жира — соответственно 81 и 86% от содержания в сырье. При одноразовой обработке смеси в импульсном аппарате, несмотря на высокий выход жира, из печени в жир перешло почти в 2 раза меньше витамина А (опыт 4).

В полученном витаминизированном жире содержалось как правило витамина А более 1000 и.е. на 1 г жира. Цвет был от коричневого до темно-коричневого. Кислотное число жира ввиду использования соленой и долго хранившейся мороженой китовой печени в основном колебалось в пределах от 4 до 9 и только в опыте 8 достигало 21.

В опыте 8 смесь жира и печени после импульсного аппарата до центрифугирования хранили 20 ч при температуре 0°С. За это время кислотность жира увеличилась с 5 до 21. Такое быстрое повышение кислотного числа — вполне закономерное явление, наблюдавшееся во многих ранее проводившихся исследованиях. Основной причиной его является гидролитическое расщепление жира под действием фермента липазы.

Полученные нами данные еще раз подтвердили, что измельченную печень, особенно после импульсного аппарата, длительное время хранить нельзя, так как это приводит к увеличению кислотного числа жира. Поскольку в производстве возможна задержка измельченной и смешанной с жиром массы перед разделением на центрифуге, было решено ввести процесс прогревания этой массы сразу после выхода ее из импульсного аппарата. Опыты с прогреванием проводили на китобойной базе «Слава».

В течение двух промысловых рейсов АКФ «Слава» (1957—1959 гг.) на специально смонтированной установке² (рис. 2) были проведены испытания импульсного метода выделения витамина А из свежей печени китов.

Печень фленшерным ножом разрезали на куски весом 0,8—1,2 кг, промывали заборной морской водой и по желобу 1 подавали в приемный бункер 2, из которого она поступала на измельчение в волчок или дезинтегратор 3 и 4. Измельченную печень собирали в бачке-сборнике 5, где смешивали в соотношении 1:1 (по объему) с китовым жиром, полученным из покровного сала китов вакуумным способом. Жиро-печеночную массу насосом РЗ-30 6 подавали в напорный бак 7, из которого при постоянном перемешивании (30 об/мин) она поступала в импульсный аппарат 8.

Учитывая, что при однократной обработке смеси жира и печени в импульсном аппарате переход витамина А из печени в жир в 2 раза меньше чем при двукратной, в опытах на китобойной базе «Слава» жиро-печеночную массу пропускали последовательно через два импульсных аппарата. Полученную массу подогревали в бачке-подогревателе 9 при перемешивании до 80—90°С в течение 20—30 мин, а затем выдерживали при температуре 80—90°С 30—35 мин.

¹ В экспериментальных работах на Мосрыбокомбинате и в проведении анализов принимала участие мл. научный сотрудник ВНИРО М. Н. Еремеева.

² В проектировании и монтаже установки на китобойной базе «Слава» принимали участие инженеры Гипрорыбпрома В. Д. Коваль и С. Н. Григорьев.

Таблица 1

Номер опыта	Дата проведения опытов	Печень—сырье		Жир			Всего ви- тамина А в млн. и. е. в печени и жире	После импульсного аппарата				Выход в %	
		количе- ство в кг	содержа- ние вита- мина А в млн. и. е. в 1 кг	количе- ство в кг	содержа- ние вита- мина А в млн. и. е. в 1 кг	кислотное число		количе- ство жира	содержание в жире витамина А в млн. и. е.		кислотное число жира	жира	витами- на А
									в 1 кг	всего			
Опыты с соленой печенью													
1	21/V 1957 г.	5,0	1,3	5,0	0,03	1,0	6,65	3,2	1,3	4,16	9,7	64	64
2	23/V 1957 г.	5,0	Не опре- деляли	5,0	0,03	1,0	—	4,39	1,7	7,46	4,5	87	—
3	28/VI 1957 г.	5,0	2,4	5,0	0,03	—	12,15	4,50	2,2	9,9	4,3	90	81
4*	18/VII 1957 г.	20,0	2,3	25,0	0,03	—	46,75	22,3	0,92	20,51	Не опреде- ляли	89	44
5	28/VIII 1957 г.	25,0	1,57	25,0	0,05	—	40,5	20,5	1,38	28,29	То же	82	71
Опыты со свежемороженой печенью													
6	11/VII 1957 г.	2,48	1,4	2,48	0,03	0,8	3,54	2,01	1,3	2,61	Не опреде- ляли	81	73
7	11/VIII 1958 г.	20,0	1,1	19,3	0,03	0,8	22,58	17,06	0,8	13,65	5,4	88	60
8	16/VIII 1958 г.	28,0	1,6	28,0	0,03	0,8	45,64	24,0	1,4	33,6	21,0	86	73,6
9	26/VIII 1958 г.	6,0	1,12	6,0	0,03	0,8	6,90	5,26	0,93	4,89	4,5	88	71

* Через импульсный аппарат массу пропускали один раз.

Температуру подогрева контролировали при помощи манометрического дистанционного термометра типа ТГ-270, кроме того, периодически (через 5 мин) температуру массы измеряли ртутным термометром. Для отделения белковой части жиропеченочную массу пропускали после нагревания через граковый сепаратор (ИСБ) 10 или супердекантатор типа Дс Лаваль 12. Сепарирование осуществлялось с добавлением морской горячей воды (80—85° С) при соотношении воды и массы 4:1 или 3:1. Витаминизированный жир окончательно очищали от примесей на сепараторе ИСА 11 и насосом 13 подавали в танк.

В условиях китобойной базы «Слава» были проведены опыты получения витаминизированного жира импульсным методом из свежей печени финвала. Результаты этой работы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер опыта	Печень		Жир			Всего витамина А в млн. и. е.	После импульсного аппарата и сепарирования				Выход в %	
	количество в кг	содержание вита- мина А в млн. и. е. в 1 кг	количество в кг	содержание вита- мина А в млн. и. е. в 1 кг	кислотное число		количество жира в кг	содержание витамина А в млн. и. е.		кислотное число жира	жира	витамина А
								в 1 кг	всего			
1	100	0,41	100	Не опре- деляли	0,3	41,0	60	0,39	23,4	1,80	60	57
2	150	0,90	150	То же	0,54	135	126	0,79	99,5	4,80	84	74
3	100	1,53	100	"	0,33	153	73	1,13	82,5	1,89	73	54
4	68	1,23	78	"	0,60	83	70	0,76	53,2	2,02	90	64
5	270	0,41	270	0,01.	Не опре- деляли	113,4	242,4	0,29	70,3	Не опре- деляли	90	61
6	185	0,68	185	0,01	То же	127,6	166,0	0,48	73,7	То же	89	62
7	181,5	0,68	180	0,01	"	125,2	170,0	0,51	86,7	"	94	69
8	190,0	0,51	173	0,01	"	98,6	162,0	0,41	66,4	"	93	67
9	185,0	0,52	175	0,01	"	97,9	159,0	0,39	62,0	"	91	63

Примечание. Опыты 1—4 проводили в сезон 1957—1958 г., остальные — в сезон 1958—1959 г. В опытах 2 и 4 использована не вполне доброкачественная печень (проба на H_2S^+).

Как видно из приведенных данных, выход жира при получении витамина А из свежей печени китов на полупромышленной установке составил в среднем 85%, а витамина А — около 64% от содержания его в сырье. Максимально витамина А было выделено 74%.

Установлено, что основные потери витамина А происходят с жиром, остающимся в белковой части печени. Количество печеночной граксы при обработке массы на супердекантаторе составляет около 25%, а при обработке на сепараторе ИСБ (на сетке) — в среднем около 35% от веса сырой печени. В печеночной граксе при влажности 56—64% содержится от 9,8 до 19,1% жира и от 340 до 670 и. е. витамина А в 1 г граксы. Таким образом, потери с печеночной граксой составляют: жира 3—8% и витамина А от 24 до 31% от их исходного содержания (в сырье). Потери с отходящими водами при сепарировании составляют: жира 1—4% и витамина А 0,7—2,2%.

Наблюдаемое в опытах значительное возрастание кислотных чисел витаминизированного жира по сравнению с исходным жиром следует объяснить большой продолжительностью процесса. Смесь печеночного фарша с жиром задерживалась перед сепарированием в течение 6—7 ч. Особенно сильно возрастает кислотное число жира при использовании задержанной печени (опыты 2 и 4). Цвет витаминизированного жира в отдельных партиях колебался от светло-коричневого до коричневого.

С целью получения жира с большим содержанием витамина А были поставлены четыре опыта при соотношении печени и жира 2:1. В этих случаях смесь печени и жира после импульсного аппарата представляла собой сметанообразную массу не расслаивающуюся при длительном выдерживании. Выход жира при обработке этой массы на сепараторе составил в среднем лишь 48,5%, а витамина А — 46% от их содержания в исходном сырье. Для более полной характеристики влияния механического импульса на выделение витамина А в жир, нами введен показатель — «переход» витамина А из печени в жир (количество витамина А в %, перешедшие из печени в жир). Расчет ведут по формуле:

$$x = \frac{b - c}{a} \cdot 100,$$

где:

- x — количество витамина А в %, перешедшее из печени в жир;
 c — содержание витамина А в исходном жире;
 a — содержание витамина А в общем количестве печени;
 b — содержание витамина А в жире после импульсного аппарата;
100 — коэффициент пересчета в проценты.

В наших опытах переход витамина А из печени в жир в процессе перемешивания и обработки фарша печени с жиром в импульсном аппарате, составил 69—98%, что свидетельствует о целесообразности использования импульсного метода для витаминизации жира.

Для выяснения вопроса сохранения витамина А в жире при транспортировке проводили наблюдение над опытными партиями полученного витаминизированного жира. Жир сливали в железные бочки емкостью 200 л, которые помещали на хранение в трюм китобойной базы при средней температуре в трюме 20° С. Для сравнения жир в стеклянных трехлитровых бутылках хранили в холодильных камерах при температурах 0 и —10° С. Как показали наблюдения (табл. 3), при длительном хранении

Таблица 3

Вид тары	Средняя температура в °С	Срок хранения в сутках	Содержание витамина А в и. е. в 1 г жира		Потери витамина А в %	Кислотное число жира КОН на 1 г		Увеличение кислотного числа мг КОН на 1 г жира
			в начале хранения	в конце хранения		в начале хранения	в конце хранения	
Железная бочка емкостью 200 л	20	152	390	300	23	1,89	2,11	0,22
	20	147	790	670	15	4,86	5,64	0,78
	20	112	1060	990	6	1,89	2,83	0,94
	20	40	890	740	17	1,56	2,17	0,61
	20	40	1110	880	20	4,17	5,21	1,04
Стеклянные бутылки емкостью 3 л	0	40	690	648	6	1,43	1,67	0,24
	—10	40	690	680	2	1,43	1,53	0,10

Примечание. 1—3 партии были получены в сезон 1957—1958 гг. 4—7 партии — в сезон 1958—1959 гг. В партии 5 витаминизированный жир получен из некондиционной печени.

(до 5 месяцев) жира в железных бочках потери витамина А не превышали 23%, а в среднем из всех опытов составили 16%. При хранении витаминизированного жира при температуре 0° С в течение 1½ месяцев витамином А практически сохраняется полностью. Кислотное число жира хранившегося в бочках возрастает на 0,2—0,9 мг КОН на 1 г жира.

ВЫВОДЫ

1. Способ механического импульса можно применять для выделения витамина А из печени китов с использованием жира в качестве жидкой среды, передающей импульсы. Этот способ особенно может быть рекомендован для переработки некондиционной печени в условиях непосредственно на судне.

2. В витаминизированном жире, получаемом способом механического импульса из печени антарктических китов, содержится витамина А от 300 до 2000 и. е. на 1 г жира.

Выход витамина А, полученного импульсным способом, не ниже, чем при гидролизе и составляет в среднем 70%.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мрочков К. А. Печень китов Антарктики как сырье для получения витамина А. Труды ВНИРО. Т. XXV. Пищепромиздат, 1953.
2. Мрочков К. А. Влияние условий антарктического промысла на качество китовой печени как сырья. «Рыбное хозяйство», 1959, № 4.
3. Переплетчик Р. Р. Комплексное использование печени кита. Сб. Китобойный промысел Советского Союза. Изд. журнала «Рыбное хозяйство», 1955.
4. Chayen I. H. Recovery of fat from fat containing material. Brit. Glues and Chemicals Ltd. Гарден Сити, Англия. Патент США 2635104, 14. 04. 53.

5. Chayen I. H. Separation and /or recovery of fat and/ or fatlike material from organic substances containing it them in cellular or similar systems (CCD processes Ltd) Канадский патент 509898, 8. 02. 55.
 6. Chayen I. H., Ashworth D. R. The application of impuls rendering to the animal fat industry. J. Applied Chemical, v. 3, 1953, N 12.
-