

597.98

Т 78

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР  
PEOPLE'S COMMISSARIAT OF FISHERIES OF THE USSR

ТРУДЫ ВСЕСОЮЗНОГО  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА  
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ОКЕАНОГРАФИИ  
ТОМ XV

TRANSACTIONS  
OF THE INSTITUTE OF MARINE  
FISHERIES AND OCEANOGRAPHY  
OF THE USSR  
VOL. XV

**СБОРНИК РАБОТ  
ПО ТЕХНОЛОГИИ  
РЫБНОГО И КИТОБОЙНОГО ПРОМЫСЛА**



**PAPERS**  
on the technology of fishery  
and whaling products



**ПИЩЕПРОМИЗДАТ**

МОСКВА

1940

ЛЕНИНГРАД

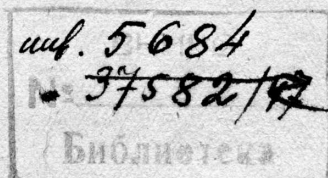
НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР  
PEOPLE'S COMMISSARIAT OF FISHERIES OF THE USSR

ТРУДЫ ВСЕСОЮЗНОГО  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА  
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ОКЕАНОГРАФИИ  
ТОМ XV

TRANSACTIONS  
OF THE INSTITUTE OF MARINE  
FISHERIES AND OCEANOGRAPHY  
OF THE USSR  
VOL. XV

СБОРНИК РАБОТ  
ПО ТЕХНОЛОГИИ  
РЫБНОГО И КИТОБОЙНОГО ПРОМЫСЛА

PAPERS  
on the technology of fishery  
and whaling products



ПИЩЕПРОМИЗДАТ

МОСКВА

1940

ЛЕНИНГРАД

## МАТЕРИАЛЫ К ВЕСОВОМУ И ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ КИТОВ

*И. И. Харьков*

### ON THE WEIGHT AND CHEMICAL COMPOSITION OF WHALES

*By J. Kharkof*

#### Введение

До Октябрьской революции в России неоднократно делались попытки организовать китобойный промысел, однако эти попытки были в общем мало удачны. Китобойный промысел организован в годы советской власти. В 1932 г. вступила в эксплуатацию 1-я советская китобойная флотилия в составе одной китобойной матки «Алеут» и трех китобойцев. С тех пор китобойный промысел у нас успешно развивается.

В отечественной литературе совершенно отсутствуют материалы по химическому составу китов; в иностранной литературе, имеющейся в нашем распоряжении, приведены лишь отрывочные сведения, характеризующие главным образом химический состав мяса.

Приводимые в настоящей работе материалы по весовому и химическому составу китов получены в результате исследования, проведенного Тихоокеанским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО).

Отбор проб для изучения химического состава китов производился по методике, разработанной автором. Им же, с участием ст. лаборанта Клейе Е. Ф., отобраны на китобойной матке «Алеут» пробы в количестве 1111 шт. Анализ этих проб произведен ст. лаборантами ТИНРО Калетиной Е. И., Коцюбинской О. П., Клейе Е. Ф. и др. Жировые анализы выполнены младшим научн. сотрудн. Борисовой М. Т. и ст. лаборантом Лаговской Е. А. Полученные материалы сведены в одно целое автором.

Основные виды сырья изучены на 20 китах. Состав подкожного сала из «условных мест» и константы жира определены на 40 экземплярах; таким образом исследованием охвачено 60 китов. Наиболее полно изучен химический состав финвала, кашалота, горбача и грейвала. Эти киты имеют основное промысловое значение.

Одновременно с определением химического состава китов проведена

исследовательская работа по технологии переработки китового сырья, результаты которой изложены в отдельной работе. С учетом полученных результатов исследования химического состава китов и технологии их переработки автором разработаны пути улучшения обработки китов. Основные рационализаторские предложения по этому вопросу опубликованы в журнале «Рыбное хозяйство» (№ 9 за 1937 г., № 3 за 1939 г.).

Киты входят в отряд китообразных Cetacea, объединяющий подотряд усатых китов *Mystacoceti*, и подотряд зубатых китов *Odontoceti*. Подотряд усатых китов состоит из одного семейства *Balaenidae*, включающего три подсемейства:

1. *Balaenopterinae* (киты полосатики). Из представителей этого подсемейства в работе приводится химический состав финвала *Balaenoptera physalus* L. и горбача *Megaptera nodosa* Bonaterre.

2. *Rhachianectinae*. Из этого подсемейства исследован серый кит (грейвал) *Rhachianectes glaucus* Cope.

3) *Balaeninae* (гладкие киты). Из этого подсемейства исследован японский кит *Balaena (Eubalaena) sieboldi*.

В подотряд *Odontoceti* входят несколько семейств. Из семейства кашалотовых *Physeteridae* изучен химический состав кашалота *Physeter catodon* L. (подсемейство *Physeterinae*) и bottленоса *Hyperoodon rostratus* Müller (род *Hyperoodon* Lacépède, подсемейство *Ziphiinae* клюворылы). Из семейства дельфиновых *Delphinidae* изучена косатка *Orca orca* (подсемейство настоящих дельфинов *Delphinidae*).

## Методика исследования химического состава китов

Киты — наиболее крупные из млекопитающих, вес их достигает 500 ц и выше. Отбор проб от такого крупного объекта во много раз сложнее и труднее, чем при исследовании рыб. Сложность изучения химического состава китов обуславливается еще и неоднородностью сырья.

**Кожа.** Для анализа кожа тщательно отделялась от сала. Взятая с разных мест кожа измельчалась и укладывалась в консервную банку. От каждого кита составлялась одна проба кожи.

**Подкожное сало.** Общая площадь пласта подкожного сала китов достигает до 150 м<sup>2</sup>. Химический состав такого пласта неодинаков. Для большей точности исследования подкожное сало разделялось на несколько отдельных участков, и от каждого участка отбиралась проба.

Разметка подкожного сала на отдельные участки производилась на ките. Для разметки производились разрезы вдоль туловища. Один разрез проводился по боку, второй — по спине, третий — по брюху, и, таким образом, подкожное сало с боковой поверхности делилось на нижнюю и верхнюю части. Головное подкожное сало кашалота делилось таким же способом.

Перпендикулярно к продольным разрезам проводились поперечные разрезы сала, в результате чего сало делилось на отдельные участки (рис. 1).

Сало спинного плавника и заанального утолщения финвала, кашалота и горбача также выделялось в самостоятельные участки. После разметки сала на участки на последних ставились номера путем соответствующего выреза полос кожи, затем сало снималось с кита.

Отбор проб сала производился от каждого участка в отдельности, после того как пласты сала подвешивались вертикально. Пробы отбирались в шахматном порядке, на расстоянии 20—30 см друг от друга.

При небольшой площади участка пробы брались на расстоянии 10—15 см. Вырезаемые пробы сала складывались в ящики с пронумерованными отделениями: в отделении № 1 складывалось сало с первого участка, во второе отделение ящика складывалось сало с участка № 2 и т. д.

Для составления средней пробы от каждого куска сала, полученного указанным образом, вырезалось по небольшому кусочку ровного сечения по всей его толщине. Кусочки сала с данного участка измельчались после отделения кожи и мяса, если последнее было на сале, как это имеет место на полосовом сале «брюшине» китов полосатиков. Измельченное сало укладывалось в пронумерованные консервные банки. Число проб равно числу участков подкожного сала.

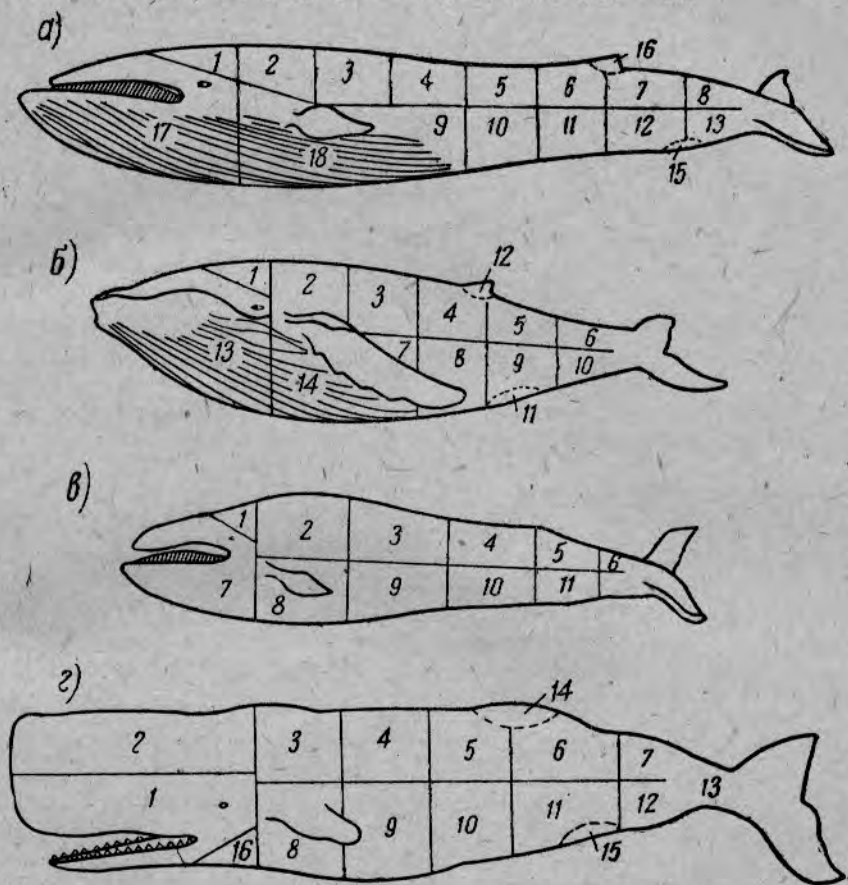


Рис. 1. а—финвал; б—горбач; в—серый кит (грейвал); г—кашалот

В связи с тем, что отбор проб для определения среднего химического состава сала является кропотливым, длительным и трудоемким процессом, было выбрано несколько условных мест, с которых бралось подкожное сало для химического исследования. Положение указанных мест на теле кита дано на рис. 2. У финвала и горбача сало бралось с четырех, а у остальных китов — с пяти условных мест.

В условных местах вырезалось по 2—3 кг сала; от последнего вырезались кусочки равного сечения по всей его толщине, измельчались и укладывались в банку.

Проба внутреннего сала отбиралась из разных мест кусочками по возможности равного веса. Затем последние измельчались и укладывались в консервную банку.

**Спермацетовое и челюстное сало.** Из 5—7 пунктов острым и тонким ножом вырезались кусочки сала по возможности равного веса и собирались прямо в консервную банку, чтобы избежать потери жидкой части.

**Кость.** От позвоночника брали от 8 до 15 проб в зависимости от его длины.

Для этого позвоночник разбивался на несколько участков длиной 80 или 100 см. От каждого участка выпиливалась по поперечному сечению пластина толщиной 2—3 см. От пластины выпиливались ручной

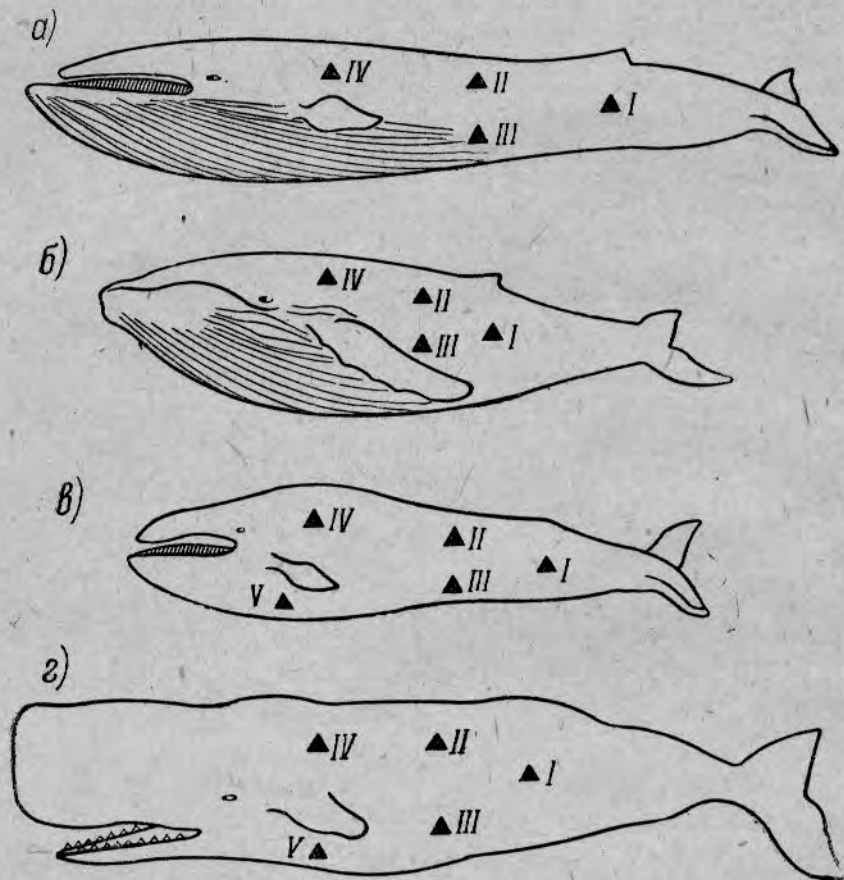


Рис. 2. Условные места для взятия проб подкожного сала: а—финвал; б—горбач; в—грейвал; г—кашалот

пилой три-четыре (в зависимости от величины поперечного сечения позвоночника) столбика кости равного поперечного сечения, длиной, равной толщине позвоночника. От отростков позвоночника также выпиливались пробы в количестве, пропорциональном весу самого позвоночника, затем кололись на отдельные небольшие кусочки, которые целиком укладывались в 1—2 консервных банки.

**Верхняя челюсть.** Кость верхней челюсти разбивалась на несколько участков равной длины, из которых выпиливались пластины по всей толщине кости. Выпиленные пластины делились на две равные части. От одной из половин пластины составлялась проба в виде небольших кусочков — столбиков равного сечения, выпиленных по всей толщине кости в количестве трех-шести штук; после дробления они укладывались в консервную банку.

**Нижняя челюсть.** Кость нижней челюсти разбивалась на 3—4 участка равной длины. От каждого участка выпиливалась пластина через

всю толщу кости. Из каждой пластины выпиливались столбики в количестве трех штук на равных расстояниях друг от друга, дробились и укладывались в консервную банку.

**Ребра.** От кита бралось по четыре ребра (через каждые два ребра). От каждого ребра, отступя на  $\frac{1}{3}$  длины от конца, выпиливались две пластинки равной ширины, кололись на отдельные кусочки, которые укладывались в банку.

**Хрящ.** Из хряща, взятого из разных мест, составлялась одна средняя проба.

**Мясо.** Спинное мясо делилось на две части равной длины. От каждой из этих частей вырезались (на равных расстояниях друг от друга) три пластины мяса по всей его толщине. Толщина пластины мяса — 1,5—2 см. От каждой пластины вырезались четыре узких ленты, которые измельчались, после чего отбиралась средняя проба мяса.

**Мясо с нижней стороны позвоночника.** Проба составлялась из четырех мест тем же путем, что и проба спинного мяса.

**Реберное мясо.** Проба бралась из 6—8 мест. У некоторых китов реберное мясо делится на две зоны, жирную и тощую. В этом случае составлялись две пробы, соответствующие этим двум зонам.

**Мясо с брюха.** Проба отбиралась из 6 разных мест. Кусочки мяса брались по возможности равного веса. После измельчения кусочков мяса отбиралась средняя проба.

**Внутренности.** Пробы внутренностей брались из разных мест равного веса, смешивались, измельчались и укладывались в консервную банку.

**Хвостовые лопасти.** На равных расстояниях друг от друга вырезались три куска хвостовой лопасти по всей ее толщине. От каждого куска вырезались три небольших кусочка, тоже на равных расстояниях друг от друга. Кусочки смешивались и измельчались после отделения кожи.

**Грудные плавники.** Проба составлялась тем же путем, что и проба от хвостовых лопастей. Пробы укладывались в однофунтовые плоские консервные банки; последние закатывались и стерилизовались в автоклаве при температуре 105—110° в течение 1,5—2 час.

## •Химический состав финвала

**Распространение финвала.** Районы нахождения финвалов в промысловых количествах следующие: 1) залив Кронцкой — с начала мая по ноябрь включительно; 2) Командорские о-ва — июль — август; 3) залив Олюторский — с середины июня по октябрь включительно; 4) залив Анадырский и Чукотское море — август и сентябрь.

**Добыча и размеры финвала.** За 20-летний период (с 1915 по 1934 г.) мировым промыслом добыто 419 323 кита, из них финвалов — 146 327 шт. или 35%. За тот же период Япония с колониями добыла 31 264 кита, из них финвалов — 9 022 шт., или 28,8%.

Главное количество финвалов добывается с мая по октябрь.

В табл. 1 приведены размеры промысловых самцов и самок финвалов.

**Вес финвала.** По размеру и весу финвал относится к группе крупных китов. Вес целого финвала и отдельных частей его представлен в табл. 2.

Относительный вес некоторых частей тела финвала колеблется в значительных пределах. Вес финвала с увеличением его длины резко возрастает. Так например, при длине финвала в 18,85 м вес равен почти 34 т, а при длине в 20,80 м вес достигает свыше 53 т.

**Длина добытых финвалов**  
(в м)

| Годы | Средняя длина |       | Максим. длина |       | Минималн. длина |       |
|------|---------------|-------|---------------|-------|-----------------|-------|
|      | Самки         | Самцы | Самки         | Самцы | Самки           | Самцы |
| 1933 | 18,63         | 18,25 | 21,20         | 20,0  | 7,85            | 13,82 |
| 1934 | 19,14         | 18,54 | 22,0          | 21,0  | 13,50           | 14,15 |
| 1935 | 18,66         | 17,94 | 21,15         | 20,12 | 12,0            | 11,67 |
| 1936 | 19,18         | 18,39 | 21,60         | 21,0  | 13,80           | 12,10 |

Таблица 2

**Вес отдельных частей тела финвала**

| № финвала                                   | 1            |              | 2           |                  | 3             |                   | 4             |                 | 5             |  | 6 |  |
|---------------------------------------------|--------------|--------------|-------------|------------------|---------------|-------------------|---------------|-----------------|---------------|--|---|--|
|                                             | Вес (в кг)   | Вес (в кг)   | Вес (в кг)  | Вес (в кг)       | % к общ. весу | Вес (в кг)        | % к общ. весу | Вес (в кг)      | % к общ. весу |  |   |  |
| Подкожное сало с кожей                      | 4 345        | 5 637        | 4 470       | 2 815            | 8,23          | 6 326             | 13,02         | 7 755           | 14,41         |  |   |  |
| Брюшина . . . . .                           | 3 510        | 5 685        | 7 660       | 3 702            | 10,90         | 5 180             | 10,66         | 5 516           | 10,25         |  |   |  |
| Язык . . . . .                              | 921          | 1 621        |             | 956              | 2,81          | 1 558             | 3,20          | 1 830           | 3,40          |  |   |  |
| Голова . . . . .                            | —            | —            | 13 840      | 3 314            | 9,75          | 1 647             | 3,38          | 2 055           | 3,82          |  |   |  |
| Нижняя челюсть . . . . .                    | —            | —            |             | 1 292            | 3,80          | 1 161             | 2,40          | 1 322           | 2,46          |  |   |  |
| Позвоночник . . . . .                       | —            | —            | 3 424       | 10,08            | 5 483         | 11,28             | 6 116         | 11,37           |               |  |   |  |
| Ребра с мясом . . . . .                     | —            | —            | 3 711       | 10,95            | 1 356         | 2,79              | 1 480         | 2,75            |               |  |   |  |
| Мясо . . . . .                              | —            | —            | 11 290      | 33,21            | 22 511        | 46,32             | 23 700        | 44,06           |               |  |   |  |
| Грудн. плавники . . . . .                   | —            | —            | —           | —                | 97            | 0,2               | 110           | 0,2             |               |  |   |  |
| Хвостовые лопасти . . . . .                 | —            | —            | —           | 240              | 0,71          | —                 | —             | —               | —             |  |   |  |
|                                             |              |              |             | Без мяса         |               |                   |               |                 |               |  |   |  |
| Ус с мясом . . . . .                        | —            | —            | —           | 151              | 0,44          | 496               | 1,02          | 516             | 0,96          |  |   |  |
| Печень . . . . .                            | —            | —            | —           | —                | —             | 371               | 0,76          | 578             | 0,7           |  |   |  |
| Сердце . . . . .                            | —            | —            | —           | 161              | 0,47          | 142               | 0,3           | 148             | 0,27          |  |   |  |
| Зародыш . . . . .                           | —            | —            | —           | —                | —             | —                 | —             | 457,5           | 0,85          |  |   |  |
| Прочие внутренности . . . . .               | —            | —            | —           | 2 940            | 8,64          | 2 272             | 4,67          | 2 419           | 4,5           |  |   |  |
| <b>Всего . . . . .</b>                      | <b>—</b>     | <b>—</b>     | <b>—</b>    | <b>33 996</b>    | <b>100,0</b>  | <b>48 600</b>     | <b>100,0</b>  | <b>53 800,5</b> | <b>100,0</b>  |  |   |  |
| Длина финвала (в м) . . . . .               | 17,52        | 20,32        | 20,50       | 18,85            |               | 19,90             |               | 20,80           |               |  |   |  |
| Толщина сала в условном месте № 1 . . . . . | 11,5 см      | 8,3          | 6,0         | 6,0              |               | 6,5               |               | 7,0             |               |  |   |  |
| Пол . . . . .                               | Самка        | Самка        | Самка       | Самец            |               | Самка             |               | Самка           |               |  |   |  |
| Район добычи . . . . .                      | Зал.         | Кроноцк.     |             | Командорск. о-ва |               | р-н бухты Наталья |               | Зал. Корфа      |               |  |   |  |
| Дата . . . . .                              | Июль 1935 г. | Июль 1935 г. | Май 1934 г. | Июнь 1936 г.     |               | Август 1933 г.    |               | Август 1933 г.  |               |  |   |  |



## 1. Кожа

Толщина кожи равна 2—3 мм. Кожа непрочная, легко рвется и непригодна в качестве кожсырья (табл. 3).

Химический состав кожи  
(в %)

Таблица 3

| Наименование                      | Влага       | Жир       | Белок       | Зола      |
|-----------------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| Колебание по 6 финвалам . . . . . | 64,93—70,69 | 4,86—7,68 | 21,42—25,51 | 1,21—1,80 |
| Среднее . . . . .                 | 69,0        | 6,36      | 23,06       | 1,39      |

## II. Сало

Подкожное сало. Подкожное сало можно разделить на две группы, отличные по консистенции и химическому составу. К первой группе относится сало под гладкой кожей, ко второй — полосовое сало, расположенное вдоль туловища на брюшной стороне тела финвала и называемое в практике «брюшиной».

Сало обоих видов имеет белый цвет, плотность его различна. Сало, расположенное по бокам около хвостового стебля и на спине на параллели грудных плавников, имеет более твердую консистенцию. Сало полосовое имеет полутвердую консистенцию, оно значительно мягче, но вместе с этим труднее поддается механическому воздействию, например, резке или разрыву.

Сало, расположенное на боку, у хвостового стебля, и спинное сало на параллели грудных плавников имеет меньшую толщину. Более толстый слой сала находится около спинного плавника. Толщину сала принято измерять в условном месте — сбоку, на параллели спинного плавника (см. рис. 2-а). Это условное место дальше обозначается № 1. Толщина сала в условном месте № 1 дана в табл. 4.

Толщина подкожного сала в условном месте № 1  
(в см)

Таблица 4

| 1935 г.              | Самцы   |              |             | Самки   |              |             | Самцы и самки |
|----------------------|---------|--------------|-------------|---------|--------------|-------------|---------------|
|                      | Средняя | Максимальная | Минимальная | Средняя | Максимальная | Минимальная | Средняя       |
| Май . . . . .        | 5,93    | 7,5          | 4,0         | 7,43    | 10,0         | 5,9         | 6,96          |
| Июнь . . . . .       | 6,47    | 12,0         | 4,8         | 7,0     | 11,5         | 3,8         | 6,71          |
| Июль . . . . .       | 6,9     | 8,9          | 5,0         | 6,6     | 11,5         | 3,3         | 6,73          |
| Август . . . . .     | 7,26    | 9,7          | 5,0         | 7,91    | 10,2         | 5,5         | 7,65          |
| Сентябрь . . . . .   | 7,44    | 8,5          | 5,6         | 8,0     | 13,7         | 5,5         | 7,83          |
| Октябрь . . . . .    | 6,18    | 8,7          | 4,7         | 8,17    | 11,8         | 5,3         | 7,17          |
| Ноябрь . . . . .     | 7,31    | 9,5          | 5,7         | 6,96    | 9,0          | 5,4         | 7,22          |
| Май—Ноябрь . . . . . | 6,7     | 12,0         | 4,0         | 7,46    | 13,7         | 3,3         | 7,08          |

Толщина слоя сала у самок, за исключением кормящих, больше, чем у самцов. Беременные самки имеют наиболее толстый слой сала. Сред-

няя толщина сала самцов и самок за вторую половину сезона лова несколько больше, чем за первую. Средняя годовая толщина сала в условном месте № 1 около 7 см.

Проверка толщины слоя сала в трех других условных местах финвала, взятых согласно рис. 2-а, дала результаты, указанные в табл. 71.

Толщина сала в разных местах тела финвала неодинакова, определенной закономерности в изменении толщины слоя сала не наблюдается.

Химический состав сала. Подкожное сало разбивалось на отдельные участки (см. рис. 1-а), из которых производился отбор проб. Результаты химического анализа сала приведены в табл. 5. Содержание жира по участкам подкожного сала в более наглядном виде представлено на рис. 3.

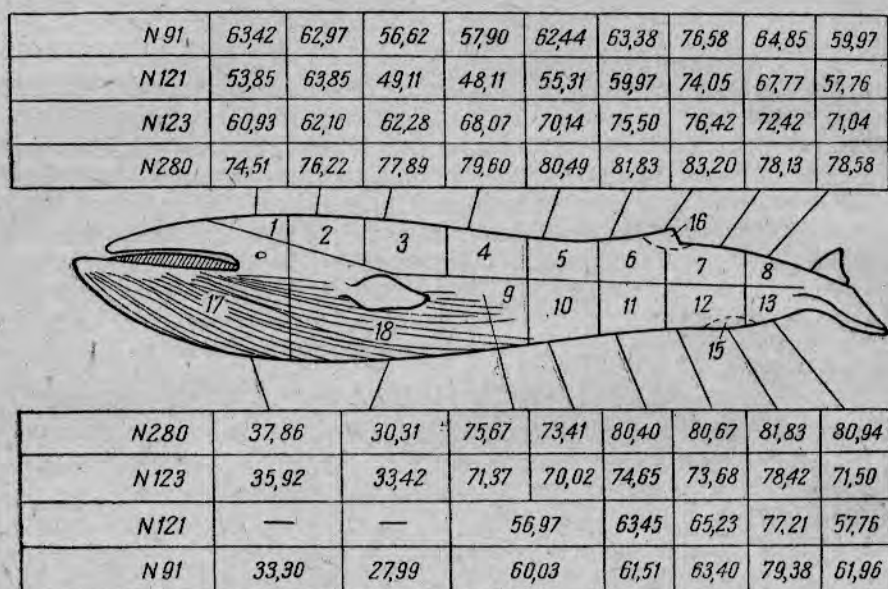


Рис. 3. Содержание жира (в %) в подкожном сале финвала по отдельным участкам

Химический состав подкожного сала одного и того же кита неодинаков. У более упитанных финвалов (№ 123 и 280, см. рис. 3) жирность сала возрастает по направлению от головы к спинному плавнику. От этого плавника к хвостовому стеблю жирность сала понижается. В спинном плавнике и заанальном утолщении содержится наибольшее количество жира.

У менее жирных финвалов № 91 и 121 жирность сала колеблется значительно больше, чем у более жирных: у финвала № 91 от 56,62 до 79,38%; у финвала № 121 — от 48,11 до 77,21%; у более жирных финвалов № 123 — от 60,93 до 78,42%, № 280 — от 73,41 до 83,20%.

Следовательно, при падении упитанности финвала жирность сала уменьшается неравномерно; при нагуле же она увеличивается быстрее всего на участках с пониженной жирностью.

Приведенные данные показывают, что средний химический состав сала, находящегося под гладкой кожей, колеблется в очень широких пределах.

Таблица 5

**Химический состав сала  
(в %)**

| Наименование                     | № финвала | № участка подкож. сала (см. рис. 1) | Влага       | Жир         | Сухой остаток |
|----------------------------------|-----------|-------------------------------------|-------------|-------------|---------------|
| Подкожное сало под гладкой кожей | 280       | 1                                   | 17,22       | 74,51       | 8,27*)        |
|                                  |           | 2                                   | 16,97       | 76,22       | 6,77          |
|                                  |           | 3                                   | 16,07       | 77,89       | 6,04*)        |
|                                  |           | 4                                   | 13,61       | 79,60       | 6,69          |
|                                  |           | 5                                   | 12,78       | 80,49       | 6,73*)        |
|                                  |           | 6                                   | 13,88       | 81,83       | 4,29*)        |
|                                  |           | 7                                   | 14,69       | 78,13       | 7,07          |
|                                  |           | 8                                   | 14,45       | 78,58       | 6,94          |
|                                  |           | 9                                   | 17,52       | 75,67       | 6,81*)        |
|                                  |           | 10                                  | 17,95       | 73,41       | 8,53          |
|                                  |           | 11                                  | 15,16       | 80,40       | 4,44*)        |
|                                  |           | 12                                  | 13,58       | 80,67       | 5,85          |
|                                  |           | 13                                  | 13,80       | 80,94       | 5,26*)        |
|                                  |           | 15                                  | 12,81       | 81,83       | 5,36*)        |
|                                  |           | 16                                  | 12,15       | 83,20       | 4,65*)        |
|                                  |           | Среднее . . . . .                   | 280         | 1—16        | 14,97         |
| „ . . . . .                      | 134       | 1—16                                | 17,58       | 74,45       | 7,80          |
| „ . . . . .                      | 123       | 1—16                                | —           | 69,32       | —             |
| „ . . . . .                      | 121       | 1—16                                | 29,45       | 58,25       | 12,30*)       |
| „ . . . . .                      | 91        | 1—16                                | 27,12       | 62,32       | 10,48         |
| Колебания средн. состава         | —         | —                                   | 14,97—29,45 | 58,25—78,70 | 6,26—12,30    |

Сало полосовое (брюшина) содержит значительное количество мяса, прочно соединенного с салом. Толщина слоя мяса на сале от туловища к нижней челюсти увеличивается от 2 до 30 см, а иногда и выше. Считают, что количество мяса равно 50—60% веса брюшины. Наш косвенный метод, заключающийся в отборе проб в определенном порядке через известные промежутки, с вырезкой кусочков сала равного сечения по всей его толщине вместе с мясом, показал вес мяса, отделенного от сала, равным 52,4—54,3% (табл. 6).

Таблица 6

**Содержание мяса в „брюшине“**

| № кита | Наименование             | Вес (в кг) | %/о к общ. весу (округло) | В %   |       | Средний %/о |        |
|--------|--------------------------|------------|---------------------------|-------|-------|-------------|--------|
|        |                          |            |                           | Сало  | Мясо  | Сало        | Мясо   |
| 123    | Полосовое сало, уч. № 17 | 3 960      | 68                        | 40,40 | 59,60 | } 47,6      | } 52,4 |
|        | То же № 18 . . . . .     | 1 720      | 32                        | 63,0  | 37,0  |             |        |
| 124    | Полосовое сало, уч. № 17 | 2 476      | 70                        | 37,2  | 62,8  | } 45,7      | } 54,3 |
|        | То же № 18 . . . . .     | 1 034      | 30                        | 65,4  | 34,6  |             |        |

\*) Данные, помеченные звездочкой, во всех таблицах определены по разности.

Химический состав полосового сала дается в табл. 7, мяса с него — в табл. 15.

Таблица 7

Химический состав полосового сала  
(в %)

| № финвала | Полосовое сало, уч. № 17 |       |            | Полосовое сало, уч. № 18 |       |            |
|-----------|--------------------------|-------|------------|--------------------------|-------|------------|
|           | Влага                    | Жир   | Сухой ост. | Влага                    | Жир   | Сухой ост. |
| 34        | 38,52                    | 42,23 | 19,25 *)   | 41,80                    | 36,77 | 21,48      |
| 91        | 46,77                    | 33,30 | 19,93 *)   | 50,96                    | 27,99 | 20,15 *)   |
| 123       | —                        | 35,92 | —          | —                        | 33,42 | —          |
| 280       | 45,03                    | 37,86 | 17,11 *)   | 50,59                    | 30,31 | 19,10 *)   |

Сравнивая данные табл. 5 и 7, мы находим, что полосовое сало содержит значительно меньше жира, чем сало под гладкой кожей. Полосовое сало, расположенное под нижней челюстью, имеет больше жира, чем то же сало, расположенное на туловище — от головы до пупа.

Внутреннее сало обладает мягкой консистенцией, оно легко поддается разрыву и сдавливанию.

Из всех видов сала внутреннее содержит наибольшее количество жира (табл. 8).

Таблица 8

Химический состав внутреннего сала  
(в %)

| Наименование                                  | № финвала | Влага      | Жир         | Сухой остаток (по разности) |
|-----------------------------------------------|-----------|------------|-------------|-----------------------------|
| Внутреннее сало, покрывающее сердце . . . . . | 34        | 16,52      | 81,91       | 1,57                        |
| Внутреннее сало, покрывающее кишки . . . . .  | 34        | 16,24      | 79,37       | 4,39                        |
| Внутреннее сало . . . . .                     | 40        | 9,62       | 89,44       | 0,94                        |
| " . . . . .                                   | 41        | 10,46      | 88,01       | 1,53                        |
| " . . . . .                                   | 370       | 6,27       | 93,05       | 0,68                        |
| Колебание . . . . .                           | —         | 6,27—16,52 | 79,37—93,05 | 0,68—4,39                   |

Химический состав сала из условных мест. Отбор проб сала из условных мест (см. рис. 2-а) является делом несложным и нетрудоемким, поэтому сало могло быть проанализировано от 28 финвалов. (Результаты анализа сала из условных мест могут дать известное представление об изменении химического состава сала. Вначале сало анализировалось с одного условного места, впоследствии количество условных мест было увеличено до четырех). Результаты анализа приведены в табл. 71.

Химический состав сала из условных мест колеблется в очень широких пределах. Так, например, содержание жира в сале колеблется в 1-м усл. месте от 57,3 до 83,95, во 2-м — от 55,88 до 80,23, в 3-м от 62,65 до 75,46 и в 4-м от 59,33 до 71,22%.

Сало самок жирнее, чем сало самцов; финвалы, добытые осенью, бо-

лее упитаны. У таких финвалов состав сала из различных условных мест более однороден.

Как правило, содержание жира в сала хвостовой части (из первого условного места) наиболее высокое.

### III. Язык

Внешняя окраска языка серовато-синяя, в разрезе он белого цвета. Язык обладает мягкой консистенцией, но трудно поддается разрыву и резке (табл. 9).

Таблица 9  
Химический состав языка (отделенного от мяса)  
(в %)

| Наименование                   | № финвала | Влага | Жир   | Сухой остаток |
|--------------------------------|-----------|-------|-------|---------------|
| Язык . . . . .                 | 34        | 18,61 | 73,41 | 7,98          |
| " . . . . .                    | 41        | 32,83 | 61,38 | 5,79          |
| Язык, передняя часть . . . . . | } 91      | 32,47 | 60,68 | 7,05          |
| " задняя " . . . . .           |           | 32,90 | 59,84 | 7,26          |
| Язык . . . . .                 | 123       | —     | 73,03 | —             |
| Язык, передняя часть . . . . . | } 280     | 31,30 | 63,22 | 5,48          |
| " задняя " . . . . .           |           | 11,32 | 83,37 | 5,01          |

Примечание. По жирности язык близок к подкожному салу, находящемуся под гладкой кожей.

### IV. Кости

Позвоночник. Костная ткань позвоночника пористая и хрупкая. Позвонки шейные и грудные тверже, чем остальные за исключением нескольких позвонков у хвоста. Для анализа позвоночник разбивался на несколько участков одинаковой длины.

Из данных табл. 10 мы видим, что химический состав позвоночника одного и того же финвала неодинаков. Так например, содержание жира в позвоночнике финвала № 132 колеблется от 10,91 до 53,24%, у финвала № 280 от 6,17 до 52,85%.

Таблица 10  
Химический состав позвоночника  
(в %)

| № финвала | № участ. позвоночников от хвоста к голове | Влага | Жир   | Белок   | Зола  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|-----------|-------------------------------------------|-------|-------|---------|-------|-------------------------------|
| 280       | 1                                         | 12,22 | 43,59 | 12,80   | 31,08 | } 12,86                       |
|           | 2                                         | 7,60  | 49,20 | 12,96*) | 30,24 |                               |
|           | 3                                         | 7,24  | 52,85 | 13,10   | 26,67 | } 12,14                       |
|           | 4                                         | 8,43  | 46,53 | 16,00*) | 29,04 |                               |
|           | 5                                         | 7,39  | 48,12 | 13,68   | 30,58 | } 14,62                       |
|           | 6                                         | 7,87  | 49,20 | 12,94   | 29,99 |                               |
|           | 7                                         | 8,64  | 43,12 | 16,62   | 31,61 | } 11,64                       |
|           | 8                                         | 8,38  | 44,50 | 16,03*) | 31,09 |                               |

| № финвала     | № участ. позвоночн-ков от хвоста к голове | Влага      | Жир         | Белок      | Зола        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|---------------|-------------------------------------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------------------------|
|               | 9                                         | 13,00      | 32,75       | 17,99      | 36,47       | } 14,56                       |
|               | 10                                        | 18,49      | 31,57       | 16,37      | 33,57       |                               |
|               | 11                                        | 31,19      | 15,0        | 19,97      | 33,75       | } 14,88                       |
|               | 12                                        | 33,42      | 10,05       | 21,18*)    | 35,35       |                               |
|               | 13                                        | 34,67      | 8,67        | 20,73      | 35,97       | } 13,52                       |
|               | 14                                        | 35,86      | 6,17        | 21,5*)     | 36,41       |                               |
| Среднее . . . | 1—14                                      | 16,74      | 34,38       | 16,57      | 32,27       | 13,46                         |
| Колебание     |                                           |            |             |            |             |                               |
| 132 . . .     | 1—14                                      | 7,67—37,08 | 10,91—55,24 | 9,56—16,90 | 27,01—35,99 | 11,52—15,56                   |
| Среднее 132   | 1—14                                      | 18,17      | 36,47       | 13,58      | 31,64       | 13,53                         |

Вес отдельных участков позвоночника финвала, а также горбача и грейвала может колебаться сравнительно в небольших пределах. Поэтому среднее арифметическое значение химического состава позвоночника будет близко к среднему составу. Это допущение более приложимо к хвостовой и головной частям позвоночника, химический состав которых колеблется в значительно более узких пределах, чем это имеет место по всему позвоночнику (табл. 11).

Таблица 11

**Средний состав хвостовой и головной частей позвоночника  
(в %)**

| Наименование                                | № финвала | Влага | Жир   | Белок   | Зола  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|---------------------------------------------|-----------|-------|-------|---------|-------|-------------------------------|
| Средний состав хвостовой части позвоночника | 280       | 9,92  | 44,14 | 14,85   | 31,03 | 13,16                         |
|                                             | 132       | 11,32 | 45,58 | 12,41   | 30,54 | 13,54                         |
|                                             | 121       | 16,47 | 42,54 | 15,38*) | 25,61 | —                             |
|                                             | 91        | 15,23 | 39,91 | 14,03*) | 30,83 | —                             |
| Средний состав головной части позвоночника  | 280       | 33,78 | 9,97  | 20,86   | 35,37 | 14,20                         |
|                                             | 132       | 35,31 | 13,67 | 16,67   | 34,38 | 13,58                         |
|                                             | 121       | 41,08 | 11,99 | 18,32*) | 28,61 | —                             |
|                                             | 91        | 33,70 | 8,96  | 17,79*) | 35,55 | —                             |

Хвостовая часть позвоночника длиной около 75—85% от всей длины позвоночника содержит жира от 39,91 до 45,58%. Головная же часть позвоночника содержит всего от 8 до 14% жира.

Нижняя челюсть. Кость этой челюсти в поперечном сечении имеет овальную форму.

Верхняя челюсть. В передней части челюсти кость имеет дугообразную форму, ее толщина равна 2—4 см. К концу челюсти форма кости резко меняется, и ее толщина достигает до 80 см и выше.

Химический состав нижней челюсти  
(в %)

| Наименование                 | № финвала | Влага | Жир   | Белок   | Зола  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|------------------------------|-----------|-------|-------|---------|-------|-------------------------------|
| Кость передней части . . .   | 280       | 13,70 | 34,22 | 15,21   | 36,05 | 15,34                         |
| Кость промежуточ. части      |           | 11,81 | 40,52 | 16,50*) | 31,17 |                               |
| То же . . . . .              |           | 11,46 | 44,28 | 14,67*) | 29,59 |                               |
| Кость задней части . . . . . |           | 11,00 | 48,09 | 10,17   | 30,62 |                               |
| Кость нижней челюсти . . .   | 121       | 20,80 | 34,91 | 13,75   | 30,54 | 13,18                         |
| То же . . . . .              | 91        | 18,23 | 39,32 | 12,72*) | 29,73 | 10,94                         |
| " . . . . .                  | 34        | 11,45 | 37,27 | 15,56*) | 35,72 | 15,26                         |
| Среднее . . . . .            | —         | 14,06 | 39,80 | 14,08   | 31,92 | 13,68                         |

Челюсть финвала № 280 была разбита для анализа на четыре части равной длины. По остальным финвалам отобрана одна проба от всей челюсти. Результаты анализа приведены в табл. 12 и 13. Из таблицы 13

Таблица 13

Химический состав кости верхней челюсти  
(в %)

| Наименование                       | № финвала | Влага       | Жир         | Белок       | Зола        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|------------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| Кость верхней челюсти . . . . .    | 280       | 12,15       | 39,83       | 18,90       | 28,70       | 14,06                         |
| То же, промежуточ. часть . . . . . |           | 12,35       | 49,10       | 12,20*)     | 26,35       | —                             |
| То же . . . . .                    |           | 12,34       | 48,90       | 14,18       | 24,11       | 8,10                          |
| То же, задняя часть                |           | 11,16       | 45,57       | 14,46       | 28,03       | 10,52                         |
| Кость верхней челюсти . . . . .    | 121       | 20,99       | 40,64       | 10,92*)     | 27,45       | —                             |
| То же . . . . .                    | 91        | 20,35       | 35,83       | 13,1        | 30,72       | —                             |
| " . . . . .                        | 34        | 17,30       | 43,67       | 12,0        | 26,35       | —                             |
| Колебание . . . . .                | —         | 11,16—20,99 | 35,83—49,10 | 10,92—18,90 | 24,11—30,68 | 8,10—14,06                    |

мы видим, что кость содержит значительное количество жира 35,83—49,10%. Содержание жира по направлению от переднего конца челюсти к заднему увеличивается, в то же время количество влаги остается почти одинаковым (финвал № 280).

Ребра. Для химического анализа бралось от каждого финвала по 4 ребра (табл. 14).

#### V. Мясо

Мясо имеет крупноволокнистое строение и темнокрасный цвет. Мясо детенышей более светлого оттенка.

**Химический состав ребер, лопатки и хряща**  
(в %)

| Наименование                 | № финвала     | Влага       | Жир         | Белок       | Зола        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| Ребра . . . . .              | 34,91,280     | 15,35—20,32 | 21,97—26,13 | 18,25—20,32 | 37,96—40,06 | 16,74—16,82                   |
| Среднее . . . . .            | —             | 17,50       | 24,13       | 19,42       | 38,79       | 16,78                         |
| Лопатка . . . . .            | 91            | 15,02       | 17,19       | 22,23*)     | 45,56       | 13,14                         |
| Хрящ верхней челюсти, средн. | 34,91,121,280 | 74,68       | 2,32        | 20,18       | 2,57        | —                             |

Спинное мясо нами разбивалось на переднюю и заднюю части; граница между ними проходит по середине тела.

Резкой разницы в химическом составе головной и хвостовой части спинного мяса не наблюдается.

У некоторых финвалов верхний слой мяса заметно отличается от основной массы его, так как он пронизан волокнами жировой ткани. В таком мясе содержится до 23,85% жира и соответственно понижается влага и белок (табл. 15).

**Химический состав мяса**  
(в %)

| Наименование                       | Колич. экзempl. | Влага       | Жир         | Белок       | Зола      |
|------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| Спинное мясо головной части        |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . . .   | По 9 финвалам   | 65,91—75,80 | 1,57—11,59  | 18,81—22,25 | 0,99—2,56 |
| Среднее . . . . .                  |                 | 72,47       | 5,22        | 20,80       | 1,38      |
| Спинное мясо хвостовой части       |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . . .   | То же           | 66,21—76,60 | 1,74—11,13  | 20,20—22,52 | 0,42—2,15 |
| Среднее . . . . .                  |                 | 72,29       | 5,35        | 21,13       | 1,28      |
| Мясо с нижней стороны позвоночника |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . . .   | "               | 66,82—76,98 | 1,11—11,58  | 19,64—22,43 | 0,90—2,38 |
| Среднее . . . . .                  |                 | 73,05       | 4,71        | 20,60       | 1,56      |
| Реберное мясо                      |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . . .   | По 2 финвалам   | 40,51—64,54 | 10,02—45,82 | 18,67—24,37 | 0,53—0,97 |
| Мясо с языка                       |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . . .   | По 4 финвалам   | 66,69—76,97 | 2,85—12,90  | 18,32—19,11 | 1,30—1,46 |
| Среднее . . . . .                  |                 | 72,19       | 7,66        | 18,73       | 1,38      |



| Наименование                 | Колич. экзempl. | Влага       | Жир        | Белок       | Зола      |
|------------------------------|-----------------|-------------|------------|-------------|-----------|
| Мясо с полосового сала       |                 |             |            |             |           |
| Колебание хим. состава . . . | То же           | 67,94—73,08 | 4,48—10,84 | 19,70—23,13 | 0,98—1,58 |
| Среднее . . . . .            |                 | 70,09       | 7,77       | 20,89       | 1,23      |

Мясо с нижней стороны позвоночника имеет почти тот же химический состав, что и спинное.

Реберное мясо. Мясо на ребрах неоднородно по своей жирности, максимальное содержание жира может доходить до 45% и выше.

Мясо с языка и полосового сала имеет химический состав, близкий к туловищному мясу.

### VI. Внутренности

Внутренности, за исключением желудка, содержат небольшое количество жира (табл. 16).

Химический состав внутренностей  
(в %)

Таблица 16

| Наименование                 | Колич. экзempl. | Влага       | Жир         | Белок       | Зола      |
|------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| Сердце                       |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . | По 5 фин-валам  | 77,35—80,23 | 1,94— 3,55  | 16,32—17,80 | 1,27—1,50 |
| Среднее . . . . .            |                 | 78,77       | 2,67        | 17,20       | 1,38      |
| Легкие                       |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . | То же           | 78,21—79,23 | 1,39— 3,49  | 16,53—18,72 | 0,92—1,76 |
| Среднее . . . . .            |                 | 78,71       | 2,14        | 17,61       | 1,45      |
| Печень                       |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . | "               | 66,62—74,78 | 2,08— 9,19  | 18,32—23,20 | 1,24—1,66 |
| Среднее . . . . .            |                 | 70,93       | 6,47        | 20,79       | 1,42      |
| Кишки                        |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . | По 4 фин-валам  | 77,42—81,52 | 1,47— 4,07  | 14,57—17,14 | 1,30—1,54 |
| Среднее . . . . .            |                 | 80,32       | 2,64        | 15,66       | 1,38      |
| Желудок                      |                 |             |             |             |           |
| Колебание хим. состава . . . | То же           | 20,10—41,49 | 47,21—76,01 | 3,56—10,62  | 0,33—0,82 |
| Среднее . . . . .            |                 | 30,44       | 62,72       | 6,67        | 0,61      |

Высокая жирность желудка обусловлена наличием жирового слоя, неравномерного по толщине.

## VII. Хвостовые лопасти и грудные плавники

Хвостовые лопасти по сравнению с грудными плавниками содержат больше жира. Содержание белка в них очень высокое (табл. 17).

Химический состав конечностей  
(в %)

Таблица 17

| Наименование                | № финвала | Влага | Жир   | Белок | Зола |
|-----------------------------|-----------|-------|-------|-------|------|
| Хвостовые лопасти . . . . . | 95        | 48,14 | 24,74 | 27,06 | 0,54 |
| То же . . . . .             | 452       | 52,82 | 15,77 | 30,97 | 0,54 |
| Грудные плавники . . . . .  | 452       | 63,87 | 2,64  | 30,65 | 2,40 |

## VIII. Физико-химические свойства жиров финвала

Изучению химического состава различных тканей и органов тела финвала сопутствовало исследование физических и химических свойств жиров.

Жиры подкожного и внутреннего сала и языка. Физические и химические свойства этих жиров приведены в табл. 18, откуда видно, что константы жира одного и того же кита неодинаковы. Сравнивая константы различных жиров, мы находим, что жир внутреннего сала (финвал № 34) обладает более высоким иодным числом по сравнению с жиром подкожного сала и языка.

Таблица 18

Физические и химические свойства жиров из сала и языка

| Наименование                                               | № финвала | № участка подк. сала | Кислотн. число      | Число омыления  | Иодное число    | Ре-фракция 25°   | Удельный вес     |
|------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Жир подкожного сала под гладкой кожей с отдельных участков | 91        | 1                    | 2,60                | 182,6           | 88,35           | 1,4700           | 0,9073           |
|                                                            | 91        | 2                    | 0,20                | 182,5           | 88,21           | 1,4702           | —                |
|                                                            | 91        | 3                    | 0,22                | 179,8           | 85,57           | 1,4701           | —                |
|                                                            | 91        | 4                    | 0,19                | 180,6           | 84,30           | 1,4699           | —                |
|                                                            | 91        | 5                    | 0,38                | 178,3           | 90,92           | 1,4704           | —                |
|                                                            | 91        | 6                    | 0,23                | 178,8           | 90,55           | 1,4708           | —                |
|                                                            | 91        | 7                    | 0,19                | 179,8           | 92,82           | 1,4709           | —                |
|                                                            | 91        | 8 и 13               | 0,23                | 182,0           | 86,02           | 1,4699           | —                |
|                                                            | 91        | 9                    | 0,19                | 181,6           | 93,16           | 1,4707           | —                |
|                                                            | 91        | 10                   | 0,18                | 180,0           | 88,59           | 1,4699           | —                |
|                                                            | 91        | 11                   | 0,21                | 180,8           | 91,86           | 1,4708           | —                |
|                                                            | 91        | 12                   | 0,24                | 180,0           | 87,71           | 1,4701           | —                |
| Жир подкожного сала под гладкой кожей                      | 91        | 15                   | 0,23                | 181,2           | 89,96           | 1,4708           | —                |
|                                                            | 91        | 16                   | 0,24                | 180,2           | 88,34           | 1,4702           | 0,9070           |
|                                                            | 91        | 1—16                 | 0,28—0,33<br>(2,64) | 178,8<br>—182,6 | 84,30<br>—91,16 | 1,4629<br>1,4709 | 0,9070<br>0,9073 |
|                                                            | 121       | 1—16                 | 0,20—0,63           | 183,7—189,2     | 100,2—110,7     | 1,4700           | —                |
|                                                            | 34        | 1—16                 | 0,15—0,26           | 185,1—188,5     | 100,1—110,1     | 1,4717           | —                |
|                                                            | 34        | 1—16                 | 0,15—0,26           | 185,1—188,5     | 100,1—110,1     | 1,4709           | 0,9130           |
|                                                            | 121       | 17—18                | 0,54                | 185,0           | 100,7           | 1,4720           | —0,9133          |
|                                                            | 91        | 17—18                | 0,28                | 180,8           | 83,9            | 1,4692           | —                |
|                                                            | 34        | 17—18                | 0,27                | 187,3           | 96,5            | 1,4702           | —                |
|                                                            | 34        | —                    | 0,19                | 185,3           | 131,5           | 1,4765           | 0,9176           |
| Околосердечное сало                                        | 34        | —                    | 0,19                | 185,3           | 131,5           | 1,4765           | 0,9176           |
| Сало, покрывающее кишки . . . . .                          | 34        | —                    | 0,24                | 187,3           | 142,2           | 1,4756           | 0,9178           |
| Околосердечное и кишечное сало . . . . .                   | 121       | —                    | 0,53                | 180,7           | 116,9           | 1,4714           | —                |
| Жир языка . . . . .                                        | 34        | —                    | 0,21                | 189,8           | 88,88           | 1,4621           | 0,9115           |
| То же . . . . .                                            | 91        | —                    | 0,19                | 187,1           | 84,3            | 1,4697           | 0,9092           |

Костные жиры. Жир, содержащийся в различных костях, неодинаков по своим физико-химическим свойствам, на что указывают величины иодного числа.

Таблица 19

Физические и химические свойства костных жиров

|                                | Кислотное число жира | Уд. вес при 25°    | Число омыления   | Иодное число     | Рефракция          |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Финвал № 34                    |                      |                    |                  |                  |                    |
| Позвоночник . . . . .          | 0,23                 | 0,9126             | 189,3            | 100,1            | 1,4700             |
| Верхняя челюсть . . . . .      | 0,29                 | 0,9163             | 188,2            | 112,2            | 1,4720             |
| Нижняя „ . . . . .             | 0,50                 | 0,9001             | 189,6            | 111,0            | 1,4720             |
| Финвал № 91                    |                      |                    |                  |                  |                    |
| Позвоночник . . . . .          | 0,83                 | —                  | 182,1            | 84,5             | 1,4704             |
| Верхняя челюсть . . . . .      | 0,74                 | 0,9108             | 180,3            | 107,2            | 1,4726             |
| Нижняя „ . . . . .             | 0,80                 | 0,9112             | 176,1            | 101,3            | 1,4709             |
| Ребра . . . . .                | 0,56                 | —                  | 179,5            | 106,7            | 1,4720             |
| Кость грудных ластов . . . . . | 0,20                 | —                  | 184,4            | 89,37            | 1,4704             |
| Финвал № 121                   |                      |                    |                  |                  |                    |
| Позвоночник . . . . .          | 0,58                 | 0,9127             | 188,0            | 101,1            | 1,4703             |
| Верхняя челюсть . . . . .      | 0,74                 | —                  | 180,0            | 101,9            | 1,4696             |
| Нижняя „ . . . . .             | 0,54                 | 0,9090             | 186,2            | 106,2            | 1,4685             |
| Ребра . . . . .                | 0,93                 | 0,9120             | 190,2            | 107,3            | 1,4700             |
| Позвоночник . . . . .          | —                    | 0,9126—<br>—0,9127 | 182,1—<br>—189,5 | 84,5—<br>—101,1  | 1,4700—<br>—1,4704 |
| Верхняя челюсть . . . . .      | —                    | 0,9108—<br>—0,9163 | 180,3—<br>—190,0 | 101,9—<br>—112,2 | 1,4696—<br>—1,4726 |
| Нижняя „ . . . . .             | —                    | 0,9101—<br>—0,9112 | 176,1—<br>—189,6 | 101,3—<br>—111,0 | 1,4685—<br>—1,4720 |
| Ребра . . . . .                | —                    | 0,9120             | 179,5—<br>—190,2 | 106,7—<br>—107,3 | 1,4700—<br>—1,4720 |
| Грудные ласты . . . . .        | —                    | —                  | 184,4            | 89,37            | 1,4704             |

Сравнивая относящиеся к финвалам № 91 и № 121 данные, помещенные в табл. 18 и 19, мы находим, что костные жиры по своим константам близки к жирам подкожного сала под гладкой кожей.

Жиры туловищного мяса финвалов № 34 и 91 (табл. 20) имеют более высокое иодное число, чем подкожные и костные жиры тех же китов.

Физические и химические свойства жиров подкожного сала из условных мест. Результаты анализа жира подкожного сала 18 финвалов, взятого из условных мест, также показали, что жир одного и того же кита по своему составу неодинаков.

Исследованных финвалов можно разделить на две группы: одну — финвалов Чукотского моря, с более низким иодным числом жира и другую — финвалов Анадырского залива, жир которых обладает более высоким иодным числом. В Кроноцком же районе, судя по иодному числу, встречаются обе группы финвалов (табл. 21).

## Физические и химические свойства жиров, содержащихся в мясе и во внутренностях

| Наименование                                 | Кисл. число | Число омыления | Иодн. число | Рефракция | Уд. вес | № финвала |
|----------------------------------------------|-------------|----------------|-------------|-----------|---------|-----------|
| Спинное мясо верхний слой . . . . .          | 0,27        | 188,0          | 132,31      | 1,4732    | —       | 34        |
| Спинное мясо головное . . . . .              | 1,48        | 184,0          | 132,01      | 1,4749    | —       | 34        |
| Спинное мясо хвостовое . . . . .             | 1,76        | —              | 125,71      | 1,4732    | —       | 34        |
| Мясо с вижней стороны позвоночника . . . . . | 0,92        | 185,5          | 127,41      | 1,4740    | —       | 34        |
| То же . . . . .                              | 1,23        | 179,0          | 111,41      | 1,4712    | —       | 91        |
| Мясо с полосового сала . . . . .             | 1,49        | 186,9          | 108,91      | 1,4713    | —       | 34        |
| То же . . . . .                              | 3,39        | 177,2          | 96,98       | 1,4712    | —       | 91        |
| Мясо с языка . . . . .                       | 0,98        | 186,7          | 94,83       | 1,4698    | —       | 34        |
| Печень . . . . .                             | 32,71       | 137,8          | 108,61      | 1,4756    | —       | 34        |
| Сердце . . . . .                             | 13,83       | 185,7          | 121,21      | 1,4769    | —       | 34        |
| Желудок . . . . .                            | 0,50        | 177,4          | 96,71       | 1,4710    | 0,9082  | 91        |

Таблица 21

## Физические и химические свойства жиров подкожного сала из условных мест

| Место добычи финвалов       | Кисл. число жиров | Уд. вес 25° | Число омылен. | Иодное число | Рефракция 25° |
|-----------------------------|-------------------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| Кроноцкий залив . . . . .   | 0,11              | 0,9080      | 177,1         | 84,48        | 1,4700        |
|                             | -1,49             | -0,9176     | -188,8        | -132,50      | 1,4746        |
| Мыс Сердце-камень . . . . . | 0,10              | 0,9036      | 185,1         | 84,93        | 1,4688        |
|                             | -0,75             | -0,9143     | 192,0         | -108,6       | 1,4712        |
| Анадырский залив . . . . .  | 0,13              | 0,9138      | 183,6         | 111,6        | 1,4711        |
|                             | -0,61             | -0,9168     | 187,9         | -129,6       | -1,4742       |
| Колебания . . . . .         | 0,10              | 0,9026      | 177,1         | 84,4         | 1,4688        |
|                             | -1,61             | -0,9176     | 192,0         | -132,5       | -1,4746       |

## Химический состав горбача

Скопление горбатых китов наблюдается в следующих основных районах: 1) Анадырский залив — август и сентябрь, 2) окрестности залива Лаврентия — август и сентябрь, 3) Чукотское море, район мысов Сердце-камень и Дежнева — июль, август и сентябрь и 4) Олюторский залив — сентябрь и октябрь. Во всех этих районах горбачи добываются нашей китобойной флотилией.

Основное количество горбачей добывается в августе и сентябре. Длина горбачей колеблется от 8 до 15,70 м. Самки крупнее самцов. Средняя длина горбачей обоего пола — около 12,3 м (табл. 22).

Таблица 22

## Длина горбатых китов (в м)

| Годы | Средняя длина |       | Макс. длина |       | Миним. длина |       |
|------|---------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|
|      | самки         | самцы | самки       | самцы | самки        | самцы |
| 1933 | 12,62         | 11,87 | 14,75       | 13,30 | 8,85         | 9,40  |
| 1934 | 13,53         | 11,44 | 15,90       | 13,50 | 10,0         | 8,20  |
| 1935 | 12,0          | 11,77 | 14,75       | 14,62 | 8,0          | 8,54  |
| 1936 | 12,32         | 12,24 | 15,70       | 14,70 | 8,80         | 8,30  |

Горбачи относятся к китам среднего веса. Вес горбачих китов и отдельных частей их тела приведен в табл. 23.

Таблица 23

Вес горбачей

| Наименование                         | 12,92      |               | 13,90                    |               |
|--------------------------------------|------------|---------------|--------------------------|---------------|
|                                      | Вес (в кг) | % к общ. весу | Вес (в кг)               | % к общ. весу |
| Длина (в м)                          |            |               |                          |               |
| Толщина сала в усл. месте № 1 в см   | 9,0        |               | 9,4                      |               |
| Подкожное сало с гладкой кожей       | 2 847      | 10,35         | 5 322                    | 16,44         |
| Подкожное полосовое сало („брюшина“) | 3 734      | 13,58         | 3 445                    | 10,64         |
| Язык                                 | 792        | 2,88          |                          |               |
| Позвоночник                          | 2 669      | 9,72          | 5 870                    | 18,13         |
| Голова                               | 2 247      | 8,17          | 1 605                    | 4,96          |
| Нижняя челюсть                       | 1 103      | 4,02          | 1 152                    | 3,56          |
| Ребра с мясом                        | 3 718      | 13,52         | Вошли в вес позвоночника |               |
| Лопатка                              | 289        | 1,05          | То же                    |               |
| Грудные плавники                     | 1 016      | 3,69          | 1 000                    | 3,09          |
| Хвостовые лопасти                    | 455        | 1,65          | Вошли в вес позвоночника |               |
| Ус                                   | 68         | 0,25          | 388*)                    | 1,20          |
| Мясо спинное позвоночное             | 2 923      | 10,64         | 9 959                    | 30,76         |
| „ брюшное позвоночное                | 2 865      | 10,42         |                          |               |
| Внутренности                         | 2 767      | 10,06         | 3 633                    | 11,22         |
| Из них: сало с внутренних органов    | 443        | 1,61          | —                        | —             |
| Желудок                              | 105        | 0,38          | —                        | —             |
| Легкие                               | 362        | 1,32          | —                        | —             |
| Печень                               | 327        | 1,19          | —                        | —             |
| Сердце                               | 125        | 0,46          | 243                      | 0,75          |
| Всего                                | 27 493     | 100,0%        | 32 374                   | 100,0%        |

1. Кожа

Толщина кожи 7,5—9,0 мм. Кожа горбача, как и других китов, не пригодна для кожевенного производства (табл. 24).

Таблица 24

Химический состав кожи (в %)

|                                 | Влага       | Жир       | Белок       | Зола      |
|---------------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| Колебание состава по 6 горбачам | 71,26—71,77 | 1,27—4,79 | 21,96—24,17 | 1,03—2,53 |
| Среднее                         | 71,38       | 3,40      | 22,90       | 1,85      |

II. Подкожное сало

Подкожное сало горбача, как и финвала можно разбить на две группы, различающихся по консистенции и химическому составу. К первой группе мы относим все подкожное сало под гладкой кожей, ко второй группе — сало полосовое, расположенное на брюшной стороне туловища горбача — от нижней челюсти до пупа.

Подкожное сало горбача белого цвета, у некоторых китов сало под гладкой кожей имеет желтоватый оттенок.

Наибольшей плотностью обладает сало, расположенное на боку около

\*) С мясом.

хвостового стебля и спине на параллели грудных плавников. Сало лососевое, в отличие от сала под гладкой кожей, имеет мягкую резиновую консистенцию; оно труднее поддается резке и разрыву.

Толщина подкожного сала неравномерна. Более тонкое сало расположено на боку, поблизости от хвоста. Наиболее же толстое сало находится около спинного плавника. Толщина сала в условном месте № 1 (см. рис. 2-б) приводится в табл. 25.

Таблица 25

Толщина подкожного сала в условном месте № 1  
(в см.)

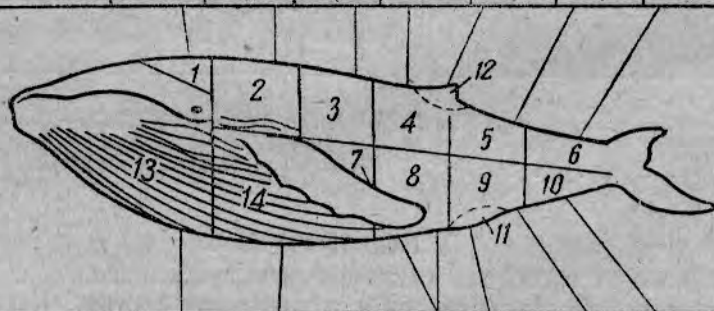
| 1935 г.      | Самцы    |       |        | Самки   |       |        | Самки и самцы |
|--------------|----------|-------|--------|---------|-------|--------|---------------|
|              | среднее* | макс. | миним. | среднее | макс. | миним. | Среднее       |
| Июнь . . .   | 10,0     | —     | —      | —       | —     | —      | 10,0          |
| Июль . . .   | —        | —     | —      | 13,3    | —     | —      | 13,3          |
| Август . . . | 11,72    | 14,6  | 10,5   | 12,96   | 17,5  | 9,0    | 12,24         |
| Сентябрь . . | 11,90    | 15,2  | 8,2    | 12,62   | 18,5  | 7,5    | 12,32         |
| Октябрь . .  | 11,44    | 14,40 | 9,5    | 11,75   | 14,6  | 9,0    | 11,65         |
|              | 11,83    | 15,2  | 8,2    | 12,24   | 18,5  | 7,5    | 12,10         |

Беременные самки имеют наиболее толстый слой сала. Кормящие самки отличаются более тонким слоем подкожного сала. Средняя толщина слоя сала самок и самцов равна 12,1 см.

Результаты измерений толщины сала в четырех условных местах (рис. 2-б) приведены в табл. 71. Из этой таблицы видно, что толщина сала в условных местах неодинакова. В 4-м условном месте сало тоньше, чем в первых трех условных местах.

Химический состав. Результаты анализа подкожного сала

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N 308 | 60,14 | 56,92 | 55,62 | 54,20 | 62,58 | 60,17 | 57,01 |
| N 313 | 65,46 | 58,29 | 54,37 | 52,61 | 62,66 | 57,62 | 55,74 |
| N 395 | 72,40 | 69,65 | 73,89 | 75,64 | 68,40 | 69,68 | 65,51 |



|       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N 395 | 46,92 | 46,13 | 65,42 | 57,85 | 66,44 | 65,51 |
| N 313 | 44,50 | 37,85 | 52,48 | 51,50 | 52,28 | 53,64 |
| N 308 | 40,04 | 33,32 | 59,70 |       |       | 57,01 |
| N 305 | 37,80 | 35,90 |       |       |       |       |

Рис. 4. Содержание жира (в %) в подкожном сала горбача по отдельным участкам

приведены в табл. 26. Содержание жира по отдельным участкам подкожного сала наглядно представлено на рис. 4.

Средний химический состав сала с гладкой кожей. Взвесить сало по отдельным участкам не представилось возможным. К среднему химическому составу сала можно подойти, если мы возьмем вес сала в процентах в следующем количестве для участков, имеющих неодинаковую величину: № 1 — 7%, № 2 — 17%, № 3 — 15%, № 4 — 13%, № 5 — 9%, № 6 и 10 — 6%, № 7—8 — 16%, № 9 — 9%, № 13 — 3%, № 14 — 5%, всего 100%.

Средний химический состав сала подсчитан с учетом приведенного веса и химического состава сала по участкам.

Таблица 26

Химический состав сала  
(в %)

| Наименование                                 | № горбача | № участ. подкожного сала | Влага       | Жир         | Сухой остаток (по разн.) |
|----------------------------------------------|-----------|--------------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| Отдельные участки подкожного сала . . . . .  | 395       | 1                        | 21,08       | 72,40       | 6,52                     |
|                                              |           | 2                        | 22,21       | 69,65       | 8,14                     |
|                                              |           | 3                        | 20,06       | 73,89       | 6,05                     |
|                                              |           | 4                        | 18,63       | 75,64       | 5,73                     |
|                                              |           | 5                        | 20,50       | 69,68       | 9,82                     |
|                                              |           | 6                        | 22,59       | 65,51       | 11,9                     |
|                                              |           | 7 и 8                    | 24,11       | 65,42       | 10,47                    |
|                                              |           | 9                        | 22,17       | 66,44       | 11,39                    |
|                                              |           | 10                       | 22,59       | 65,51       | 11,90                    |
|                                              |           | 11                       | 29,65       | 57,85       | 12,5                     |
|                                              |           | 12                       | 24,62       | 68,40       | 6,98                     |
|                                              |           | 13                       | 38,5        | 46,90       | 14,60                    |
|                                              |           | 14                       | 39,62       | 46,13       | 14,25                    |
|                                              |           | Среднее . . . . .        | 395         | 1—12        | 21,85                    |
| Колебание . . . . .                          | 313       | 1—12                     | 24,75—34,09 | 51,50—65,46 | 9,56—14,75               |
| Среднее . . . . .                            | 308       | 1—12                     | 31,45       | 55,78       | 12,46                    |
| Колебание . . . . .                          |           |                          | 25,74—32,75 | 54,20—62,58 | 11,01—13,05              |
| Среднее . . . . .                            | —         | —                        | 30,06       | 57,96       | 11,98                    |
| Подкожное полосовое сало . . . . .           | 395       | 13—14                    | 38,5—46,62  | 33,32—46,90 | 14,24—20,06              |
|                                              | 313       |                          |             |             |                          |
|                                              | 308       |                          |             |             |                          |
| Внутреннее сало, покрывающее кишки . . . . . | 216       | —                        | 4,95        | 92,45       | 2,6*                     |
| Внутреннее сало покрывающее сердце . . . . . | 216       | —                        | 12,90       | 83,54       | 3,56*                    |

Данными, приведенными в табл. 26, можно воспользоваться для сравнения среднего химического состава сала под гладкой кожей по отдельным горбачам.

Средний химический состав сала под гладкой кожей по трем горбачам колеблется широко. Состав сала из условных мест приводится в табл. 71.

Подкожное полосовое сало (брюшина). Это сало содержит прочно соединенное с ним мясо. Считают, что количество мяса к весу полосового сала составляет не менее 50%. Толщина слоя мяса на сале увеличивается по направлению от тула к голове от 2 до 35 см. Толщина же самого сала равна 4—6 см. Химический состав сала приведен в табл. 26 (участки № 13 и № 14).

Полосовое сало по химическому составу резко отличается от сала под

гладкой кожей. В полосовом сале содержится значительно больше влаги и меньше жира. Замечено, что сало, расположенное под нижней челюстью, содержит больше жира, чем туловищное (участок № 14).

У более упитанных горбачей полосовое сало обоих участков почти однородно по своему составу.

Внутреннее сало белого цвета, иногда с желтоватым оттенком; консистенция его мягкая, оно легко поддается разрыву и сдавливанию. Внутреннее сало содержит значительно больше жира, чем подкожное.

Язык сверху имеет синевато-серую окраску, в разрезе — белого цвета и обладает мягкой, резинообразной консистенцией. Передняя часть языка обычно жирнее задней (табл. 27).

Химический состав языка  
(в %)

Таблица 27

| № горбача              | Влага       | Жир         | Сухой остаток |
|------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 216                    | 34,34       | 56,50       | 9,16          |
| 305                    | 36,60—42,26 | 45,32—52,32 | 11,08—12,42   |
| 308                    | 26,42—35,46 | 55,67—66,71 | 6,87—8,87     |
| 313                    | 40,80—41,74 | 47,96—49,73 | 9,47—10,03    |
| 390                    | 32,0        | 62,79       | 5,11          |
| 395                    | 22,80—28,85 | 64,75—72,33 | 4,87—6,4      |
| Среднее арифметическое | 34,15       | 57,40       | 8,45          |

### III. Кости

Позвоночник. Химический состав позвоночника приведен в табл. 28.

Химический состав позвоночника  
(в %)

Таблица 28

| Наименование                                      | № горбачей | Влага  | Жир    | Белок   | Зола   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|---------------------------------------------------|------------|--------|--------|---------|--------|-------------------------------|
| Отдельные участки позвоночника от хвоста к голове | 313        | 22,83  | 31,09  | 15,41   | 30,65  | 13,50                         |
|                                                   |            | 19,19  | 39,78  | 12,10*) | 28,93  | —                             |
|                                                   |            | 20,51  | 36,74  | 13,89*) | 28,86  | —                             |
|                                                   |            | 24,01  | 35,90  | 12,80   | 27,27  | 11,86                         |
|                                                   |            | 29,87  | 24,28  | 16,76*) | 29,09  | —                             |
|                                                   |            | 38,96  | 15,46  | 17,04*) | 28,54  | —                             |
|                                                   |            | 43,50  | 9,76   | 14,61   | 32,14  | 17,30                         |
|                                                   |            | 39,61  | 8,90   | 19,24*) | 32,25  | —                             |
|                                                   |            | 41,38  | 7,27   | 20,96*) | 30,39  | —                             |
|                                                   |            | 42,46  | 7,32   | 19,83*) | 30,39  | —                             |
| Колебание . . . . .                               | 313        | —19,19 | 7,27—  | 12,10—  | 27,27— | 11,86—                        |
| Среднее . . . . .                                 | 313        | —43,50 | 39,78  | —20,96  | —32,25 | —17,30                        |
| Колебание . . . . .                               | 308        | 32,23  | 21,65  | 16,26   | 29,85  | —                             |
| Среднее . . . . .                                 | 308        | —25,67 | —2,83  | 12,94   | 23,56  | —                             |
| Колебание . . . . .                               | 247        | 49,36  | 35,15  | —20,51  | —32,23 | —                             |
| Среднее . . . . .                                 | 247        | 36,18  | —18,99 | 17,16   | 27,56  | —                             |
| Колебание . . . . .                               | 216        | —14,74 | 3,35—  | 13,30—  | 32,68— | 11,10—                        |
| Среднее . . . . .                                 | 216        | 40,12  | 35,74  | —23,16  | —37,67 | —14,62                        |
| Колебание . . . . .                               | 216        | 28,82  | 17,19  | 18,63   | 35,24  | —                             |
| Среднее . . . . .                                 | 216        | —12,01 | —2,87— | 12,73—  | 25,36— | 9,77—                         |
| Среднее . . . . .                                 | 216        | 43,95  | 48,98  | —23,54  | —32,85 | —14,39                        |
| Среднее . . . . .                                 | 216        | 29,13  | 23,25  | 17,96   | 29,41  | —                             |

Хвостовая часть позвоночника содержит жира в среднем 28,74%, головная же часть в среднем 5,58% жира (табл. 29).



Средний химический состав хвостовой и головной частей позвоночника  
(в %)

| Наименование                                   | № горбачей | Влага | Жир   | Белок | Зола  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|------------------------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| Хвостовая часть позвоночника (около 65% длины) | 216        | 22,71 | 32,98 | 15,45 | 28,51 | 11,18                         |
|                                                | 247        | 24,37 | 23,37 | 17,67 | 34,65 | 11,56                         |
|                                                | 308        | 30,59 | 28,09 | 15,02 | 26,32 | —                             |
|                                                | 313        | 25,89 | 30,54 | 14,66 | 28,80 | 12,63                         |
| Головная часть позвоночника (около 35% длины)  | 216        | 42,08 | 3,77  | 22,97 | 31,23 | 14,23                         |
|                                                | 247        | 37,80 | 4,92  | 20,54 | 36,37 | 14,62                         |
|                                                | 308        | 44,58 | 5,33  | 20,36 | 29,41 | —                             |
|                                                | 313        | 41,74 | 8,31  | 18,66 | 31,29 | 17,30                         |

Ребра в отличие от других костей содержат небольшое количество жира, содержание же золы в них очень высокое (табл. 30).

Таблица 30

## Химический состав верхней и нижней челюсти и ребер

| Наименование                    | № горбачей | Влага  | Жир    | Белок  | Зола   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|---------------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|
| Верхняя челюсть (передн. часть) | 216        | 17,79  | 37,51  | 16,65  | 28,66  | 12,44                         |
| То же промеж. часть             |            | 20,43  | 38,42  | 13,59  | 27,56  | —                             |
| „ задняя часть                  |            | 13,57  | 62,54  | 7,63   | 15,12  | 6,11                          |
| Верхняя челюсть                 | 247        | 13,55— | 40,41— | 10,55— | 20,78— | 9,42—                         |
|                                 |            | —15,90 | —52,37 | —14,70 | —30,57 | —14,24                        |
|                                 | 308        | 24,95— | 28,05— | 11,34— | 19,60— | 9,08                          |
| „                               | 313        | —29,36 | —43,79 | —16,18 | —26,55 | —                             |
|                                 |            | 21,39— | 23,58— | 10,79— | 26,16— | 11,62—                        |
| Нижняя челюсть, передняя часть  | 216        | —37,96 | —41,02 | —17,92 | —31,93 | —14,14                        |
|                                 |            | 19,22  | 25,59  | 19,30  | 34,95  | 13,76                         |
| Средняя часть                   | —          | 14,70  | 37,40  | 16,03  | 31,87  | —                             |
| Задняя „                        | —          | 23,63  | 39,10  | 15,83  | 21,44  | 9,25                          |
| Нижняя челюсть                  | 247        | 14,54— | 29,95— | 11,72— | 36,66— | 17,34—                        |
|                                 |            | —15,84 | —36,50 | —18,68 | —36,91 | —17,63                        |
|                                 | 313        | 16,93— | 22,69— | 11,56— | 42,79— | 16,42—                        |
| Среднее нижн. чел.              | —          | —17,49 | —28,73 | —16,99 | 44,87— | —22,60                        |
|                                 |            | 17,16  | 30,64  | 15,39  | 36,56  | 16,99                         |
| Ребра                           | 216        | 19,55— | 7,86—  | 20,35— | 38,69— | 15,86—                        |
| Колебания по 4 горбачам         | 247        | —25,57 | —14,89 | —24,31 | —47,92 | —26,64                        |
|                                 | 308 и 313  | —      | —      | —      | —      | —                             |
| Среднее                         | —          | 22,45  | 12,44  | 22,37  | 42,62  | 17,62                         |
| Хрящ верхней челюсти            | 247        | 76,72  | 2,05   | 18,49  | 2,74   | —                             |
| То же                           | 308        | 75,07  | 2,07   | 20,37  | 2,49   | —                             |
| „                               | 313        | 76,62  | 1,35   | 19,58  | 2,44   | —                             |
| Среднее                         | —          | 76,12  | 1,82   | 19,48  | 2,58   | —                             |

## IV. Мясо и внутренности

Мясо имеет крупноволокнистое строение, цвет темнокрасный. Мясо молодых горбачей более светлого оттенка.

Химический состав мяса колеблется сравнительно в узких пределах, за исключением реберного мяса. У большинства горбачей реберное мясо имеет две зоны: тощую и жирную. Мясо жирной зоны содержит до 35% жира. Спинное и брюшное позвоночное мясо содержит небольшое количество жира. У некоторых горбачей верхний слой мяса содержит до 12% жира (табл. 31).

**Химический состав мяса**  
(в %)

| Наименование                            | Влага       | Жир        | Белок       | Зола      |
|-----------------------------------------|-------------|------------|-------------|-----------|
| Мясо с языка . . . . .                  | 76,47       | 4,30       | 18,19*)     | 1,14      |
| <b>Спинное мясо</b>                     |             |            |             |           |
| Колебание . . . . .                     | 71,67—77,36 | 1,03—3,98  | 18,38—21,88 | 1,99—1,98 |
| Среднее . . . . .                       | 74,83       | 3,17       | 20,57       | 1,27      |
| <b>Мясо нижней стороны позвоночника</b> |             |            |             |           |
| Колебание . . . . .                     | 70,36—76,71 | 1,54—6,71  | 20,22—22,04 | 1,03—1,30 |
| Среднее . . . . .                       | 74,71       | 3,16       | 21,08       | 1,11      |
| <b>Реберное мясо</b>                    |             |            |             |           |
| Колебания . . . . .                     | 49,94—75,95 | 1,20—34,73 | 14,54—21,57 | 0,82—1,43 |
| <b>Мясо с полосового сала</b>           |             |            |             |           |
| Колебания . . . . .                     | 68,79—76,80 | 1,74—10,47 | 18,47—21,35 | 0,82—2,01 |
| Среднее . . . . .                       | 72,95       | 5,47       | 20,07       | 1,21      |

В табл. 32 приведен средний химический состав отдельных внутренних органов двух горбачей.

Таблица 32

**Химический состав внутренностей**  
(в %)

| Наименование      | № горбачей | Влага | Жир  | Белок (по разности) | Зола |
|-------------------|------------|-------|------|---------------------|------|
| Сердце . . . . .  | 203; 216   | 72,95 | 7,18 | 18,41               | 1,46 |
| Печень . . . . .  | 203; 216   | 77,90 | 2,31 | 18,30               | 1,49 |
| Легкие . . . . .  | 203; 216   | 80,83 | 1,92 | 15,57               | 1,68 |
| Желудок . . . . . | 203; 216   | 71,76 | 9,46 | 17,75               | 1,03 |
| Кишки . . . . .   | 203; 216   | 82,21 | 2,49 | 13,90               | 1,40 |

Внутренности, как показывают приведенные данные, содержат небольшое количество жира.

### Физические и химические свойства жиров

Подкожный жир. Константы подкожного жира одного и того же горбача неодинаковы, что видно из данных анализа жира подкожного сала из условных мест (табл. 33).

Костные жиры изучены по отдельным участкам позвоночника, верхней и нижней челюсти.

Как видно из данных табл. 33, число омыления костных жиров колеблется от 184,2 до 189,8, иодное число от 129,8 до 142,0, уд. вес от 0,9122 до 0,9192.

Сравнивая данные, относящиеся к горбачам № 216 и 313, мы находим, что жиры языка, желудка и кишок обладают более низким иодным числом, чем жир подкожного сала.

## Физические и химические свойства жиров

| Наименование                                  | № горбача      | № участка сала           | Кислотн. число    | Число омылен.    | Иодное число     | Рефракция          | Уд. вес            |
|-----------------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Жир подкожного сала с гладкой кожей . . . . . | 313            | 1                        | 0,97              | 183,3            | 123,1            | 1,4732             | 0,9192             |
|                                               |                | 2                        | 0,90              | 182,6            | 125,4            | 1,4735             | —                  |
|                                               |                | 3                        | 2,02              | 183,1            | 125,4            | 1,4734             | —                  |
|                                               |                | 4                        | 2,71              | 183,8            | 124,8            | 1,4738             | —                  |
|                                               |                | 5                        | 1,04              | 182,8            | 125,3            | 1,4738             | —                  |
|                                               |                | 6                        | 0,37              | 187,0            | 128,9            | 1,4740             | —                  |
|                                               |                | 7—8                      | 0,46              | 185,3            | 129,0            | 1,4738             | —                  |
|                                               |                | 9                        | 2,18              | 184,0            | 128,6            | 1,4731             | —                  |
|                                               |                | 10                       | 0,67              | 185,8            | 128,1            | 1,4736             | —                  |
|                                               |                | 11                       | 0,61              | 183,7            | 121,9            | 1,4728             | 0,9159             |
|                                               |                | 12                       | 1,16              | 182,6            | 121,8            | 1,4726             | —                  |
|                                               |                | Колебания . . . . .      | 395               | 1—12             | { 0,16—<br>—0,66 | 184,8—<br>—187,8   | 100,8—<br>—129,6   |
| Подкожный жир полосового сала                 | 313            | 13                       | 17,01             | 183,3            | 121,7            | 1,4727             | —                  |
| Жир из условных мест сала . . . . .           | 313            | 14                       | 4,66              | 183,5            | 118,8            | 1,4728             | —                  |
| Жир из условных мест сала . . . . .           | 216            | усл. мест<br>1, 2, 3, 4, | { 0,16—           | 188,5—           | 140—             | 1,4749—            | 0,9184—            |
|                                               |                |                          | { —0,29           | —190,8           | —141,7           | —1,4760            | —0,9210            |
|                                               |                |                          | { 0,09—           | 180,4—           | 117,4—           | 1,4728—            | 0,9150—            |
| Позвоночник . . . . .                         | 11 экз.<br>216 | —                        | { —3,94           | —192,3           | —157,0           | —1,4772            | —0,9229            |
|                                               |                |                          | { (16,71)         | —                | —                | —                  | —                  |
| Позвоночник . . . . .                         | 216            | —                        | { 0,30—           | 185,3—           | 136,6—           | 1,4743—            | 0,9122—            |
|                                               |                |                          | { —9,54           | —189,8           | —142,0           | —1,4760            | —0,9192            |
| Верхняя челюсть . . . . .                     | 216            | —                        | { 0,23—<br>—0,80  | 185,5—<br>—188,6 | 138,0—<br>—141,7 | 1,4748—<br>—1,4753 | 0,9186             |
| Нижняя челюсть . . . . .                      | 216            | —                        | { 0,27—<br>—0,92  | 184,2—<br>—187,6 | 132,3—<br>—139,6 | 1,4740—<br>—1,4752 | 0,9199—<br>—0,9199 |
| Ребра . . . . .                               | 216            | —                        | { 2,51—<br>—47,52 | 187,1—<br>—188,4 | 127,5—<br>—188,4 | 1,4732—<br>—1,4760 | —                  |
| Кипячье сало . . . . .                        | 216            | —                        | 0,20              | 182,3            | 145,2            | 1,4753             | 0,9226             |
| Околосердечное сало . . . . .                 | 216            | —                        | 0,16              | 184,5            | 135,4            | 1,4750             | 0,9155             |
| Язык . . . . .                                | 216            | —                        | 0,20              | 186,2            | 123,1            | 1,4728             | 0,9145             |
| Желудок . . . . .                             | 216            | —                        | 1,41              | 185,1            | 118,5            | 1,4730             | 0,9173             |
| Кишки . . . . .                               | 216            | —                        | 25,48             | —                | 129,2            | 1,4760             | —                  |

## Химический состав серого кита (грейвала)

Запасы серых китов сильно подорваны промыслом прошлых лет. За 20-летний период промысла (с 1911 по 1932 г.) у берегов США было добыто всего 237 серых китов, или 0,9%/д к общему количеству добытых китов в 26 939 шт. За тот же период промысла Япония с колониями добыла 35 621 кита, из них серых 1449 шт., или 4,07%/д. Таким образом, добыча грейвалов по отношению к общему числу добываемых китов незначительна.

Нашей китобойной флотилией серые киты добываются в Беринговом и Чукотском морях.

Длина серых китов (в м)

| Годы | Средняя длина |        | Максимальная длина |        | Минимальная длина |        |
|------|---------------|--------|--------------------|--------|-------------------|--------|
|      | Самок         | Самцов | Самок              | Самцов | Самок             | Самцов |
| 1933 | —             | 12,23  | —                  | 12,35  | —                 | 12,12  |
| 1934 | 12,81         | 11,97  | 15,0               | 13,50  | 9,10              | 10,10  |
| 1935 | 12,73         | 11,94  | 14,14              | 13,24  | 9,15              | 11,15  |
| 1936 | 11,11         | 10,70  | 14,60              | 14,30  | 8,60              | 8,50   |

В нашем промысле количество серых китов равно приблизительно ок. 11% по отношению к общему числу добываемых китов. В основном серые киты добываются в августе и сентябре.

Длина серых китов колеблется от 8,5 до 15,0 м. Самки крупнее самцов. Понижение средней длины серых китов в 1936 г. вызвано тем, что в число добытых китов вошло значительное количество детенышей — непромысловых серых китов. Средняя длина серых китов принята равной 12,0 м (табл. 34).

Серые киты по весу относятся к китам среднего размера. Вес серого кита приведен в табл. 35 и при длине в 13,35 м равен 31,5 т.

Таблица 35

Вес серого кита  
(данные 1936 г.)

| Наименование               | Длина тела—13,35 м |                    |
|----------------------------|--------------------|--------------------|
|                            | Вес<br>(в кг)      | % к общему<br>весу |
| Подкожное сало . . . . .   | 9 100              | 29,0               |
| Верхняя челюсть . . . . .  | 1 692              | 5,4                |
| Нижняя челюсть . . . . .   | 1 265              | 4,0                |
| Язык . . . . .             | 1 278              | 4,0                |
| Позвонки . . . . .         | 2 441              | 8                  |
| Ребра с мясом . . . . .    | 3 200              | 10                 |
| Лопатки . . . . .          | 526                | 1,6                |
| Грудные плавники . . . . . | 612                | 2                  |
| Мясо . . . . .             | 6 729              | 21,4               |
| Внутренности . . . . .     | 4 493              | 14,2               |
| Из них: легкие . . . . .   | 333                | 1,06               |
| сердце . . . . .           | 172                | 0,55               |
| печень и почки . . . . .   | 616                | 2,0                |
| кишки . . . . .            | 1 395              | 4,44               |
| Зародыш . . . . .          | 126                | 0,4                |
| Мозг . . . . .             | 4,4                |                    |
| Всего . . . . .            | 31 466,4           | 100%               |

## I. Кожа

Толщина кожи равна 10—12 мм. Кожа исследована от 6 китов (табл. 36).

Таблица 36

Химический состав кожи  
(в %)

| Наименование        | Влага       | Жир       | Белок       | Зола      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|---------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------------------------|
| Колебание . . . . . | 72,51—77,04 | 1,42—3,58 | 18,25—24,03 | 1,03—1,56 | 0,48—0,58                     |
| Среднее . . . . .   | 73,53       | 2,29      | 22,31       | 1,21      | 0,53                          |

## II. Сало

Подкожное сало имеет розоватый цвет. По плотности оно почти однородно. Наиболее толстое сало расположено на брюшной стороне туловища, поблизости от грудных плавников. Толщина сала в условном месте № 1 указывается в табл. 37.

Таблица 37

## Толщина сала в условном месте № 1 (в см)

| 1935               | Самцы  |       |      | Самки  |       |      | Среднее |
|--------------------|--------|-------|------|--------|-------|------|---------|
|                    | Средн. | Макс. | Мин. | Средн. | Макс. | Мин. |         |
| Август . . . . .   | 13,69  | 16,0  | 11,3 | 14,99  | 18,5  | 12,0 | 14,60   |
| Сентябрь . . . . . | 13,73  | 16,0  | 12,4 | 12,70  | 16,0  | 10,7 | 13,73   |
|                    | 13,68  | 16,0  | 11,3 | 14,60  | 18,5  | 10,7 | 14,30   |

Результаты измерений толщины сала в нескольких условных местах (см. рис. 2-в) приведены в табл. 71.

Химический состав. Результаты химического анализа сала приведены в табл. 38.

Таблица 38

Химический состав сала  
(в %)

| Наименование             | № grey-вала | № Уч. сала | Влага       | Жир         | Сухой остаток |
|--------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|---------------|
| Подкожное сало . . . . . | 264         | 1—2        | 26,07       | 64,70       | 9,34          |
|                          |             | 3          | 27,48       | 62,24       | 10,28         |
|                          |             | 4          | 25,84       | 61,98       | 12,18         |
|                          |             | 5          | 26,58       | 62,35       | 11,07         |
|                          |             | 6—12       | 27,16       | 61,32       | 11,76         |
|                          |             | 7          | 35,87       | 50,97       | 13,16*        |
|                          |             | 8          | 26,05       | 62,95       | 11,0          |
|                          |             | 9          | 29,47       | 59,71       | 10,82         |
|                          |             | 10         | 30,56       | 57,48       | 11,96         |
|                          |             | 11         | 31,05       | 59,22       | 9,73*         |
|                          |             | 12         | 29,61       | 60,55       | 11,52         |
| Занальное утолщ. . . . . | —           | —          | 29,61       | 60,55       | 11,52         |
| Спинное утолщ. . . . .   | —           | —          | 29,11       | 62,90       | 7,99          |
| Среднее . . . . .        | —           | —          | 28,50       | 60,35       | 11,15         |
| Колебание . . . . .      | 258         | 11         | 16,73—25,47 | 60,06—73,11 | 7,32—14,53    |



**Химический состав позвоночника**  
(в %)

| Наименование                                                                | № грей-вала | № участ. позвон. | Влага             | Жир              | Белок             | Зола              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| Отдельные участки позвоночника, (счет ведется от хвоста к голове) . . . . . | 244         | 1                | 14,77             | 29,18            | 16,54*)           | 39,52             | 16,80                         |
|                                                                             |             | 2                | 12,48             | 37,70            | 16,30*)           | 33,52             | —                             |
|                                                                             |             | 3                | 14,00             | 32,80            | 16,91             | 34,33             | 15,05                         |
|                                                                             |             | 4                | 29,28             | 14,03            | 21,63             | 35,00             | —                             |
|                                                                             |             | 5                | 26,53             | 14,78            | 18,43             | 39,18             | 16,07                         |
|                                                                             |             | 6                | 32,98             | 8,50             | 23,23*)           | 35,29             | —                             |
|                                                                             |             | 7                | 31,52             | 9,10             | 21,29*)           | 38,09             | 15,05                         |
|                                                                             |             | 8                | 29,09             | 10,41            | 21,03*)           | 39,47             | —                             |
|                                                                             |             | 9                | 32,05             | 7,08             | 20,92             | 39,87             | 15,20                         |
|                                                                             |             | 10               | 34,91             | 6,76             | 20,79*)           | 37,61             | —                             |
| Среднее . . . . .                                                           | —           | —                | 25,76             | 17,06            | 19,70             | 37,19             | 15,63                         |
| Колебания . . . . .                                                         | 243         | —                | {14,53—<br>—36,51 | {5,55—<br>—41,83 | {14,41—<br>—21,74 | {29,41—<br>—40,12 | —                             |
| Среднее . . . . .                                                           | —           | —                | 29,35             | 17,66            | 19,93             | 32,97             | —                             |
| Колебания . . . . .                                                         | 245         | 1—10             | {17,86—<br>—37,04 | {1,07—<br>—30,72 | {16,40—<br>—25,05 | {32,76—<br>—43,00 | {10,16—<br>—17,80             |
| Среднее . . . . .                                                           | —           | —                | 28,37             | 12,42            | 21,77             | 37,39             | 13,42                         |
| Колебания . . . . .                                                         | 258         | —                | {10,80—<br>—42,16 | {4,67—<br>—40,31 | {15,44—<br>—23,47 | {31,32—<br>—37,97 | {13,94—<br>—19,09             |
| Среднее . . . . .                                                           | —           | —                | 26,37             | 19,43            | 19,61             | 34,57             | 15,50                         |

Содержание жира колеблется от 1 до 42%. Уменьшение жирности костной ткани ниже 10% начинается, примерно, по середине длины позвоночника, у некоторых серых китов даже раньше, т. е. еще ближе к хвосту (табл. 40).

Таблица 40

**Средний состав хвостовой и головной частей позвоночника**  
(в %)

| Наименование                                             | № грей-вала | Влага | Жир   | Белок | Зола  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|----------------------------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| Хвостовая часть позвоночника (около 50% длины) . . . . . | 243         | 25,31 | 26,22 | 18,27 | 29,82 | —                             |
| То же . . . . .                                          | 244         | 19,42 | 25,70 | 17,96 | 36,31 | 15,97                         |
| То же . . . . .                                          | 245         | 23,38 | 24,17 | 18,34 | 34,0  | 10,40                         |
| То же . . . . .                                          | 258         | 13,64 | 35,07 | 16,94 | 34,39 | 14,31                         |
| Головная часть позвоночника (около 50% длины) . . . . .  | 243         | 34,36 | 6,88  | 21,38 | 36,89 | —                             |
| То же . . . . .                                          | 244         | 32,11 | 8,37  | 21,44 | 38,04 | 15,12                         |
| То же . . . . .                                          | 245         | 32,37 | 3,03  | 24,51 | 40,09 | 15,44                         |
| То же . . . . .                                          | 258         | 36,97 | 6,39  | 21,84 | 34,71 | 17,34                         |

Верхняя челюсть. Содержание жира в верхней челюсти (табл. 41) возрастает по направлению от переднего к заднему концу челюсти. Количество влаги и белка изменяется в небольших пределах.

Химический состав верхней челюсти сильно колеблется по отдельным китам.

Таблица 41

Химический состав верхней и нижней челюсти и ребер (в %)

| Наименование                                           | № грейвала            | Влага            | Жир              | Белок            | Зола             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| Верхняя челюсть, передн. часть . . . . .               |                       | 16,18            | 38,20            | 15,29            | 29,86            | 13,00                         |
| То же, средн. часть, прилег. к передн. части . . . . . | 244                   | 16,77            | 42,46            | 10,86            | 29,91            | —                             |
| То же, прилег. к задн. части . . . . .                 |                       | 14,85            | 45,65            | 11,89            | 26,58            | 12,70                         |
| То же задн. часть . . . . .                            |                       | 14,26            | 52,24            | 10,07            | 21,08            | 12,25                         |
| Верхняя челюсть . . . . .                              | 243                   | 16,51—<br>—17,00 | 31,15—<br>—50,01 | 13,37—<br>18,29  | 20,07—<br>—35,55 | 9,64—<br>—15,21               |
| » . . . . .                                            | 245                   | 19,92—<br>—21,65 | 18,22—<br>—33,37 | 15,88—<br>—16,96 | 28,52—<br>38,93  | 11,28—<br>15,0                |
| Нижняя челюсть, передн. часть . . . . .                | 243                   | 17,42            | 21,51            | 20,04            | 40,82            | 16,97                         |
| То же, средн. . . . .                                  |                       | 14,30            | 24,50            | 17,83            | 43,25            | —                             |
| » задн. . . . .                                        |                       | 19,86            | 22,56            | 19,30            | 38,02            | —15,82                        |
| Нижняя челюсть . . . . .                               | 244                   | 15,31—<br>—16,80 | 26,52—<br>—28,61 | 18,32—<br>19,0   | 37,15—<br>37,26  | 15,72—<br>—16,10              |
| » . . . . .                                            | 245                   | 17,39—<br>—18,11 | 13,39—<br>—16,90 | 22,02—<br>26,35  | 41,18—<br>—43,92 | 16,84—<br>—19,00              |
| » . . . . .                                            | 258                   | 13,05            | 22,88            | 21,01            | 42,58            | 15,19                         |
| Среднее . . . . .                                      | —                     | 16,67            | 21,34            | 20,83            | 40,70            | 14,90                         |
| Ребра по 4 китам . . . . .                             | 243, 244,<br>245, 258 | 13,81—<br>—24,98 | 6,83—<br>29,59   | 17,54—<br>26,65  | 37,29—<br>—44,84 | 12,75—<br>—18,35              |
| Среднее . . . . .                                      | —                     | 17,11            | 18,45            | 21,74            | 41,34            | 16,15                         |
| Хряц верхней челюсти . . . . .                         | —                     | 75,07—<br>—76,35 | 2,65—<br>—4,40   | 16,98—<br>—19,04 | 2,10—<br>—3,08   | —                             |
| Среднее . . . . .                                      | —                     | 75,56            | 3,38             | 17,96            | 2,57             | —                             |

IV. Мясо

Мясо серого кита имеет крупноволокнистое строение и обладает темновышневым цветом. У молодых китов цвет мяса, как и у всех прочих видов китов, более светлого оттенка (табл. 42).

Таблица 42

Химический состав мяса  
(в %)

| Наименование                          | № кита | Влага | Жир   | Белок | Зола | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|---------------------------------------|--------|-------|-------|-------|------|-------------------------------|
| Спинное мясо, передн. часть . . . . . | 239    | 73,73 | 4,08  | 20,29 | 0,97 | —                             |
| То же хвост. . . . .                  | 239    | 75,32 | 2,15  | 20,68 | 0,92 | —                             |
| Спинное мясо, передн. часть . . . . . | 244    | 65,22 | 13,53 | 19,85 | 1,28 | 0,52                          |
| То же хвост. часть . . . . .          | 244    | 65,85 | 9,46  | 23,10 | 1,46 | 0,47                          |
| Спинное мясо, передн. часть . . . . . | 362    | 66,39 | 9,96  | 21,36 | 1,18 | 0,58                          |
| То же, хвост. часть . . . . .         | 362    | 66,70 | 9,51  | 21,95 | 1,15 | 0,36                          |
| Мясо с нижней стороны . . . . .       | 244    | 70,64 | 6,77  | 20,17 | 1,84 | —                             |
| Мясо с позвоночника . . . . .         | 362    | 71,62 | 2,90  | 23,62 | 1,05 | 0,42                          |
| Мясо с ребер . . . . .                | 244    | 60,51 | 18,95 | 19,07 | 0,93 | —                             |
| То же . . . . .                       | 245    | 65,87 | 12,85 | 19,95 | 1,22 | —                             |
| » . . . . .                           | 245    | 74,52 | 2,93  | 21,02 | 1,48 | —                             |
| Мясо с нижней челюсти . . . . .       | 258    | 59,61 | 20,67 | 18,47 | 0,98 | —                             |
| То же . . . . .                       | 264    | 62,14 | 19,34 | 17,08 | 1,25 | —                             |



## V. Внутренности

Внутренности содержат небольшое количество жира, за исключением желудка (табл. 43).

Химический состав внутренностей  
(в %)о

Таблица 43

| Наименование      | №<br>грейвала | Влага | Жир   | Белок   | Зола | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|-------------------|---------------|-------|-------|---------|------|-------------------------------|
| Печень . . . . .  | 244           | 71,34 | 3,26  | 24,01*) | 1,39 | —                             |
| " . . . . .       | 245           | 70,32 | 5,00  | 23,45   | 1,77 | 0,44                          |
| Легкие . . . . .  | 244           | 74,65 | 2,20  | 20,41   | 1,30 | —                             |
| " . . . . .       | 245           | 81,88 | 1,90  | 14,62   | 1,48 | 0,66                          |
| Сердце . . . . .  | 244           | 76,97 | 2,26  | 18,01   | 1,14 | —                             |
| " . . . . .       | 245           | 78,86 | 4,82  | 17,07   | 1,24 | 0,26                          |
| Кишки . . . . .   | 244           | 76,32 | 5,13  | 17,24*) | 1,31 | —                             |
| " . . . . .       | 245           | 74,84 | 8,50  | 15,23   | 1,45 | 0,28                          |
| Желудок . . . . . | 244           | 78,53 | 6,17  | 14,11*) | 1,19 | —                             |
| " . . . . .       | 245           | 35,70 | 56,01 | 7,55    | 0,72 | 0,24                          |

### Физические и химические свойства жиров

Подкожный жир. Константы подкожного жира одного и того же кита колеблются в небольших пределах. Физические и химические свойства жиров трех серых китов колеблются: уд. вес от 0,9242 до 0,9252, число омыления от 186 до 194 и иодное число — от 161,8 до 189,6.

Результаты анализа жиров из условных мест сала (см. рис. 2-в) выявляют более широкое колебание констант жиров (см. табл. 44).

Иодное число изменяется наиболее широко по сравнению с другими константами подкожных жиров.

Сравнивая иодные числа жиров подкожного и внутреннего сала серого кита № 244, мы находим, что внутренний жир обладает более высоким иодным числом, чем подкожный жир.

Таблица 44

Физические и химические свойства жиров подкожного и внутреннего сала

| Наименование                               | № кита | № участка сала            | Кислотное число | Число омыления | Иодное число | Рефракция | Удельный вес |
|--------------------------------------------|--------|---------------------------|-----------------|----------------|--------------|-----------|--------------|
| Жир подкожного сала                        | 258    | 1—2                       | 0,47            | 189,8          | 170,3        | 1,4782    | —            |
|                                            |        | 3                         | 0,38            | 189,2          | 170,0        | 1,4788    | 0,9244       |
|                                            |        | 4                         | 0,29            | 189,9          | 170,8        | 1,4789    | —            |
|                                            |        | 5                         | 0,23            | 190,8          | 170,7        | 1,4788    | —            |
|                                            |        | 6                         | 0,43            | 189,8          | 169,2        | 1,4782    | 0,9239       |
|                                            |        | 7                         | 0,26            | 189,8          | 169,1        | 1,4785    | —            |
|                                            |        | 8                         | 0,39            | 189,4          | 170,6        | 1,4786    | —            |
|                                            |        | 9                         | 0,23            | 189,2          | 170,5        | 1,4785    | 0,9252       |
|                                            |        | 10                        | 0,29            | 190,0          | 171,3        | 1,4783    | —            |
|                                            |        | 11                        | 0,25            | 189,0          | 172,2        | 1,4792    | —            |
|                                            |        | 12                        | 0,34            | 189,9          | 168,4        | 1,4782    | —            |
|                                            |        | То же . . . . .           | 264             | 1—12           | 0,13         | 186,0     | 137,8        |
| " . . . . .                                | 246    | 1—12                      | —0,74           | —189,6         | —144,7       | —1,4761   | —            |
| " . . . . .                                | 246    | 1—12                      | 0,16            | 190,3          | 161,8        | 1,4760    | —            |
| " . . . . .                                | 246    | 1—12                      | —0,31           | —194,5         | —166,4       | —1,4768   | —            |
| " . . . . .                                | 246    | 1—12                      | 0,16            | 189,6          | 154,9        | 1,4769    | 0,9230       |
| " . . . . .                                | 246    | 1—12                      | —0,39           | —191,6         | —158,3       | —1,4775   | —            |
| Жир из усл. мест подкожного сала . . . . . | 244    | усл.м. I, II, III, IV и V | 0,13            | 189,6          | 129,4        | 1,4740    | 0,9163       |
| Внутреннее сало . . . . .                  | 244    | —                         | —0,52           | —193,0         | —173,1       | —1,4788   | —0,9285      |
| То же . . . . .                            | 244    | —                         | 0,33            | 194,2          | 176,8        | 1,4790    | 0,9221       |
| То же . . . . .                            | 245    | —                         | 0,38            | 188,1          | 194,5        | 1,4812    | 0,9302       |



Мясо, сердце, легкие и кожа содержат небольшие количества жира. Жирность позвоночника также невелика.

Подкожное сало по своему химическому составу неоднородно. Наиболее жирное сало расположено между грудными плавниками с брюшной стороны туловища. Внутреннее сало значительно жирнее подкожного сала.

## Химический состав кашалота

### Распространение

В наибольшем количестве кашалоты встречаются в следующих районах: 1) Авачинской губе — с июня по октябрь, 2) Кроноцком заливе — с июня по август и 3) Командорских островах. В небольшом количестве кашалоты бывают в Олюторском заливе и бухте Глубокой. Севернее мыса Наварин, как правило, кашалоты не бывают.

### Добыча и размеры кашалотов

Охота на кашалота наиболее легкая вследствие его медлительности (скорость движения кашалота 5—7 миль), неуклюжести на поворотах и беспечности. Этим и объясняется большой процент (до 50%) добываемых кашалотов от числа замеченных.

За 20-летний период (с 1915 по 1934 г. включительно) мировая добыча кашалотов составляла 20 982 шт., или 5% от общего числа добытых китов. Японией с колониями за тот же период было добыто 9 136 кашалотов.

Длина кашалотов  
(в м)

Таблица 47

| Г о д ы        | Средняя длина |        | Максим. длина |        | Миним. длина |        |
|----------------|---------------|--------|---------------|--------|--------------|--------|
|                | самок         | самцов | самок         | самцов | самок        | самцов |
| 1933 . . . . . | —             | 15,22  | —             | 17,60  | —            | 11,18  |
| 1934 . . . . . | 11,33         | 15,45  | 12,10         | 18,55  | 10,90        | 12,40  |
| 1935 . . . . . | —             | 15,37  | —             | 17,60  | —            | 11,42  |
| 1936 . . . . . | 9,94          | 15,08  | 10,78         | 18,60  | 6,05         | 10,70  |

Длина добываемых кашалотов (самцов) колеблется от 10,70 до 18,60 м; средняя длина равна, примерно, 15,0 м (табл. 47).

Кашалот, несмотря на сравнительно небольшую его длину, имеет большой вес, что обусловлено значительной толщиной его тела. По весу он не уступает финвалу, имеющему значительно большую длину, чем кашалот.

Вес кашалота приведен в табл. 48. Относительный вес некоторых отдельных частей тела колеблется в значительных пределах (табл. 49).

## Вес отдельных частей и органов тела кашалота

| Название сырья                                       | Длина 13,45 м,<br>толщина сала<br>в усл. месте № 1<br>11,5 см |                  | Длина 18,0 м,<br>толщина сала<br>в усл. месте № 1<br>12,0 см |                  |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|------------------|
|                                                      | Вес<br>(в кг)                                                 | % к общ.<br>весу | Вес<br>(в кг)                                                | % к общ.<br>весу |
| Полкожное сало . . . . .                             | 4 955,0                                                       | 21,8             | 12 662,5                                                     | 23,7             |
| Ткани головы (без черепа и нижней челюсти) . . . . . | 4 601,0                                                       | 20,4             | 16 100,0                                                     | 30,0             |
| Мясо . . . . .                                       | 5 640,0                                                       | 25,0             | 7 679,5                                                      | 14,5             |
| Череп . . . . .                                      | 1 209,3                                                       | 9,2              | 3 587,0                                                      | 6,8              |
| Позвоночник . . . . .                                | 985,5                                                         | 8,7              | 3 387,0                                                      | 6,4              |
| Нижняя челюсть . . . . .                             | 320,0                                                         | 1,4              | 880                                                          | 1,7              |
| Ребра . . . . .                                      | 965,0                                                         | 4,2              | 2 147,0                                                      | 4,0              |
| Грудные плавники с лопаткой . . . . .                | 485                                                           | 2,1              | 978,0                                                        | 1,9              |
| Грудная кость (Sternum) . . . . .                    | 209,0                                                         | 0,9              | 329                                                          | 0,6              |
| Хвостовые лопасти . . . . .                          | 314                                                           | 1,4              | 715                                                          | 1,3              |
| Внутренности . . . . .                               | 1 282,0                                                       | 5,7              | 199,5                                                        | 4,1              |
| Из них: сердце . . . . .                             | 113,0                                                         | —                | 2 211,0                                                      | —                |
| легкие . . . . .                                     | 161,5                                                         | —                | 317,0                                                        | —                |
| печень и почки . . . . .                             | 331,0                                                         | —                | 368,0                                                        | —                |
| кишки . . . . .                                      | 254,0                                                         | —                | 465,0                                                        | —                |
| Всего . . . . .                                      | 22 664,5                                                      | 100,0            | 53 364,5                                                     | 100,0            |

Таблица 49

Зависимость веса кашалота от его длины  
(по японским данным)

| Вес (в т)              | Длина (в м) |     |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|
|                        | 7,6         | 9,1 | 10,6 | 12,6 | 13,6 | 15,1 | 16,7 | 18,2 |
| Общий вес . . . . .    | 4,5         | 7,3 | 11,3 | 16,5 | 23   | 30,8 | 40,2 | 51,2 |
| Вес 1 пог. ж . . . . . | 0,6         | 0,8 | 1,06 | 1,3  | 1,7  | 2,04 | 2,04 | 2,80 |

## I. Кожа

Толщина кожи доходит до 5 мм, чаще всего она равна 3—4 мм. Кожа кашалота содержит незначительное количество жира-воска (табл. 50).

Таблица 50

Химический состав кожи  
(в %)

| № кашалота        | Влага | Жиро-воск | Белок | Зола |
|-------------------|-------|-----------|-------|------|
| 22 . . . . .      | 75,22 | 3,19      | 20,19 | 1,30 |
| 179 . . . . .     | 75,36 | 1,71      | 21,79 | 1,10 |
| — . . . . .       | 75,82 | 2,19      | 20,49 | 1,30 |
| Среднее . . . . . | 75,47 | 2,36      | 20,78 | 1,23 |

## II. Подкожное сало

Подкожное сало имеет грязновато или серовато-белый цвет. Более плотное сало расположено на голове и хвостовой части туловища кашалота. Исключительно большую плотность имеет сало около глаз и на передней части нижней челюсти. Наименьшую плотность имеет сало, расположенное на брюшной стороне, поблизости от грудных плавников. Необходимо отметить, что сало, находящееся в середине спинного горба и заанального утолщения, обладает очень мягкой консистенцией. По внешнему виду оно близко к спермацетовому салу. В общем, кашалотовое подкожное сало по сравнению с салом других китов имеет значительно более плотную консистенцию.

По толщине, как и по плотности, сало неодинаково; чем тоньше сало, тем оно плотнее. Наиболее толстый слой сала расположен на брюшной стороне поблизости от грудных плавников. Его толщина доходит до 30 см, толщина сала спинного горба — до 50 см. Подкожное сало у хвостового стебля имеет толщину до 6 см.

Измерять толщину сала нами принято в одном условном месте — на боку, на параллели спинного горба (см. рис. 2-г). В таблице 51 указывается толщина сала в этом условном месте (№ 1).

Таблица 51

Толщина сала в условном месте № 1  
(в см)

| 1935 г.           | Средняя | Максимальная | Минимальная |
|-------------------|---------|--------------|-------------|
| Май . . . . .     | 11,60   | 15,8         | 10,0        |
| Июнь . . . . .    | 12,42   | 16,0         | 9,5         |
| Июль . . . . .    | 12,70   | 19,0         | 10,0        |
| Октябрь . . . . . | 14,0    | 18,7         | 10,0        |

Толщина сала в нескольких условных местах колеблется в очень широких пределах (см. табл. 71). В общем, толщина сала возрастает с первого по пятое условное места включительно.

Химический состав. Нами проанализировано подкожное сало от двух кашалотов (табл. 52).

В наглядном виде содержание жира-воска в подкожном салу по отдельным его участкам представлено на рис. 6.

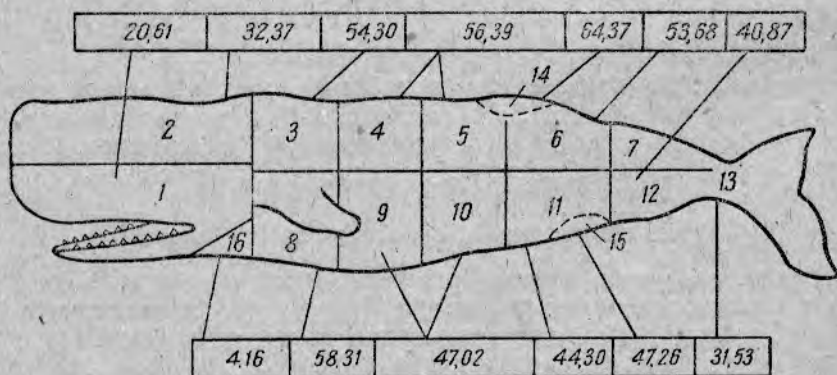


Рис. 6. Содержание жира (в %) в подкожном салу кашалота по отдельным участкам

Содержание жира-воска в сала колеблется от 20 (не считая «сала» прилежащего к нижней части нижней челюсти) до 64%. Более жирное сало расположено в передней части туловища как с брюшной, так и со спинной стороны тела кашалота. Ближе к хвосту жирность сала уменьшается, причем сало спинной стороны туловища жирнее, чем сало, расположенное на нижней боковой стороне тела. Наиболее высокий процент жира-воска содержит сало спинного горба. Наименее жирное сало расположено на передней части нижней челюсти (участок № 16). Это сало имеет очень мало общего с собственно подкожным салом.

Подкожное сало кашалота можно разбить на несколько групп. К первой группе с жирностью до 40% относится подкожное сало головы и хвостового стебля (сало участка № 13), ко второй (с жирностью от 40 до 60%) относится туловищное сало и к третьей группе с жирностью свыше 60%, относится сало спинного горба. Средний состав сала подсчитан с учетом веса сала отдельных его участков.

Таблица 52

Химический состав подкожного сала  
(в %)

| Наименование                   | № участка                                     | Влага | Жиро-воск | Сухой и обезж. остаток |       |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|-------|-----------|------------------------|-------|
| Кашалот № 22 . . . . .         | 1                                             | 51,76 | 20,61     | 27,23                  |       |
|                                | 2                                             | 44,40 | 32,37     | 23,17                  |       |
|                                | 3                                             | 31,10 | 54,30     | 14,70                  |       |
|                                | 4 и 5                                         | 28,68 | 56,39     | 14,58                  |       |
|                                | 6                                             | 31,15 | 53,63     | 14,92                  |       |
|                                | 8                                             | 26,85 | 58,31     | 14,71                  |       |
|                                | 9 и 10                                        | 33,79 | 47,02     | 18,70                  |       |
|                                | 11                                            | 36,18 | 44,30     | 19,16                  |       |
|                                | 7 и 12                                        | 38,08 | 40,87     | 20,77                  |       |
|                                | 13                                            | 46,52 | 31,53     | 21,96                  |       |
|                                | 14                                            | 24,24 | 64,37     | 11,49                  |       |
|                                | 15                                            | 35,55 | 47,26     | 17,14                  |       |
|                                | 16                                            | 62,26 | 4,16      | 23,48                  |       |
|                                | Средний состав подкожн. сала головы . . . . . | —     | 49,47     | 24,25                  | 26,0  |
|                                | То же туловища . . . . .                      | —     | 32,26     | 50,02                  | 15,65 |
|                                | „ всего тела . . . . .                        | —     | 37,01     | 43,91                  | 18,67 |
| Кашалот № 100                  |                                               |       |           |                        |       |
| Подкожн. сало головы . . . . . | —                                             | 47,42 | 27,52     | 25,06*                 |       |
| То же туловища . . . . .       | —                                             | 27,20 | 55,86     | 16,94*                 |       |
| „ всего тела . . . . .         | —                                             | 33,11 | 47,60     | 19,29*                 |       |

Данные табл. 71 показывают колебания содержания жира-воска в сала из условного места № 1 (см. рис. 2-6) в пределах почти 10%. Химический состав сала из пяти условных мест неодинаков. В целом жирность сала с первого по пятое условное место возрастает.

### III. Челюстное и окологлазничное сало

Челюстное сало расположено в каналах развилины нижней челюсти. Сало, расположенное вблизи начала развилины, водянистое и нежирное. Отступя дальше от развилины челюсти, жирность увеличивается. Состав этого сала приведен в табл. 53.

Ближе к окончанию головы канал челюсти закрыт костью не со всех сторон, а лишь с одной стороны. К челюсти со стороны открытого канала прилегает окологлазничное сало. Это сало в челюсти содер-

жится в наибольшем количестве. Количество же челюстного сала небольшое.

Таблица 53  
Химический состав челюстного и околочелюстного сала  
(в %)

| Наименование                  | № кашалота | Влага | Жиро-воск | Сухой и обезж. остаток |
|-------------------------------|------------|-------|-----------|------------------------|
| Челюстное сало . . . . .      | 460        | 10,45 | 86,50     | 3,05*)                 |
| Околочелюстное сало . . . . . | 460        | 8,03  | 90,68     | 4,29*)                 |
| То же . . . . .               | 179        | 7,45  | 91,15     | 1,40*)                 |

Челюстное и околочелюстное сало желтоватого цвета и обладает мягкой консистенцией.

#### IV. Спермацетовое сало

Спермацетовое сало находится в голове. Сало заключено в мешке и ячеях (табл. 54).

Таблица 54  
Химический состав спермацетового сала  
(в %)

| Наименование                                      | Влага | Жиро-воск | Сухой и обезж. остаток | № кашалота |
|---------------------------------------------------|-------|-----------|------------------------|------------|
| Спермацетовое сало, заключенное в мешке . . . . . | 1,96  | 96,99     | 1,05*)                 | 19         |
| То же . . . . .                                   | 1,83  | 97,40     | 0,77*)                 | 29         |
| То же заключ. в ячеях . . . . .                   | 2,30  | 97,16     | 0,54*)                 | 19         |
| То же . . . . .                                   | 1,84  | 97,60     | 0,56*)                 | 29         |

#### V. Кость

Позвоночник. Кость позвоночника имеет в поперечном сечении до 32 × 35 см. Химический состав равных по длине отдельных участков позвоночника приведен в табл. 55.

Таблица 55  
Химический состав позвоночника  
(в %)

| Кашалот № 179                                               | Влага | Жиро-воск | Белок   | Зола  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|-------------------------------------------------------------|-------|-----------|---------|-------|-------------------------------|
| Кость участка позвоночника № 1 от хвоста к голове . . . . . | 12,98 | 47,10     | 14,19   | 25,70 | 15,42                         |
| То же № 2 . . . . .                                         | 10,59 | 53,24     | 12,6*)  | 23,57 | —                             |
| „ № 3 . . . . .                                             | 11,26 | 52,39     | 13,40   | 22,86 | 13,14                         |
| „ № 4 . . . . .                                             | 11,27 | 53,90     | 10,63*) | 24,20 | —                             |
| „ № 5 . . . . .                                             | 11,15 | 53,27     | 11,23   | 24,31 | 10,02                         |
| „ № 6 . . . . .                                             | 10,97 | 52,49     | 9,95*)  | 26,59 | —                             |
| „ № 7 . . . . .                                             | 36,29 | 19,24     | 19,99   | 24,41 | 8,72                          |
| „ № 8 . . . . .                                             | 37,16 | 15,40     | 21,66*) | 25,78 | —                             |
| „ № 9 . . . . .                                             | 37,97 | 13,48     | 21,50   | 26,90 | 10,86                         |
| Среднее . . . . .                                           | 19,95 | 40,05     | 15,02   | 24,92 | 11,62                         |
| Хвостовая часть позвоночника (1—6)                          | 11,36 | 52,06     | 12,0    | 24,54 | 12,86                         |
| Головная часть позвоночника (7—9)                           | 37,14 | 16,04     | 21,05   | 25,67 | 9,79                          |

Из приведенных данных видно, что содержание жира-воска в позвоночнике по направлению от хвоста к голове сперва увеличивается, затем становится почти постоянным, колеблясь лишь в пределах от 52 до 53%.

Верхняя челюсть. Кость верхней челюсти имеет ширину в передней части до 45 см, а на параллели глаза — свыше 160 см. Толщина кости равна 20—25 см.

Передняя часть челюсти проанализирована по четырем участкам одинаковой длины. Эти анализы показали, что содержание жира возрастает по направлению от переднего к заднему концу челюсти.

В табл. 56 указывается средний состав передней части челюсти.

Таблица 56

Химический состав верхней челюсти и ребер  
(в %)

| Наименование                     | Влага  | Жир    | Белок  | Зола   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|
| <b>Кашалот № 179</b>             |        |        |        |        |                               |
| Передняя часть челюсти . . . . . | 16,28  | 45,20  | 12,63  | 25,92  | 12,58                         |
| Задняя " " . . . . .             | 17,27— | 50,61— | 10,64— | 21,48— | —                             |
|                                  | —26,33 | —33,52 | —14,30 | —25,85 | —                             |
| Ребра, колебания . . . . .       | 17,15— | 14,55— | 16,62— | 30,28— | 11,62—                        |
|                                  | —21,32 | —35,11 | —22,47 | —41,66 | —15,02                        |
| Среднее ребер . . . . .          | 19,36  | 26,20  | 20,00  | 34,47  | 12,35                         |

Кость задней части челюсти может быть разбита на две зоны: одна из этих зон характеризуется повышенной жирностью, хрупкостью и меньшей прочностью кости; другая зона характеризуется большой прочностью.

Химический состав отдельных ребер одного и того же кита неоднороден. Так, например, содержание жира колеблется от 14,55 до 35,11%.

## VI. Мясо

Мясо крупноволокнистое, очень темного, почти черного цвета.

Химический состав мяса кашалотов, добытых в разное время года, почти однороден. Мясо вдоль позвоночника, со стороны спины и брюха, содержит жира-воска всего 2—3%. Несколько больше содержится жира-воска в мясе на ребрах (табл. 57).

Таблица 57

Химический состав мяса  
(в %)

| Наименование                                 | Влага | Жиро-воск | Белок   | Зола | № кашалота | Месяцы  |
|----------------------------------------------|-------|-----------|---------|------|------------|---------|
| Спинальное мясо . . . . .                    | 73,88 | 1,84      | 22,88   | 1,16 | 29         | Июнь    |
| " " . . . . .                                | 73,68 | 2,84      | 22,12   | 0,97 | 179        | Июль    |
| " " . . . . .                                | 72,97 | 2,50      | 23,45*) | 1,08 | 460        | Октябрь |
| Мясо с нижней стороны позвоночника . . . . . | 75,67 | 1,18      | 21,66   | 1,12 | 29         | Июнь    |
| То же . . . . .                              | 73,66 | 2,79      | 22,29   | 1,03 | 179        | Июль    |
| " " . . . . .                                | 73,18 | 1,82      | 23,93*) | 1,07 | 460        | Октябрь |
| Мясо с брюха . . . . .                       | 71,55 | 5,75      | 21,37   | 1,29 | 29         | Июнь    |
| " " ребер . . . . .                          | 69,20 | 8,47      | 21,01   | 1,39 | 29         | Июнь    |



## VII. Внутренности

Результаты анализа отдельных внутренностей приведены в табл. 58.

Таблица 58

**Химический состав внутренностей**  
(в %)

| Наименование      | Влага | Жиро-воск | Белок | Зола | № кашалота |
|-------------------|-------|-----------|-------|------|------------|
| Легкие . . . . .  | 77,89 | 2,80      | 17,37 | 1,88 | 29;179     |
| Печень . . . . .  | 73,23 | 5,45      | 19,46 | 1,90 | 29;179     |
| Сердце . . . . .  | 78,42 | 7,11      | —     | —    | 179        |
| Желудок . . . . . | 80,36 | 1,96      | —     | —    | 179        |
| Кишки . . . . .   | 68,64 | 15,16     | —     | —    | 179        |

Содержание жира-воска во внутренностях невысокое, за исключением кишок, которые содержат около 15% жира-воска.

## VIII. Хвостовые лопасти и грудные плавники

Эти части тела кашалота имеют очень упругую, плотную ткань беловато-серого цвета (табл. 59).

Таблица 59

**Химический состав конечностей**  
(в %)

| Наименование                | Влага | Жиро-воск | Белок | Зола | № кашалота |
|-----------------------------|-------|-----------|-------|------|------------|
| Хвостовые лопасти . . . . . | 50,57 | 21,18     | 27,26 | 0,68 | 179        |
| Грудные плавники . . . . .  | 60,71 | 8,22      | 30,32 | 0,64 | 179        |

## Физические и химические свойства жира-воска

### Подкожный жир

Физические и химические свойства подкожного жира-воска определялись по отдельным участкам подкожного сала (см. рис. 2). Результаты анализа жира-воска приведены в табл. 60—63.

Таблица 60

**Физические и химические свойства подкожного жира-воска**

| Кашалот № 22                        | № участка сала | Кисл. число | Уд. вес 25°C | Число омыления | Иодное число | Рефракция 40°C | Неомыл. вещества |
|-------------------------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------------|----------------|------------------|
| Жиро-воск подкожного сала . . . . . | 1              | 0,52        | 0,8815       | 144,9          | 78,98        | 1,4580         | 29,00            |
| То же . . . . .                     | 2              | 0,36        | 0,8738       | 127,9          | 84,60        | 1,4588         | 34,51            |
| " . . . . .                         | 3              | 0,20        | —            | 126,5          | 81,20        | 1,4582         | —                |
| " . . . . .                         | 4—5            | 0,27        | 0,8722       | 124,9          | 84,01        | 1,4590         | 34,39            |
| " . . . . .                         | 6              | 0,29        | 0,8685       | 118,3          | 83,80        | 1,4589         | 37,15            |
| " . . . . .                         | 7 и 12         | 0,62        | —            | 118,4          | 87,03        | 1,4580         | —                |
| " . . . . .                         | 8              | 0,19        | —            | 128,1          | 83,44        | 1,4585         | —                |
| " . . . . .                         | 9—10           | 0,28        | —            | 123,1          | 85,01        | 1,4586         | —                |
| " . . . . .                         | 11             | 0,20        | —            | 122,1          | 85,75        | 1,4586         | —                |
| " . . . . .                         | 13             | 0,40        | 0,8727       | 126,7          | 89,05        | 1,4596         | —                |
| " . . . . .                         | 14             | 0,23        | 0,8684       | 118,9          | 79,97        | 1,4580         | 43,50            |
| " . . . . .                         | 15             | 0,29        | —            | 118,9          | 82,62        | 1,4582         | 42,11            |
| " . . . . .                         | 16             | 1,32        | —            | 139,8          | 71,62        | 1,4580         | —                |

Физические и химические свойства подкожного жира-воска одного и того же кита колеблются в значительных пределах, так например, уд. вес колеблется от 0,8684 до 0,8815, число омыления от 118,3 до 144,9, иодное число от 71,62 до 87,03 и неомыляемые вещества от 29,0 до 43,50%.

Жиро-воск подкожного сала участков № 1 и № 16 наиболее резко отличается от жира-воска других участков сала. В жира-воске спинного и заанального утолщения (сало № 14 и 15) содержатся неомыляемые вещества в наибольшем количестве (табл. 60).

Таблица 61

Физические и химические свойства спермацета и челюстного жира-воска

| Наименование                      | № кашалота | Кисл. число | Уд. вес | Число омыления | Иодное число | Рефракция | Неомыл. вещества (в %) |
|-----------------------------------|------------|-------------|---------|----------------|--------------|-----------|------------------------|
| Спермацетов. сало мешка . . . . . | 19         | 0,46        | 0,8647  | 143,3          | 52,52        | 1,4491    | 35,00                  |
| То же . . . . .                   | 29         | 0,30        | 0,8576  | 137,1          | 50,33        | 1,4483    | 44,95                  |
| Спермацетовое сало ячеи . . . . . | 19         | 0,22        | 0,8506  | 125,8          | 40,05        | 1,4460    | 44,24                  |
|                                   | 29         | 0,18        | 0,8552  | 132,3          | 51,73        | 1,4482    | 44,22                  |
| Челюстной жир . . . . .           | 460        | 0,16        | 0,8688  | 145,9          | 61,98        | 1,4554    | 32,06                  |

Костные жиры. Наибольшее колебание наблюдается в величине числа омыления и содержании неомыляемых веществ. Жир верхней челюсти содержит наиболее высокий процент неомыляемых веществ (табл. 62).

Таблица 62

Физические и химические свойства жира-воска, содержащегося в костях, мясе и во внутренностях

| Наименование                   | № кашалота   | Кисл. число | Число омыл. | Иодное число | Рефракция | Неомыл. вещества | Удельный вес |
|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-----------|------------------|--------------|
| Позвоночник . . . . .          | 29           | 0,54        | 132,2       | 66,67        | 1,4560    | —                | —            |
| Верхняя челюсть . . . . .      | 29           | 0,50        | 129,5       | 68,75        | 1,4574    | —                | —            |
| Ребра . . . . .                | 29           | 0,64        | 122,7       | 70,42        | 1,4572    | —                | —            |
| Позвоночник . . . . .          | 179          | 0,35        | 128,8       | 67,4         | 1,4571    | 38,13            | 0,8714       |
| Верхняя челюсть . . . . .      | 179          | 0,39        | 123,3       | 68,2         | 1,4573    | 40,85            | 0,8710       |
| Ребра . . . . .                | 179          | 0,40        | 123,1       | 70,61        | 1,4571    | —                | 0,8707       |
| Спинное мясо . . . . .         | 29; 179; 460 | 3,27        | 137,0       | 74,4         | 1,4558    | —                | —            |
| Мясо с нижней стор. позвоночн. | 29; 179      | 3,96        | 140,1       | 70,9         | 1,4642    | —                | —            |
| Мясо с брюха . . . . .         | 29           | 1,54        | 132,7       | 68,11        | 1,4597    | —                | —            |
| Печень . . . . .               | 29           | 31,23       | 166,2       | 107,8        | 1,4750    | —                | —            |
| Сердце . . . . .               | 29           | 0,71        | 150,6       | 65,19        | 1,4580    | —                | —            |
| „ . . . . .                    | 29           | —           | 154,2       | 80,02        | 1,4772    | —                | —            |

Жиро-воск печени характеризуется более высоким числом омыления и иодным числом.

Жиры условных мест подкожного сала. Как изменяются физические и химические свойства жира-воска по отдельным кашалотам, можно видеть из табл. 63.

## Физические и химические свойства жира-воска из условных мест подкожного сала

| Наименование                       | № кашалота | Кислотное число | Уд. вес | Число омыления | Иодное число | Рефракция | Неомыл. вещества |
|------------------------------------|------------|-----------------|---------|----------------|--------------|-----------|------------------|
| Жир из условного места № 1         | 18         | 0,70            | 0,8769  | 132,8          | 87,8         | 1,4594    | 34,48            |
| Жиро-воск из 5 усл. мест . . . . . | 143        | 0,24            | 0,8801  | 136,5          | 84,5         | 1,4593    | 37,55            |
| Средн. . . . .                     | 144        | 0,28            | 0,8754  | 126,6          | 88,4         | 1,4582    | 34,43            |
| " . . . . .                        | 179        | 0,37            | 0,8754  | 130,7          | 81,9         | 1,4592    | 35,39            |
| " . . . . .                        | 187        | 0,24            | 0,8808  | 130,4          | 82,2         | 1,4584    | 34,85            |
| " . . . . .                        | 460        | 0,26            | 0,8747  | 122,1          | 82,5         | 1,4584    | 34,73            |

## Химический состав боттленоса

Боттленосы встречаются в Японском, Охотском и Беринговом морях. Места скопления боттленосов пока известны следующие: Кроноцкий залив, Авачинский залив, Командорские острова, Олоторский залив. Северной границей распространения боттленоса, как и для кашалота, является мыс Наварин (62°63' с. ш.) (табл. 64).

Таблица 64

## Добыча и длина боттленосов

|                              | 1932 г. | 1933 г. | 1934 г. | 1935 г. | 1936 г. | Всего |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Всего добыто китов . . . . . | 22      | 202     | 339     | 487     | 501     | 1 551 |
| Из них боттленосов . . . . . | —       | 1       | 6       | 3       | 1       | 11    |
| Длина (в м) средн. . . . .   | —       | 10,2    | 9,6     | 10,1    | 11,1    | —     |

Результаты взвешивания отдельных частей тела боттленоса, длиной 11,1 м следующие:

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| Сало . . . . .          | 5 634 кг |
| Мясо спинное . . . . .  | 2 248 "  |
| Внутренности . . . . .  | 683 "    |
| Из них сердце . . . . . | 54 "     |
| " легкие . . . . .      | 281 "    |
| " печень . . . . .      | 64,5 "   |

Выход жира. Средняя длина боттленосов равна приблизительно 10 м. При этой длине выход жира в 1935 г. из одного боттленоса в среднем составил из сала 17 ц, костей — 10 ц, всего 27 ц. Таким образом, боттленос дает сравнительно большое количество жира.

## Кожа

Кожа боттленоса как и у других китов так же непрочна и легко рвется. Состав кожи приведен в табл. 65.

Подкожное, челюстное и околочелюстное сало. Химический состав подкожного сала определен по четырем участкам. Результаты анализа приведены в табл. 65. В этой же таблице приведены данные химического анализа сала из условных мест.

Химический состав кожи, подкожного, челюстного и окологлазничного сала  
(в %)

| Наименование                                                                                  | № бот-<br>тленоса | Влага | Жир <sup>1)</sup> | Сухой<br>остаток | Белок |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------------------|------------------|-------|
| Кожа, средн. . . . .                                                                          | 15 и 128          | 72,10 | 5,84              | 1,24<br>(зола)   | 21,40 |
| I. Подкожное сало                                                                             |                   |       |                   |                  |       |
| От хвоста до спинного плавника . . . . .                                                      | 15                | 16,26 | 76,62             | 7,12*            | —     |
| От спинного плавника до грудных<br>плавников, верхней боковой сто-<br>роны туловища . . . . . | 15                | 16,75 | 75,26             | 7,99*            | —     |
| То же, нижней боковой стороны<br>туловища . . . . .                                           | 15                | 16,51 | 76,36             | 7,03             | —     |
| Сало от грудных плавников до кон-<br>ца туловища . . . . .                                    | 15                | 14,08 | 78,71             | 7,21*            | 7,25  |
| Сало условных мест                                                                            |                   |       |                   |                  |       |
| Подкожное сало, усл. место № 1 . . . . .                                                      | 128               | 17,59 | 73,63             | 8,78*            | 8,58  |
| То же № 2 . . . . .                                                                           | 128               | 19,15 | 71,71             | 9,14*            | —     |
| „ № 3 . . . . .                                                                               | 128               | 18,72 | 71,29             | 9,99*            | —     |
| „ № 4 . . . . .                                                                               | 128               | 15,99 | 77,27             | 6,74*            | —     |
| „ № 5 . . . . .                                                                               | 128               | 14,56 | 77,88             | 7,56*            | 6,99  |
| II. Челюстное сало . . . . .                                                                  | 15                | 3,03  | 95,96             | 18,1             | —     |
| III. Окологлазничное сало . . . . .                                                           | 15                | 6,73  | 91,14             | 2,13*            | —     |

Челюстное и окологлазничное сало, в отличие от подкожного сала, наиболее сильно насыщено жиром (табл. 65).

Таблица 66

## Химический состав костей, мяса, внутренностей и конечностей (в %)

| Наименование                          | № ботле-<br>носа | Влага | Жир <sup>1)</sup> | Белок | Зола  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|---------------------------------------|------------------|-------|-------------------|-------|-------|-------------------------------|
| Позвоночник . . . . .                 | 15               | 32,33 | 23,28             | 20,64 | 23,85 | —                             |
| Позвоночник . . . . .                 | 128              | 18,86 | 28,49             | 15,86 | 36,46 | 11,53                         |
| Ребра . . . . .                       | 128              | 15,37 | 29,10             | 18,09 | 36,88 | 12,48                         |
| Мясо спинное . . . . .                | 15               | 71,55 | 1,81              | 24,47 | 1,13  | 0,38                          |
| То же . . . . .                       | 128              | 69,72 | 2,62              | 26,16 | 0,94  | —                             |
| Мясо с нижней стороны позвон. . . . . | 15               | 70,65 | 2,89              | 25,28 | 0,92  | 0,38                          |
| То же . . . . .                       | 128              | 71,25 | 1,91              | 25,01 | 1,26  | —                             |
| Мясо с ребер . . . . .                | 128              | 71,23 | 3,06              | 24,44 | 0,96  | —                             |
| Легкие, средн. . . . .                | 15; 128          | 75,16 | 6,10              | 17,74 | 1,15  | —                             |
| Сердце, средн. . . . .                | 15; 128          | 77,98 | 3,14              | 17,12 | 1,22  | 0,66                          |
| Печень, средн. . . . .                | 15; 128          | 79,09 | 1,82              | 16,75 | 1,24  | 0,30                          |
| Хвостовой плавник . . . . .           | 15               | 51,20 | 15,04             | 32,27 | 0,58  | —                             |

Мясо, печень, сердце и легкие содержат небольшое количество жира. Хвостовые плавники отличаются высоким содержанием белка (табл. 66).

1) Жиры боттленоса и косатки по своей природе являются жиро-воском.

## Физические и химические свойства жиров

Физические и химические свойства жиров боттленоса приведены в табл. 67. Из этой таблицы видно, что свойства жиров, содержащихся в различных тканях тела, неодинаковы.

Таблица 67

Физические и химические свойства жиров боттленоса

| Наименование                                                            | № боттле-носа | Кислотн. число | Число омы-ления | Иолное число | Рефракц. 25°С | Удельный вес 25°С | % немыл. веществ |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|-------------------|------------------|
| Подкожный жир сала от хвоста до спинного плавника . . . . .             | 15            | 0,12           | 118,1           | 94,32        | 1,4651        | 0,8703            | 41,54            |
| То же, от спин. плавника до грудного плавн. верхн. стороны туловища . . | 15            | 0,13           | 118,3           | 98,81        | 1,4661        | 0,8733            | 39,13            |
| То же, от нижней стороны туловища .                                     | 15            | 0,13           | 115,4           | 92,20        | 1,4650        | 0,8689            | 39,56            |
| То же, от грудных плавников до кон-ца туловища . . . . .                | 15            | 0,15           | 120,0           | 100,9        | 1,4660        | 0,8730            | 40,01            |
| Челюстное сало . . . . .                                                | 15            | 0,20           | 200,5           | 16,24        | 1,4534        | 0,8897            | 25,35            |
| Околочелюстное сало . . . . .                                           | 15            | 0,12           | 216,0           | 21,44        | 1,4545        | 0,8987            | 20,21            |
| Позвоночник . . . . .                                                   | 15            | 3,02           | 112,8           | 77,24        | 1,4618        | 0,8664            | 46,62            |
| Жир хвостовых лопастей . . . . .                                        | 15            | 0,24           | 113,7           | 92,09        | 1,4632        | 0,8651            | —                |
| Жир из 5-условных мест (средн.) . . .                                   | 128           | 0,15           | 124,0           | 99,9         | 1,4665        | 0,8736            | 32,51            |
| Позвоночник . . . . .                                                   | 128           | 4,91           | 110,6           | 77,65        | 1,4629        | 0,8661            | —                |
| Ребра . . . . .                                                         | 128           | 0,49           | 113,7           | 77,92        | 1,4632        | 0,8677            | —                |

### Химический состав косатки

Добыча косаток в СССР, несмотря на их значительные запасы, не организована и носит случайный характер. За время работы флотилии с 1932 по 1936 г. добыто всего пять косаток, из них в 1935 г. 3 шт. Средняя длина косаток, добытых в 1935 г., равна 6,93 м, в 1936 г. — 7,5 м.

Выход жира с одной косатки в среднем составил в 1935 г. 7,5 ц (из них подкожного жира 4,5 ц), в 1936 г. — 9,5 ц.

Кожа. Состав кожи приведен в табл. 68, ее толщина равна 5—6 мм.

Подкожное, головное и челюстное сало. Химическому анализу подвергалось подкожное сало из 5 условных мест.

Результаты анализа сала приведены в табл. 68.

Таблица 68

Химический состав подкожного сала и кожи  
(в %)

| Наименование                              | № косатки | Толщина сала (в см) | Влага | Жир   | Сухой остаток | Белок |
|-------------------------------------------|-----------|---------------------|-------|-------|---------------|-------|
| Подкожн. сало из усл. места № 1 . . . . . | 444       | 8,0                 | 30,07 | 63,48 | 6,45          | —     |
| То же № 2 . . . . .                       | 444       | 7,7                 | 24,77 | 67,53 | 7,70          | 7,45  |
| „ № 3 . . . . .                           | 444       | 6,8                 | 27,90 | 64,30 | 7,80          | 7,61  |
| „ № 4 . . . . .                           | 444       | 7,2                 | 20,60 | 70,8  | 8,60          | 6,24  |
| „ № 5 . . . . .                           | 444       | 7,4                 | 24,30 | 67,50 | 8,20          | 7,9   |
| Среднее . . . . .                         | —         | 7,4                 | 25,53 | 66,72 | 7,75          | 7,3   |
| Головное сало . . . . .                   | 444       | —                   | 14,14 | 82,90 | 2,96          | 2,80  |
| Челюстное сало . . . . .                  | 444       | —                   | 19,80 | 78,46 | 1,74          | —     |
| Кожа . . . . .                            | 444       | 5—6 мм              | 72,25 | 5,39  | 1,18          | 21,07 |
| Подк. сало из 5 усл. мест (среднее) . . . | 446       | 6,1                 | 21,90 | 68,59 | 9,43          | —     |

Наиболее высокое содержание жира наблюдается в головном и челюстном сале.

Участки позвоночника, химический состав которых определен, расположены в табл. 69 по направлению от хвоста к голове. Химический состав позвоночника резко колеблется. Содержание жира в нем по направлению от хвоста к голове уменьшается, вместе с этим увеличивается количество влаги. Содержание белка, золы, фосфора также изменяется, но сравнительно в небольших пределах (табл. 69).

Таблица 69  
Химический состав позвоночника, мяса, внутренностей и хвостовых лопастей (в %)

| Наименование                                 | № котаги | Влага | Жир   | Белок | Зола  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|----------------------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| Кость позвоночника, участок № 1 . . . . .    | 444      | 10,60 | 41,38 | 20,74 | 27,15 | 11,90                         |
| То же № 3 . . . . .                          | 444      | 34,54 | 18,89 | 21,13 | 25,30 | 12,36                         |
| „ № 4 . . . . .                              | 444      | 39,58 | 14,91 | 18,04 | 27,42 | 13,92                         |
| „ № 5 . . . . .                              | 444      | 42,11 | 12,85 | 17,21 | 28,66 | 13,60                         |
| „ № 6 . . . . .                              | 444      | 45,31 | 7,37  | 16,55 | 29,54 | 13,86                         |
| „ № 7 . . . . .                              | 444      | 47,60 | 4,45  | 15,30 | 32,15 | 14,76                         |
| Свиное мясо . . . . .                        | 445      | 67,76 | 6,74  | 24,26 | 1,19  | 0,66                          |
| Мясо с нижней стороны позвоночника . . . . . | 445      | 66,45 | 10,59 | 21,63 | 0,99  | 0,42                          |
| Сердце . . . . .                             | 445      | 83,50 | 4,61  | 10,15 | 1,74  | —                             |
| Легкие . . . . .                             | 445      | 78,52 | 2,34  | 17,3  | 1,17  | —                             |
| Печень . . . . .                             | 445      | 71,54 | 5,85  | 20,2  | 1,41  | 0,52                          |
| Желудок . . . . .                            | 445      | 73,20 | 3,88  | 20,1  | 1,13  | —                             |
| Кишки . . . . .                              | 445      | 79,80 | 5,75  | 12,46 | 1,40  | —                             |
| Хвостовые лопасти . . . . .                  | 445      | 60,21 | 6,72  | 32,19 | 0,72  | —                             |

Таблица 70  
Физические и химические свойства жиров

| Наименование                                     | № котаги | Кислое число | Число омыления | Иодное число | Рефракция 25°C | Уд. вес 25°C |
|--------------------------------------------------|----------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| Подкожный жир усл. места № 1 . . . . .           | 444      | 0,33         | 184,7          | 93,72        | 1,4681         | 0,9111       |
| То же № 2 . . . . .                              | 444      | 0,16         | 185,9          | 89,79        | —              | 0,9076       |
| „ № 3 . . . . .                                  | 444      | 0,20         | 187,1          | 92,79        | 1,4680         | 0,9092       |
| „ № 4 . . . . .                                  | 444      | 0,22         | 190,9          | 93,14        | 1,4679         | 0,9115       |
| „ № 5 . . . . .                                  | 444      | 0,20         | 182,3          | 90,02        | 1,4679         | 0,9061       |
| Подкожный жир из 5 усл. мест (среднее) . . . . . | 446      | 0,37         | 179,0          | 97,6         | 1,46795        | 0,9068       |
| Головной жир . . . . .                           | 445      | 0,21         | 296,3          | 13,30        | 1,4479         | 0,9226       |
| Челюстной жир . . . . .                          | 445      | 0,20         | 298,8          | 15,92        | 1,4487         | 0,9313       |
| Жир груди плавников . . . . .                    | 445      | 0,28         | 126,1          | 84,38        | 1,4650         | 0,9220       |
| Жир позвоночника . . . . .                       | 444      | 0,34         | 190,9          | 106,0        | 1,4690         | 0,9215       |

Головной и челюстной жиры по своим свойствам резко отличаются от остальных жиров. Они обладают очень высоким числом омыления и сильно пониженным иодным числом (табл. 70).

### Условный коэффициент упитанности китов

Судить об упитанности только по толщине сала из одного усл. места № 1 затруднительно, что подтверждают результаты химического анализа сала.

Эти анализы показали, что при равной или близкой толщине слоя сала содержание жира широко колеблется. Так например, при толщине сала в 8; 8,2 и 8,3 см жирность соответственно равна 79,54; 70,36 и 74,61%.

У некоторых китов, как нами установлено, содержится в более толстом слое сала меньше жира, чем в более тонком слое; так например, при толщине сала в 5 и 7 см жирности соответственно равна 65,29 и 63,89%; у других экземпляров содержание жира в сала при его толщине в 7 см отмечено более высокое, чем в более тонком слое. Приведенные данные говорят о том, что кроме измерения толщины сала необходимо определять в нем содержание жира. Однако измерения толщины и определения жирности сала из одного усл. места также недостаточно при установлении относительной упитанности китов.

Данные, приведенные в табл. 71, показывают широкое колебание толщины и жирности сала из нескольких усл. мест. Отклонение средней толщины и жирности сала относительно одного усл. места, например № 1, неодинаково; у одних экземпляров это отклонение бывает большим, у других — менее значительным. Так например, средняя толщина и жирность сала финвала соответственно колеблется по отношению к усл. месту № 1 от 75,5 до 91,7 и от 85,6 до 93,9%. Такая же картина наблюдается и у других китов. Таким образом, упитанность китов, имеющих одинаковую толщину и жирность сала из одного усл. места, может быть различной.

Таблица 71  
Толщина и химический состав подкожного сала из условных мест

| Название кита       | № усл. места | Толщина сала (в см) | Влага (в %) | Жир (в %)   | Сухой остаток (в %) |
|---------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|
| Финвал . . . . .    | 1            | 5,0—11,5            | 12,11—30,6  | 57,3 —88,95 | 3,71—14,0           |
| " . . . . .         | 2            | 3,5—8,7             | 14,97—33,05 | 55,88—80,23 | 4,8 —11,69          |
| " . . . . .         | 3            | 4,0—9,5             | 17,51—29,65 | 62,65—75,46 | 6,34—12,59          |
| " . . . . .         | 4            | 3,0—7,3             | 21,44—34,39 | 59,33—71,22 | 8,88—13,58          |
| Кашалот . . . . .   | 1            | 9,5—16,1            | 32,70—38,77 | 41,6 —51,15 | 14,4 —19,1          |
| " . . . . .         | 2            | 12,5—16,0           | 26,79—32,95 | 52,76—59,61 | 13,60—14,78         |
| " . . . . .         | 3            | 13,2—14,5           | 28,74—38,06 | 47,28—53,50 | 14,66—17,76         |
| " . . . . .         | 4            | 12,7—16,1           | 30,57—31,49 | 52,49—56,18 | 12,37—16,02         |
| " . . . . .         | 5            | 21,0—24,0           | 21,54—30,78 | 58,78—72,50 | 5,96—10,44          |
| Горбач . . . . .    | 1            | 8,2—18,8            | 18,34—30,65 | 58,76—77,41 | 4,2 —12,3           |
| " . . . . .         | 2            | 9,0—17,7            | 19,04—33,64 | 53,06—76,16 | 5,1 —14,43          |
| " . . . . .         | 3            | 10,0—18,5           | 18,89—32,08 | 55,81—72,35 | 7,29—14,8           |
| " . . . . .         | 4            | 8,8—16,0            | 19,25—33,7  | 52,18—70,73 | 7,29—14,8           |
| Серый кит . . . . . | 1            | 10,7—18,0           | 17,14—28,95 | 59,18—73,40 | 9,46—11,87          |
| " . . . . .         | 2            | 10,5—18,5           | 14,49—27,52 | 60,58—75,72 | 9,79—12,73          |
| " . . . . .         | 3            | 9,3—19,5            | 23,85—27,50 | 60,14—69,05 | 10,47—12,46         |
| " . . . . .         | 4            | 8,5—11,2            | 21,70—29,20 | 58,19—69,15 | 8,48—12,33          |
| " . . . . .         | 5            | 11,2—22,5           | 24,49—26,31 | 6,15—72,32  | 9,02—12,17          |

Сказанное выше говорит о необходимости разработки новой методики по установлению относительной упитанности китов. До разработки этой методики более правильно определять относительную упитанность путем измерения толщины и определения жирности сала из нескольких условных мест. Среднее значение толщины и жирности сала может быть принято за относительный коэффициент упитанности китов. Определение этого коэффициента особых затруднений не представляет.

## Основные пути использования китового сырья, нормативы веса китов и выходы продукции

Технической конференцией, состоявшейся в 1937 г. при Дальневосточном зверобойном тресте, установлены для китов средней длины приводимые ниже нормативы веса (табл. 72).

Таблица 72  
Нормативы веса отдельных частей тела китов

| Название кита                                    | Финвал |       | Горбач |       | Серый  |       | Кашалот |       |
|--------------------------------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|
|                                                  | 18,5   |       | 12,0   |       | 12,0   |       | 15,0    |       |
| Название сырья                                   | в ц    | в %   | в ц    | в %   | в ц    | в %   | в ц     | в %   |
| Подкожное сало . . . . .                         | 43,5   | 12,24 | 37     | 14,66 | 55     | 27,3  | 85      | 24,22 |
| Язык . . . . .                                   | 10     | 2,80  | 8      | 3,18  | —      | —     | —       | —     |
| Брюшина . . . . .                                | 40     | 11,27 | 28     | 11,10 | —      | —     | —       | —     |
| Спермац. сало мешка и ячей                       | —      | —     | —      | —     | —      | —     | 12      | 3,41  |
| Внутреннее сало . . . . .                        | —      | —     | —      | —     | —      | —     | 18      | 5,12  |
| Жирное мясо, подкожное сало . . . . .            | 1,5    | 0,42  | 2,5    | 0,99  | 1,5    | 0,75  | —       | —     |
| Кости, мяс. ткань головы, реберн. мясо, плавники | 1      | 0,28  | 1      | 0,39  | —      | —     | 1,5     | 0,42  |
| Внутренности . . . . .                           | 120    | 33,79 | 100    | 39,64 | 80     | 39,7  | 135     | 38,4  |
| Мясо . . . . .                                   | 28     | 7,89  | 20     | 7,92  | 25     | 12,4  | 15      | 4,3   |
| Жилы головы . . . . .                            | 110    | 30,97 | 55     | 21,8  | 40     | 19,9  | 65      | 18,5  |
| Ус . . . . .                                     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | 20      | 5,7   |
| Зубы . . . . .                                   | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| Общий вес (в ц) . . . . .                        | 355,2  | 100,0 | 252,3  | 100,0 | 201,58 | 100,0 | 351,6   | 100,0 |

Кожа китов, как уже отмечалось, непригодна в качестве кожевенного сырья. Она может быть использована для приготовления кормовых или удобрительных продуктов.

Сало. Подкожное и внутреннее сало используется для получения жиров и жиро-воска и спермацета (кашалот). Выход этой продукции указывается в табл. 73.

Таблица 73  
Выход жира из отдельных частей тела китов  
(в ц)

| Название китов    | Месяцы                   | Жир из сала и языка |                  |                 | Жир из костей, мясной ткани головы, реберного мяса и спермацетового сала кашалота |                |                 |
|-------------------|--------------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
|                   |                          | 1934 г.             | 1935 г.          | 1936 г.         | 1934 г.                                                                           | 1935 г.        | 1936 г.         |
| Финвал . . . . .  | Май—ноябрь . . . . .     | 15,30—<br>—36,40    | 30,40—<br>—47,90 | 28,4—<br>—39,5  | 24,90—<br>—42,6                                                                   | 27,0—<br>—40,0 | 22,31—<br>—40,1 |
|                   | Среднее . . . . .        | 27,20               | 35,60            | 31,96           | 32,0                                                                              | 32,4           | 29,95           |
| Кашалот . . . . . | Апрель—октябрь . . . . . | 35,9—<br>—40,9      | 40,8—<br>—46,3   | 12,62—<br>—48,0 | 45,5—<br>—61,4                                                                    | 52,0—<br>—61,5 | 17,68—<br>—69,2 |
|                   | Среднее . . . . .        | 38,0                | 44,3             | 36,1            | 51,0                                                                              | 57,60          | 44,9            |



| Название китов | Месяцы                                   | Жир из сала и языка |           |         | Жир из костей, мясной ткани головы, реберного мяса и спермацетового сала кашалота |         |         |
|----------------|------------------------------------------|---------------------|-----------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                |                                          | 1934 г.             | 1935 г.   | 1936 г. | 1934 г.                                                                           | 1935 г. | 1936 г. |
| Горбач . . .   | То же без апрельских кашалотов . . . . . | —                   | —         | 39,4    | —                                                                                 | —       | 48,9    |
|                | Июнь—октябрь . . . . .                   | 19,20               | 18,0      | 23,90   | 11,50                                                                             | 9,0     | 18,8    |
|                | Среднее . . . . .                        | —                   | —27,4     | —42,6   | —                                                                                 | —21,7   | —44,4   |
| Серый кит      | Август . . . . .                         | 22,9                | 27,0      | 34,1    | 20,0                                                                              | 20,1    | 35,2    |
|                | Среднее . . . . .                        | 23,0                | 33,1—37,5 | 16,30   | 18,3                                                                              | 14,60   | 11,1    |
|                | Среднее . . . . .                        | —24,3               | —         | —25,4   | —18,9                                                                             | —17,80  | —15,2   |
|                | Среднее . . . . .                        | 23,2                | 34,1      | 20,8    | 18,5                                                                              | 17,1    | 12,5    |

По всем китам наблюдается большое колебание выхода жира и жировоска. Это колебание обусловливается размером китов и их упитанностью, а также и тщательностью обработки сырья (табл. 74).

Таблица 74

## Общий выход жировой продукции из китов

| Название кита       | Месяцы                   | 1934 г.     |           | 1935 г.     |           | 1936 г.     |           |
|---------------------|--------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
|                     |                          | Длина (в м) | Жир (в ч) | Длина (в м) | Жир (в ч) | Длина (в м) | Жир (в ч) |
| Финвал . . . . .    | Май . . . . .            | 19,1        | 51,90     | 18,85       | 60,30     | 19,42       | 60,2      |
|                     | Июнь . . . . .           | 19,0        | 49,0      | 17,85       | 57,40     | 18,90       | 50,94     |
|                     | Июль . . . . .           | 18,2        | 52,70     | 17,64       | 57,50     | 18,70       | 56,64     |
|                     | Август . . . . .         | 18,6        | 75,80     | 19,17       | 87,90     | 19,39       | 65,64     |
|                     | Сентябрь . . . . .       | 18,3        | 62,20     | 19,21       | 82,90     | 18,16       | 75,33     |
|                     | Октябрь . . . . .        | 19,4        | 77,0      | 18,10       | 66,90     | 18,60       | 69,49     |
|                     | Ноябрь . . . . .         | 18,4        | 54,40     | 18,20       | 73,10     | 18,19       | 68,57     |
|                     | За сезон . . . . .       | 18,7        | 59,20     | 18,30       | 67,0      | 18,76       | 61,91     |
| Кашалот . . . . .   | Апрель . . . . .         | —           | —         | —           | —         | 10,70       | 31,20     |
|                     | Май . . . . .            | 15,90       | 89,30     | 15,15       | 92,3      | 14,58       | 66,28     |
|                     | Июнь . . . . .           | 15,3        | 86,68     | 15,48       | 106,3     | 15,32       | 94,72     |
|                     | Июль . . . . .           | 14,4        | 81,30     | 15,55       | 105,5     | 14,14       | 74,93     |
|                     | Август . . . . .         | —           | —         | —           | —         | 16,45       | 117,18    |
|                     | Сентябрь . . . . .       | 15,2        | 102,3     | —           | —         | —           | —         |
|                     | Октябрь . . . . .        | 15,3        | 97,70     | 15,33       | 98,7      | 14,90       | 80,79     |
|                     | За сезон . . . . .       | 15,2        | 89,0      | 15,40       | 101,90    | 14,61       | 80,99     |
| Горбач . . . . .    | Без апрельских кашалотов |             |           |             |           |             | 88,25     |
|                     | Июнь . . . . .           | 14,10       | 41,60     | 10,45       | 33,00     | —           | —         |
|                     | Июль . . . . .           | 11,10       | 30,70     | 9,75        | 27,00     | 12,33       | 42,7      |
|                     | Август . . . . .         | 11,90       | 41,50     | 11,94       | 45,40     | 12,57       | 78,67     |
|                     | Сентябрь . . . . .       | 12,90       | 46,40     | 11,95       | 49,10     | 13,72       | 87,26     |
|                     | Октябрь . . . . .        | —           | —         | 11,72       | 46,80     | 11,29       | 63,27     |
| Серый кит . . . . . | За сезон . . . . .       | 12,5        | 42,90     | 11,00       | 44,10     | 12,52       | 69,28     |
|                     | Август . . . . .         | 12,30       | 41,30     | 12,62       | 50,90     | 12,48       | 40,53     |
|                     | Сентябрь . . . . .       | 12,70       | 43,20     | 11,90       | 52,10     | 10,93       | 31,52     |
|                     | Октябрь . . . . .        | —           | —         | —           | —         | 10,20       | 27,42     |
|                     | За сезон . . . . .       | 12,40       | 41,70     | 12,47       | 51,1      | 11,23       | 33,89     |

Кости являются источником получения жира и жира-воска (кашалот) и костной муки.

Мясо усатых китов пригодно для получения пищевых и кормовых продуктов. Мясо зубатых китов, как содержащее жир-воск, непригодно для пищевых целей. Мясо этих китов является источником получения мясной муки.

Внутренности. Внутренности служат источником получения муки. Некоторые внутренности усатых китов, как например, сердце, печень, могут быть использованы для пищевых целей. Кишки также могут быть использованы для выработки кожевенного товара, как это делается, например, в Америке.

Мясная и костяная мука из усатых китов является кормовым продуктом. Муку из зубатых китов с обычным содержанием жира, впрямь до проведения соответствующих опытов по кормлению ею животных, надо рассматривать как удобрительный продукт. Надо полагать, что хорошо обезжиренная мука из зубатых китов может быть использована в качестве кормового продукта.

Зубы. Зубы кашалота используются как сырье для поделочных работ и изготовления различных художественных изделий.

Ус. Ус используется для поделочных работ и изготовления предметов роскоши.

Амбра. Амбра кашалота является весьма ценным продуктом для парфюмерной промышленности.

## SUMMARY

The weight — and chemical composition of *Balaenoptera physalus*, *Megaptera nodosa*, *Rhachianectes glaucus*, *Balaena (Eubalaena) Sieboldi*, *Physeter catodon*, *Hyperodon rostratus* and *Orca orca* were studied.

The raw material investigated was obtained from 20 whales, the composition of blubber and fat taken from conventional places was determined for 40 whales. Thus, on the whole the investigations comprised 60 whales.

The chemical composition of the subcutaneous blubber of a whale is not homogenous. The lowest percentage of fat (30—45) is contained in the blubber of the ventral part of the body of the *Balaenopterinae* and the subcutaneous head blubber of the sperm whale *Physeter catodon* (24—28%).

The mean composition of the subcutaneous blubber is subject to great variations. The spermacet blubber of *Physeter catodon* has the highest fat-saturation (up to 97%).

The bones also are not identical in their chemical composition. The caudal part of the vertebral column and the posterior part of the maxilla contain the greatest quantity of fat (up to 54%). The anterior part of the vertebral column has a low fat-content (3—16%).

The meat and viscera, excepting the stomach of *Balaenoptera physalus* and *Rhachianectes glaucus* and the intestines of *Physeter catodon* have a low fat content. The tail flukes and flippers, in contrast to the other body-parts are rich in proteins (27—32%).

The physico-chemical properties of the fats vary greatly; thus the iodine value of the subcutaneous blubber of *Balaenoptera physalus*, *Megaptera nodosa*, *Rhachianectes glaucus* and *Physeter catodon* varies from 84,4 to 132,5, from 117,4 to 157,0, from 129,4 to 173,1 and from 81,9 to 88,4 respectively. The fats of the toothed whales, for instance *Physeter catodon*, contain a great quantity of wax-like ethers differing in this respect from the fats of the whalebone whales *Mystacoceti*.

## ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ РЫБНОЙ МУКИ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

*В. В. Колчев*

### HYGROSCOPICITY OF FISH MEAL AND ITS CHANGES ACCORDING TO STORAGE CONDITIONS

*By V. Kolchev*

Вопрос о содержании влаги в рыбной муке, выпускаемой нашими утилизационными заводами, до сих пор вообще не поднимался в рыбной промышленности СССР. Принятая на заводах норма содержания влаги 10—12% узаконена на всех наших утильзаводах. Однако можно было предполагать, что климатические условия различных районов нашего Союза влияют на гигроскопическое состояние готовой рыбной муки как при хранении, так и при транспортировке. Гигроскопическая характеристика муки дает возможность проверить правильность режима высушивания и выяснить влияние длительности хранения на гигроскопические свойства муки. До сих пор неизвестна гигроскопичность рыбной муки, скорость поглощения и отдачи ею влаги. Выяснение этих вопросов должно облегчить задачу хранения муки, так как необходимым условием сохранения мукой своих качеств является предельно допустимая влажность ее. Повышение влажности муки вызывает микробиологические процессы: микроорганизмы начинают проявлять свою деятельность (плесневые грибки), причем интенсивность их действия, как установлено рядом исследователей, находится в прямой зависимости от температуры воздуха и выявляется главным образом в поверхностных слоях муки.

С целью выяснения влияния внешних условий (температуры и относительной влажности воздуха) на гигроскопическое состояние муки и была проведена настоящая работа.

Задача исследования состояла в том, чтобы на основании изменения веса муки при выдерживании ее в воздухе с различной относительной влажностью и при разных температурах установить размеры изменения влажности муки и направления этих изменений<sup>1)</sup>.

Первый этап работы заключался в выборе методики для проведения исследования. Можно было применить методику двоякого рода: вести наблюдения над состоянием рыбной муки в токе воздуха заданной относительной влажности или наблюдать влияние этой влажности на муку при неподвижном воздухе (в замкнутом пространстве). Предварительные испытания были проведены обоими способами.

<sup>1)</sup> Аналитическая часть работы выполнялась лаборантом К. И. Лепилиной.

По первому способу рыбная мука в количествах около 6—7 г с влажностью 14,76% помещалась в две V-образные трубки, закрытые стеклянными пробками (рис. 1). Обе трубки соединялись с одной стороны со стеклянной банкой емкостью около 3,5 л, с другой — с двумя склянками Дрекслея с водой, служащими для регулирования скорости воздуха, проходящего через трубки.

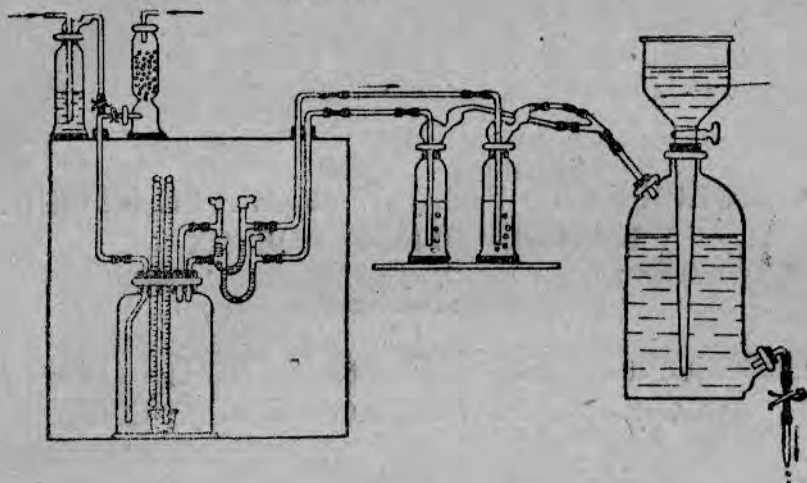


Рис 1.

В банку через крышку пропущены два термометра: сухой и мокрый (психрометр Августа) для измерения относительной влажности проходящего воздуха. Воздух из помещения поступает в банку по трубке, пройдя предварительно через склянку Дрекслея с водой. Для регулирования степени влажности воздуха рядом со склянкой Дрекслея поставлена колонка с хлористым кальцием для осушивания проходящего воздуха (включается через тройник).

Для поддержания нужной температуры банка и V-образные трубки помещались в термостат, нагреваемый при помощи электрических лампочек. Склянки Дрекслея с водой соединены с газометром, служащим для измерения просасываемого через трубки с мукой воздуха. После пропускания в течение нескольких часов воздуха надлежащей влажности краны V-образных трубок закрывались, установка размилась, и трубки с навесками муки взвешивались на аналитических весах. Воздух пропускался через две параллельно расположенные трубки со средней скоростью в одном случае около 0,2 л/мин., в другом — около 0,5 л/мин.

Для испытания второго метода определения гигроскопичности муки (в замкнутом пространстве) навески такой же муки (с влажностью 14,76%) помещались в двух бюксах в эксикаторы с плотно притертыми крышками, наполненные до 0,5 объема раствором серной кислоты такой концентрации, которая обеспечивала нужную влажность воздуха, находящегося в эксикаторе. Каждые сутки производилось взвешивание бюкса с мукой на аналитических весах. Наблюдение производилось при относительных влажностях воздуха 90% и 50% при 20° и заканчивалось к моменту прекращения изменения веса бюкса с мукой.

Опыт пропускания воздуха указанной выше относительной влажности через две V-образные трубки с навесками муки в первой — 6,2496 г, во второй — 7,4772 г (при скорости 0,2 л/мин) дал следующие результаты (табл. 1).

## Опыт с психрометром Августа (в трубках)

Относительная влажность воздуха 90%. Средняя температура воздуха 18°

| Время прохождения воздуха (в час.)       | % прироста влаги в трубке № 1 | % прироста влаги в трубке № 2 | Средний % прироста влаги | Время прохождения воздуха (в час.)       | % прироста влаги в трубке № 1 | % прироста влаги в трубке № 2 | Средний % прироста влаги |
|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 3 . . . . .                              | 0,726                         | 0,468                         | 0,60                     | 47 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,33                          | 5,75                          | 5,54                     |
| 6 . . . . .                              | 1,365                         | 1,255                         | 1,31                     | 50 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,46                          | 5,82                          | 5,64                     |
| 9 . . . . .                              | 1,840                         | 1,77                          | 1,81                     | 53 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,48                          | 5,95                          | 5,77                     |
| 11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 2,280                         | 2,08                          | 2,15                     | 56 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,63                          | 6,00                          | 5,82                     |
| 14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 3,66                          | 3,162                         | 3,41                     | 59 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,71                          | 6,09                          | 5,90                     |
| 17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 3,92                          | 3,44                          | 3,68                     | 52 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,75                          | 6,11                          | 5,93                     |
| 20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 4,08                          | 3,62                          | 3,85                     | 55 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,85                          | 6,21                          | 6,03                     |
| 23 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 4,21                          | 3,78                          | 4,0                      | 58 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,94                          | 6,30                          | 6,12                     |
| 26 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 4,55                          | 4,30                          | 4,43                     | 61 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,93                          | 6,32                          | 6,13                     |
| 29 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 4,59                          | 4,40                          | 4,49                     | 64 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,84                          | 6,06                          | 6,28                     |
| 32 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 4,68                          | 4,82                          | 4,65                     | 67 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,97                          | 6,38                          | 6,18                     |
| 35 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 4,68                          | 5,19                          | 4,94                     | 70 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,83                          | 6,32                          | 6,08                     |
| 38 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,04                          | 5,51                          | 5,28                     | 73 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,57                          | 6,32                          | 6,00                     |
| 41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,14                          | 5,55                          | 5,35                     | 76 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,52                          | 6,36                          | 5,94                     |
| 44 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> . . . . . | 5,27                          | 5,67                          | 5,47                     | —                                        | —                             | —                             | —                        |

Параллельное выдерживание двух навесок муки (6,0061 г и 6,3100 г) в бюксах в эксикаторе в атмосфере воздуха с 90% относительной влажности при температуре 20° показало следующие изменения навесок, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

## Опыт в эксикаторе

Относительная влажность воздуха 90%. Средняя температура воздуха 20°

| Время выдержки в эксикаторе | % прироста влаги в муке, бюкса № 1 | % прироста влаги в муке, бюкса № 2 | Средний % прироста влаги | Время выдержки в эксикаторе | % прироста влаги в муке, бюкса № 1 | % прироста влаги в муке, бюкса № 2 | Средний % прироста влаги |
|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 сутки . . . . .           | 1,71                               | 2,28                               | 1,99                     | 11 сут. 5 час.              | 10,22                              | 11,11                              | 10,67                    |
| 2 суток . . . . .           | 3,22                               | 3,52                               | 3,37                     | 12 " . . . . .              | 10,65                              | 11,55                              | 10,10                    |
| 2 сут. 5 час.               | 3,38                               | 3,72                               | 3,50                     | 12 " 5 час.                 | 10,65                              | 11,61                              | 11,13                    |
| 4 " . . . . .               | 5,31                               | 5,68                               | 5,58                     | 13 " . . . . .              | 11,05                              | 12,00                              | 11,53                    |
| 4 " 5 час.                  | 5,32                               | 5,91                               | 5,62                     | 13 " 5 час.                 | 11,00                              | 11,99                              | 11,50                    |
| 5 " . . . . .               | 6,99                               | 7,70                               | 7,35                     | 14 " . . . . .              | 11,50                              | 12,32                              | 11,91                    |
| 7 " . . . . .               | 7,71                               | 8,43                               | 8,07                     | 14 " 5 час.                 | 11,35                              | 12,32                              | 11,84                    |
| 7 " 5 час.                  | 7,76                               | 8,45                               | 8,11                     | 16 " . . . . .              | 11,40                              | 13,82                              | 12,64                    |
| 8 " . . . . .               | 8,47                               | 9,22                               | 8,85                     | 16 " 5 час.                 | 11,37                              | 13,78                              | 12,58                    |
| 8 " 5 час.                  | 8,57                               | 9,33                               | 8,95                     | 17 " . . . . .              | 11,70                              | 13,82                              | 12,76                    |
| 10 " . . . . .              | 9,81                               | 10,62                              | 10,22                    | 19 " . . . . .              | 12,28                              | 15,61                              | 13,95                    |
| 10 " 5 час.                 | 9,79                               | 10,65                              | 10,22                    | 19 " 5 час.                 | 12,10                              | 14,00                              | 13,05                    |
| 11 " . . . . .              | 10,20                              | 11,05                              | 10,63                    |                             |                                    |                                    |                          |

Сравнение величин прироста влаги в обеих таблицах показало, что при просасывании воздуха с 90% влажностью прирост веса муки происходит гораздо быстрее, чем при выдерживании ее в воздухе эксикатора с той же относительной влажностью, и через 64 часа, когда этот прирост доходит в среднем до 6,28% по отношению к исходному весу, дальнейшего увеличения последнего не наблюдается. Однако при выдерживании муки в эксикаторе поглощение ею влаги

продолжается дальше и, постепенно увеличиваясь, доходит через 19 суток до предельной величины 13,95% в среднем, т. е. увеличивается более чем в два раза по сравнению с весом муки при выдерживании ее в токе воздуха.

Для выяснения влияния пониженной влажности на муку опыт в упомянутых выше двух вариантах был повторен при температуре близкой к 20°, но при 50% относительной влажности воздуха.

Навески муки в V-образных трубках были взяты 6,1401 г и 7,7840 г, в бюксах (в эксикаторе) 6,3702 г и 6,5778 г. В обоих случаях происходило уменьшение веса взятых навесок муки. При пропускании воздуха через трубки потери веса последних представлены в табл. 3 (скорость воздуха около 0,5 л/мин.).

Таблица 3

Опыт с психрометром Августа (в трубках)

Относительная влажность воздуха 50%. Средняя температура воздуха 18°

| Время прохождения воздуха (в час.) | % убыли влаги в трубке № 1 | % убыли влаги в трубке № 2 | Средний % убыли влаги | Время прохождения воздуха (в час.) | % убыли влаги в трубке № 1 | % убыли влаги в трубке № 2 | Средний % убыли влаги |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 3 . . . . .                        | 4,28                       | 3,36                       | 4,32                  | 18 . . . . .                       | 6,58                       | 6,24                       | 6,41                  |
| 6 . . . . .                        | 4,97                       | 4,91                       | 4,94                  | 21 . . . . .                       | 6,83                       | 6,62                       | 6,73                  |
| 9 . . . . .                        | 6,08                       | 5,98                       | 6,03                  | 24 . . . . .                       | 6,78                       | 6,63                       | 6,75                  |
| 12 . . . . .                       | 6,58                       | 6,27                       | 6,43                  | 27 . . . . .                       | 6,47                       | 6,63                       | 6,55                  |
| 15 . . . . .                       | 6,63                       | 6,36                       | 6,50                  | 30 . . . . .                       | 6,93                       | 6,67                       | 6,80                  |

Изменения веса муки при выдерживании ее в эксикаторе приведены в табл. 4.

Таблица 4

Опыт в эксикаторе

Относительная влажность воздуха 50%. Средняя температура воздуха 20°

| Время выдерживания в эксикаторе | % убыли влаги в муке, бюкса № 1 | % убыли влаги в муке, бюкса № 2 | Средний % убыли влаги | Время выдерживания в эксикаторе | % убыли влаги в муке, бюкса № 1 | % убыли влаги в муке, бюкса № 2 | Средний % убыли влаги |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 1 сутки . . . . .               | 1,61                            | 1,61                            | 1,61                  | 11 сут. 5 час.                  | 4,17                            | 4,21                            | 4,19                  |
| 2 суток . . . . .               | 2,74                            | 2,73                            | 2,72                  | 12 " . . . . .                  | 4,18                            | 4,22                            | 4,20                  |
| 2 сут. 5 час.                   | 2,91                            | 2,892                           | 2,90                  | 12 " 5 час.                     | 4,18                            | 4,23                            | 4,21                  |
| 4 " . . . . .                   | 3,47                            | 3,57                            | 3,52                  | 13 " . . . . .                  | 4,17                            | 4,22                            | 4,20                  |
| 4 " 5 час.                      | 3,62                            | 3,69                            | 3,65                  | 13 " 5 час.                     | 4,28                            | 4,29                            | 4,29                  |
| 6 " . . . . .                   | 3,77                            | 3,84                            | 3,81                  | 14 " . . . . .                  | 4,21                            | 4,27                            | 4,24                  |
| 7 " . . . . .                   | 3,93                            | 3,99                            | 3,96                  | 14 " 5 час.                     | 4,22                            | 4,30                            | 4,26                  |
| 7 " 5 час.                      | 4,06                            | 4,09                            | 4,08                  | 16 " . . . . .                  | 4,12                            | 4,33                            | 4,23                  |
| 8 " . . . . .                   | 4,05                            | 4,08                            | 4,07                  | 16 " 5 час.                     | 4,13                            | 4,32                            | 4,23                  |
| 8 " 5 час.                      | 4,08                            | 4,10                            | 4,19                  | 17 " . . . . .                  | 4,08                            | 4,32                            | 4,20                  |
| 10 " . . . . .                  | 4,09                            | 4,13                            | 4,11                  | 19 " . . . . .                  | 4,10                            | 4,29                            | 4,20                  |
| 10 " 5 час.                     | 4,15                            | 4,19                            | 4,17                  | 19 " 5 час.                     | 4,13                            | 4,30                            | 4,22                  |
| 11 " . . . . .                  | 4,18                            | 4,223                           | 4,23                  |                                 |                                 |                                 |                       |

Рассмотрение данных табл. 3 и 4 показывает, что уже после 30-часового просасывания воздуха потеря веса муки почти прекращается, составляя в среднем около 6,80%. Таким образом, с самого начала опыта потеря влаги мукой происходит очень быстро, причем разница с потерями, имеющими место в эксикаторе, гораздо значительнее:

через сутки от начала опыта она составляет четырехкратную величину по сравнению с потерей в эксикаторе (6,75% и 1,61%). В эксикаторе потери веса муки на 13-е сутки достигают 4,27% и при дальнейшем выдерживании не увеличиваются. Если при 90%-ной влажности воздуха прирост влаги в трубках оказывается к концу опыта в два раза меньшим по сравнению с таковым для муки в бюксах (в эксикаторе), то при 50%-ной влажности отмечено обратное явление; потери воды в трубках оказались в среднем в 1,5 раза выше, чем в муке, находящейся в эксикаторе. Отмеченное обстоятельство определенно указывает на то, что просасывание воздуха оказывает существенное влияние на содержание влаги в рыбной муке, несмотря на одну и ту же относительную влажность воздуха (движущегося и находящегося в покое). Следствием приведенного выше является то, что:

1) для гигроскопического состояния рыбной муки имеет значение состояние покоя или движения воздуха.

2) скорость движения воздуха оказывает влияние на влагосодержание рыбной муки.

Эти результаты оказываются в противоречии с данными исследования маслянистых семян, полученными Ф. Т. Гоголевым в его работе «Теоретические основы сушки маслянистых семян естественным воздухом», где автор при выборе методики исследования утверждает, что метод определения гигроскопической влажности при помощи гигроскопических растворов серной кислоты в закрытых сосудах едва ли может пользоваться преимуществом перед методом определения в струе тока воздуха с заданной относительной влажностью, и приходит к выводу, что «изменение скорости воздуха, протекающего через слой семян, практически не отражается на изменении величины гигроскопической влажности».

Полученные результаты испытания двух методов определения гигроскопичности муки заставили отказаться от метода просасывания воздуха как крайне ненадежного, и остановиться на методе выдерживания муки в эксикаторах над растворами серной кислоты надлежащих концентраций, как достаточно удовлетворительном, хотя и более длительном; кроме того, условия этого метода более соответствуют условиям хранения муки на складах и других помещениях с медленной циркуляцией воздуха.

Таким образом, дальнейшее исследование гигроскопического состояния рыбной муки при различном влагосодержании воздуха проводилось путем выдерживания ее в эксикаторах над растворами серной кислоты разных концентраций. Мука в эксикаторах выдерживалась при относительной влажности воздуха в них 50, 60, 75 и 90% и температурах 10, 20 и 30°. Объектом исследования служила полученная с Астраханского рыбного комбината мука из частиковых рыб следующего химического состава (в %):

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Влага . . . . .              | 11,18 |
| Азотистые вещества . . . . . | 64,72 |
| Жир . . . . .                | 1,24  |
| Хлористый натр . . . . .     | 0,98  |

Исследование проводилось в эксикаторах с хорошо притертыми крышками; около половины объема их занимал раствор серной кислоты требуемой концентрации. Навески муки помещались в четырех бюксах на стеклянной подставке внутри эксикатора.

Взвешивание производилось каждые сутки. Для очередного взвешивания бюксы плотно закрывались крышками. Температура воздуха помещения, в котором выдерживались эксикаторы во время опыта, наблюдалась по термометру, повешенному рядом с эксикаторами.

# 1. Выдерживание муки при относительной влажности воздуха 90%

## а) При температуре 10°

Эта серия наблюдений проводилась с следующими навесками муки:

| № б ю к с                         | 1      | 2       | 3       | 4       |
|-----------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| Навески муки (в г) . . . . .      | 15,472 | 16,0000 | 15,2964 | 15,1594 |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 3,2    | 4,0     | 3,5     | 3,1     |

Все 4 навески в бюксах были помещены в эксикатор с 2,5 л раствора серной кислоты концентрацией 17,06%, вследствие чего воздух внутри эксикатора при 10° приобретает относительную влажность, очень близкую к 90% (точно 90%-ная влажность при 10° соответствует 16,93%-ной кислоте). Опыты проводились в подвальном помещении.

В табл. 5 приведен средний прирост веса четырех образцов муки за каждые сутки в процентах по отношению к взятым навескам.

Таблица 5

Относительная влажность воздуха 90% при ср. темп. 10°

| Время выдержки (в сутках) | % прироста влаги | Время выдержки (в сутках) | % прироста влаги | Время выдержки (в сут.) | % прироста; влаги | Время выдержки (в сут.) | % прироста влаги |
|---------------------------|------------------|---------------------------|------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|
| 1 . . . . .               | 0,47             | 21 . . . . .              | 5,25             | 40 . . . . .            | 6,98              | 58 . . . . .            | 8,10             |
| 2 . . . . .               | 1,33             | 22 . . . . .              | 5,36             | 41 . . . . .            | 7,13              | 59 . . . . .            | 8,14             |
| 4 . . . . .               | 1,55             | 23 . . . . .              | 5,48             | 43 . . . . .            | 7,24              | 60 . . . . .            | 8,18             |
| 5 . . . . .               | 2,08             | 25 . . . . .              | 5,54             | 44 . . . . .            | 7,30              | 62 . . . . .            | 8,30             |
| 6 . . . . .               | 2,36             | 26 . . . . .              | 5,85             | 45 . . . . .            | 7,37              | 63 . . . . .            | 8,31             |
| 7 . . . . .               | 2,64             | 27 . . . . .              | 5,96             | 46 . . . . .            | 7,42              | 64 . . . . .            | 8,38             |
| 9 . . . . .               | 3,25             | 28 . . . . .              | 6,03             | 47 . . . . .            | 7,50              | 65 . . . . .            | 8,57             |
| 10 . . . . .              | 3,36             | 29 . . . . .              | 6,13             | 48 . . . . .            | 7,57              | 66 . . . . .            | 8,44             |
| 11 . . . . .              | 3,62             | 31 . . . . .              | 6,29             | 50 . . . . .            | 7,68              | 68 . . . . .            | 8,55             |
| 12 . . . . .              | 3,85             | 32 . . . . .              | 6,41             | 51 . . . . .            | 7,71              | 69 . . . . .            | 8,63             |
| 14 . . . . .              | 4,29             | 33 . . . . .              | 6,41             | 52 . . . . .            | 7,70              | 70 . . . . .            | 8,63             |
| 15 . . . . .              | 4,48             | 34 . . . . .              | 6,58             | 53 . . . . .            | 7,83              | 71 . . . . .            | 8,63             |
| 16 . . . . .              | 4,62             | 35 . . . . .              | 6,64             | 54 . . . . .            | 7,88              | 72 . . . . .            | 8,59             |
| 17 . . . . .              | 4,73             | 37 . . . . .              | 6,78             | 56 . . . . .            | 7,89              | 73 . . . . .            | 8,60             |
| 19 . . . . .              | 5,02             | 38 . . . . .              | 6,89             | 57 . . . . .            | 8,04              | 74 . . . . .            | 8,59             |
| 20 . . . . .              | 5,12             | 39 . . . . .              | 6,96             |                         |                   |                         |                  |

Из таблицы видно, что средний прирост веса постоянно увеличивается в течение 65 суток от начала опыта, после чего практически прекращается и, обнаруживая очень небольшие колебания, составляет в среднем около 8,61% после 68 суток, так что к этому моменту вла-

госодержание в муке составляет  $\frac{(11,18+8,61) \cdot 100}{100+8,61} = 18,22\%$  при

наличии 0,70% водяного пара на 1 кг сухого воздуха. Из рис. 2 (кривая 10°) видно, что поглощение мукой влаги из воздуха происходит сначала быстро, а затем, по мере выдерживания муки в эксикаторе, постепенно замедляется и окончательно приостанавливается после 68 суток.



### б) При температуре 20°

Для опыта при этой температуре были взяты следующие навески муки:

| № б ю к с                       | 1       | 2       | 3       | 4       |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Навески муки (г) . . . . .      | 14,7652 | 14,8781 | 14,0426 | 14,8410 |
| Высота слоя муки (см) . . . . . | 3,3     | 3,2     | 3,2     | 3,5     |

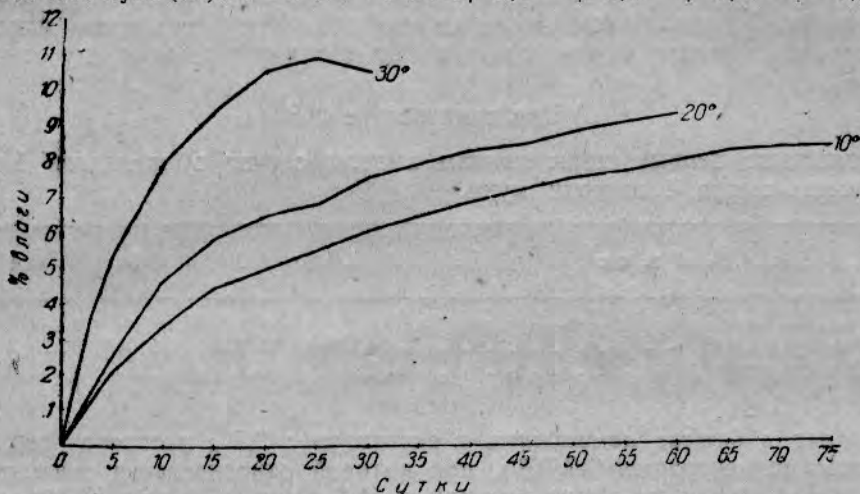


Рис. 2. Динамика прироста влаги в муке при относительной влажности воздуха 90% и температуре 10, 20 и 30°

Навески муки в бюксах помещены в эксикатор с 2,5 л раствора серной кислоты концентрацией 16,87%, что обеспечивало постоянную влажность воздуха в эксикаторе, близкую к 90%-ной при 18—20° (точно 90% влажности получается при 16,84%-ной серной кислоте при 20°). При выдерживании навесок муки в этих условиях происходил прирост веса их за счет поглощения влаги из воздуха внутри эксикатора. Средний прирост веса за каждые сутки (из четырех навесок) в процентах от взятых навесок представлен в табл. 6.

Таблица 6

Относительная влажность воздуха 90 % при средней температуре 20°

| Время выдержки (в сутках) | % прироста влаги | Время выдержки (в сутках) | % прироста влаги | Время выдержки в сутках | % прироста влаги | Время выдержки в сутках | % прироста влаги |
|---------------------------|------------------|---------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| 1 . . . . .               | 0,77             | 17 . . . . .              | 6,17             | 32 . . . . .            | 7,85             | 48 . . . . .            | 8,90             |
| 3 . . . . .               | 1,45             | 19 . . . . .              | 6,49             | 34 . . . . .            | 7,99             | 49 . . . . .            | 8,97             |
| 4 . . . . .               | 2,15             | 20 . . . . .              | 6,61             | 35 . . . . .            | 8,10             | 51 . . . . .            | 9,02             |
| 5 . . . . .               | 2,59             | 21 . . . . .              | 6,70             | 36 . . . . .            | 8,08             | 52 . . . . .            | 9,11             |
| 7 . . . . .               | 3,74             | 22 . . . . .              | 6,76             | 37 . . . . .            | 8,17             | 53 . . . . .            | 9,13             |
| 8 . . . . .               | 4,17             | 23 . . . . .              | 6,85             | 39 . . . . .            | 8,31             | 54 . . . . .            | 9,22             |
| 9 . . . . .               | 4,35             | 25 . . . . .              | 6,93             | 40 . . . . .            | 8,39             | 55 . . . . .            | 9,27             |
| 10 . . . . .              | 4,72             | 26 . . . . .              | 7,02             | 41 . . . . .            | 8,44             | 57 . . . . .            | 9,39             |
| 11 . . . . .              | 5,05             | 27 . . . . .              | 7,33             | 42 . . . . .            | 8,46             | 58 . . . . .            | 9,44             |
| 13 . . . . .              | 5,30             | 28 . . . . .              | 7,44             | 43 . . . . .            | 8,51             | 59 . . . . .            | 9,48             |
| 14 . . . . .              | 5,46             | 29 . . . . .              | 7,55             | 45 . . . . .            | 8,65             | 60 . . . . .            | 9,57             |
| 15 . . . . .              | 5,89             | 30 . . . . .              | 7,67             | 46 . . . . .            | 8,76             | 61 . . . . .            | 9,59             |
| 16 . . . . .              | 6,02             | 31 . . . . .              | 7,77             | 47 . . . . .            | 8,81             |                         |                  |

Как и в предыдущем опыте, прирост веса муки увеличивается за время выдерживания ее в эксикаторе и через 61 сутки достигает 9,59% в среднем от веса взятых навесок, причем за последние дни увеличение веса происходит крайне медленно, так как достигает, очевидно, предела. На 39-е сутки, когда влагосодержание муки достигло 18,0%, во всех четырех бюксах на поверхности муки появились следы плесени, которая в дальнейшем постепенно увеличивалась. Влажность муки при этом возрастает с начальной 11,18% до  $\frac{(11,18 + 9,59) \cdot 100}{100 + 9,59} = 18,95\%$  при содержании 1,35% водяного пара на 1 кг сухого воздуха. Кривая 20° на рис. 2 дает представление о характере поглощения влаги мукой: скорость поглощения наибольшая в начале и наименьшая к концу опыта.

### в) При температуре 30°

Аналогично первым двум опытам в этом случае в эксикатор были помещены также 4 навески муки.

| № бюкса                           | 1       | 2       | 3       | 4       |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Навеска муки (в г) . . . . .      | 14,7980 | 15,2232 | 15,0452 | 15,3116 |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 2,9     | 3,4     | 2,7     | 3,0     |

Навески в бюксах помещались в эксикатор с 2,5 л раствора серной кислоты концентрацией 17,16%, при которой относительная влажность воздуха в эксикаторе была близкой к 90%, при 30° (при 17,14%-ном растворе серной кислоты влажность точно равняется 90%).

Средний прирост веса в навесках муки в эксикаторе за каждые сутки в процентах приводится в табл. 7.

Таблица 7  
Относительная влажность воздуха 90%, при температуре 30°

| Длительность выдержки (в сутках) | % прироста влаги | Длительность выдержки (в сутках) | % прироста влаги | Длительность выдержки (в сутках) | % прироста влаги |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
| 1 . . . . .                      | 1,28             | 12 . . . . .                     | 8,82             | 23 . . . . .                     | 10,95            |
| 3 . . . . .                      | 3,78             | 13 . . . . .                     | 9,11             | 24 . . . . .                     | 11,02            |
| 4 . . . . .                      | 4,63             | 14 . . . . .                     | 9,35             | 25 . . . . .                     | 11,05            |
| 5 . . . . .                      | 5,36             | 16 . . . . .                     | 9,65             | 26 . . . . .                     | 11,05            |
| 6 . . . . .                      | 5,91             | 17 . . . . .                     | 9,87             | 28 . . . . .                     | 10,94            |
| 7 . . . . .                      | 6,65             | 18 . . . . .                     | 10,24            | 29 . . . . .                     | 10,79            |
| 9 . . . . .                      | 7,50             | 19 . . . . .                     | 10,41            | 30 . . . . .                     | 10,58            |
| 10 . . . . .                     | 8,05             | 20 . . . . .                     | 10,61            | 31 . . . . .                     | 10,43            |
| 11 . . . . .                     | 8,46             | 22 . . . . .                     | 10,84            |                                  |                  |

Данные табл. 7 показывают, что увеличение веса муки происходит за все время выдерживания ее в эксикаторе и довольно быстро достигает максимума, который приходится на 25-е сутки. Мука к этому времени поглощает до 11,05% влаги, так что общее содержание последней в муке составляет  $\frac{22,23 \cdot 100}{116} = 20,02\%$  при содержании 2,49% водяного пара (по весу) на 1 кг сухого воздуха.

На рис. 2 кривая (30°) представляет ход изменения поглощения влаги

в зависимости от времени хранения муки в эксикаторе. Здесь также при увеличении влаги в муке на 8,82% (на 12-е сутки) отмечено появление на поверхности муки во всех бюксах следов плесени (при общей влажности муки 18,38%).

Сопоставляя результаты всех трех опытов действия воздуха с 90%-ной влажностью на муку при разных температурах, можно отметить: 1) мука с влажностью около 11% увеличивает свой вес за счет поглощения влаги из воздуха; 2) при более высокой температуре мука поглощает больше влаги, чем при более низкой, что логически вытекает из повышения абсолютного содержания влаги в воздухе в связи с повышением температуры; 3) как видно из сопоставления табл. 5, 6 и 7, скорость поглощения влаги увеличивается с увеличением температуры; 4) повышение влажности муки, примерно, до 18% вызывает образование на поверхности ее плесени.

## 2. Выдерживание муки при относительной влажности воздуха 75%

Изучение изменения гигроскопической влажности муки при указанной влажности воздуха проводилось при тех же трех температурах, что и ранее. Серия наблюдений при каждой температуре производилась с четырьмя навесками муки в бюксах, помещенных в один эксикатор, который наполнялся 2,5 л разбавленной серной кислоты следующих концентраций для обеспечения требуемой 75%-ной влажности воздуха.

При 10°—30,08% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (по теоретическому расчету 30,00% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)  
 „ 20°—30,12% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> „ „ „ 30,18% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)  
 „ 30°—29,88% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> „ „ „ 29,85% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Изучение взаимодействия между влагосодержанием воздуха в эксикаторах и помещенной в них мукой проводилось со следующими навесками ее<sup>1)</sup>:

|                                   | Температура опыта (в °С) | Бюкса № 1 | Бюкса № 2 | Бюкса № 3 | Бюкса № 4 |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Навеска муки (в г) . . . . .      | 10                       | 16,2078   | 15,8458   | 15,4080   | 15,6770   |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 10                       | 3,6       | 3,4       | 3,3       | 3,3       |
| Навеска муки (в г) . . . . .      | 20                       | 14,4420   | 14,6272   | 15,4714   | 14,5188   |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 20                       | 3,2       | 3,3       | 3,5       | 3,2       |
| Навески муки (в г) . . . . .      | 30                       | 14,9746   | 15,1694   | 15,1040   | 15,0923   |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 30                       | 3,2       | 3,0       | 3,5       | 3,2       |

Характер изменения влажности муки определялся путем ежесуточного взвешивания навесок муки в бюксах. Изменения веса представлены в табл. 8.

<sup>1)</sup> Колебания температуры во время опыта были не более 2° во всех случаях.

## Относительная влажность воздуха 75%

| Время выдержки (в сутках)  | % прироста влаги | Время выдержки (в сутках) | % прироста влаги | Время выдержки (в сутках) | % прироста влаги | Время выдержки (в сутках) | % прироста влаги |
|----------------------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| а) Средняя температура 10° |                  |                           |                  |                           |                  |                           |                  |
| 1                          | 0,24             | 19                        | 1,58             | 35                        | 1,81             | 52                        | 1,99             |
| 3                          | 0,42             | 20                        | 1,59             | 37                        | 1,85             | 53                        | 2,02             |
| 4                          | 0,69             | 21                        | 1,60             | 38                        | 1,85             | 54                        | 2,02             |
| 5                          | 0,80             | 22                        | 1,63             | 39                        | 1,87             | 56                        | 2,05             |
| 6                          | 0,91             | 23                        | 1,67             | 40                        | 1,88             | 57                        | 2,05             |
| 7                          | 1,00             | 25                        | 1,71             | 41                        | 1,90             | 58                        | 2,06             |
| 9                          | 1,15             | 26                        | 1,75             | 43                        | 1,92             | 59                        | 2,07             |
| 10                         | 1,21             | 27                        | 1,75             | 44                        | 1,92             | 61                        | 2,07             |
| 11                         | 1,27             | 28                        | 1,76             | 45                        | 1,94             | 62                        | 2,10             |
| 12                         | 1,34             | 29                        | 1,75             | 46                        | 1,95             | 63                        | 2,11             |
| 14                         | 1,45             | 31                        | 1,79             | 47                        | 1,96             | 64                        | 2,12             |
| 15                         | 1,47             | 32                        | 1,80             | 48                        | 1,97             | 65                        | 2,12             |
| 16                         | 1,52             | 33                        | 1,82             | 50                        | 2,01             | 66                        | 2,12             |
| 17                         | 1,53             | 34                        | 1,81             | 51                        | 1,98             |                           |                  |

|                            |      |    |      |    |      |    |      |
|----------------------------|------|----|------|----|------|----|------|
| б) Средняя температура 20° |      |    |      |    |      |    |      |
| 1                          | 0,38 | 12 | 1,75 | 22 | 1,96 | 33 | 2,17 |
| 2                          | 0,67 | 13 | 1,79 | 23 | 2,01 | 34 | 2,17 |
| 3                          | 0,94 | 14 | 1,82 | 24 | 2,01 | 35 | 2,11 |
| 4                          | 1,09 | 15 | 1,86 | 25 | 2,07 | 36 | 2,10 |
| 6                          | 1,43 | 16 | 1,88 | 26 | 2,02 | 38 | 2,13 |
| 7                          | 1,52 | 18 | 1,91 | 28 | 2,07 | 39 | 2,14 |
| 8                          | 1,60 | 19 | 1,94 | 29 | 2,07 | 40 | 2,14 |
| 9                          | 1,64 | 20 | 1,96 | 30 | 2,08 | 41 | 2,14 |
| 10                         | 1,68 | 21 | 2,00 | 31 | 2,17 |    |      |

|                            |      |    |      |    |      |    |      |
|----------------------------|------|----|------|----|------|----|------|
| в) Средняя температура 30° |      |    |      |    |      |    |      |
| 1                          | 0,48 | 7  | 2,35 | 14 | 3,05 | 22 | 3,12 |
| 3                          | 1,47 | 9  | 2,64 | 16 | 3,09 | 23 | 3,13 |
| 4                          | 1,76 | 10 | 2,70 | 17 | 3,11 | 24 | 3,13 |
| 5                          | 2,01 | 11 | 2,83 | 18 | 3,11 | 25 | 3,13 |
| 6                          | 2,27 | 12 | 2,93 | 19 | 3,11 | 28 | 3,09 |
| —                          | —    | 13 | 3,00 | 20 | 3,12 | 29 | 3,05 |

Данные таблицы показывают, что при всех трех температурах с течением времени происходит увеличение веса муки, однако оно идет различными темпами, и предельное поглощение влаги мукой зависит от температуры опыта. Наиболее медленно поглощение влаги из воздуха происходит при 10°, когда предельное насыщение влагой наступает на 66-е сутки, и влагосодержание муки составляет  $\frac{11,18 + 2,12}{100 + 2,12} = 13,02\%$ .

При 20° предел поглощения влаги из воздуха достигается через 39 суток и составляет 2,14%, что соответствует общей влажности муки 13,04%.

Процесс насыщения муки влагой при 30° идет еще быстрее, и уже на 23-и сутки прирост влаги достигает предельной величины 3,13%, что при пересчете на общую влажность муки составляет 13,88%. Появления плесени на муке ни в одной бюксе не было обнаружено.

Предельной влажности муки при трех разных температурах 13,02, 13,04 и 13,88% соответствовали количества водяного пара на 1 кг сухого воздуха: 0,58, 1,12, 2,06%, откуда вытекает, что с повышением температуры абсорбционная способность муки (гигроскопичность ее) весьма незначительно повышается, т. е. имеет место то же явление, что и при относительной влажности воздуха 90%. Следовательно, при по-

вышении температуры с 10 до 30° поглощение влаги мукою повышается весьма незначительно, несмотря на то, что влагосодержание в воздухе за этот температурный промежуток возрастает больше, чем в 3,5 раза.

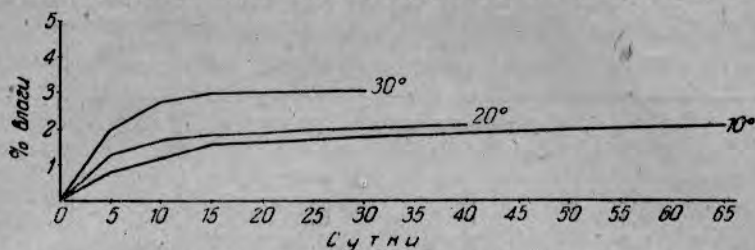


Рис. 3. Динамика прироста влаги в муке при относительной влажности воздуха 75% и температуре 10, 20 и 30°

Скорость поглощения влаги из воздуха находится в прямой зависимости от повышения температуры хранения муки; особенно заметно это в начальный период хранения муки при 30° (кривая 30° на рис. 3).

### 3. Выдерживание муки при относительной влажности воздуха 60%

Температурные условия и метод проведения исследования были те же, что и при более высоких относительных влажностях, т. е. исследования велись при температурах 10, 20 и 30° в эксикаторах с четырьмя пробями одной и той же муки в каждом.

Количество раствора серной кислоты — около 2,5 л в каждом эксикаторе. Концентрации растворов кислоты для поддержания необходимой 60%-ной влажности были следующие:

- При 10°—38,46% (по теоретическому расчету 38,49% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- „ 20°—38,39% (по теоретическому расчету 38,46% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- „ 30°—38,26% (по теоретическому расчету 38,30% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Отклонение температур от требуемых составляло не более 1—2°.

В эксикаторы с растворами серной кислоты помещались следующие навески муки.

|                                   | Температура опыта (в ° С) | Бюкса   |         |         |         |
|-----------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                                   |                           | № 1     | № 2     | № 3     | № 4     |
| Навеска муки (в г) . . . . .      | 10                        | 15,4952 | 15,8894 | 15,3054 | 15,1660 |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 10                        | 3,5     | 3,6     | 3,6     | 3,0     |
| Навеска муки (в г) . . . . .      | 20                        | 15,3204 | 16,1512 | 16,0582 | 15,6978 |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 20                        | 3,5     | 3,8     | 3,8     | 3,4     |
| Навеска муки (в г) . . . . .      | 30                        | 14,1808 | 15,1811 | 15,4074 | 14,4796 |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 30                        | 3,2     | 2,9     | 3,3     | 3,1     |

Изменение веса муки определялось, как было ранее принято, путем ежесуточных взвешиваний. Взвешивание показало, что во всех случаях происходило уменьшение первоначального веса муки, помещенной в бюксы. Полученные данные сведены в табл. 9 соответственно трем температурам, при которых производилось исследование.

## Относительная влажность воздуха 60%

| Время выдержки (в сутках)  | % убыли влаги | Время выдержки (в сутках) | % убыли влаги | Время выдержки (в сутках) | % убыли влаги |    |      |
|----------------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------|----|------|
| а) Средняя температура 10° |               |                           |               |                           |               |    |      |
| 1                          | 0,05          | 9                         | 0,24          | 16                        | 0,27          |    |      |
| 3                          | 0,01          | 10                        | 0,25          | 17                        | 0,27          |    |      |
| 4                          | 0,16          | 11                        | 0,25          | 18                        | 0,26          |    |      |
| 5                          | 0,18          | 12                        | 0,25          | 19                        | 0,27          |    |      |
| 6                          | 0,21          | 13                        | 0,26          | 20                        | 0,27          |    |      |
| 7                          | 0,23          | 15                        | 0,27          | —                         | —             |    |      |
| б) Средняя температура 20° |               |                           |               |                           |               |    |      |
| 1                          | 0,08          | 10                        | 0,44          | 19                        | 0,47          |    |      |
| 2                          | 0,15          | 12                        | 0,44          | 20                        | 0,48          |    |      |
| 3                          | 0,19          | 13                        | 0,47          | 21                        | 0,48          |    |      |
| 4                          | 0,25          | 14                        | 0,45          | 23                        | 0,48          |    |      |
| 6                          | 0,30          | 15                        | 0,45          | 24                        | 0,47          |    |      |
| 7                          | 0,34          | 17                        | 0,45          | 25                        | 0,46          |    |      |
| 8                          | 0,41          | 18                        | 0,45          | 26                        | 0,48          |    |      |
| в) Средняя температура 30° |               |                           |               |                           |               |    |      |
| 1                          | 0,19          | 13                        | 0,70          | 25                        | 0,81          | 37 | 0,91 |
| 3                          | 0,42          | 14                        | 0,71          | 26                        | 0,82          | 38 | 0,91 |
| 4                          | 0,48          | 16                        | 0,75          | 28                        | 0,82          | 40 | 0,92 |
| 5                          | 0,53          | 17                        | 0,75          | 29                        | 0,86          | 41 | 0,92 |
| 6                          | 0,56          | 18                        | 0,76          | 30                        | 0,86          | 42 | 0,92 |
| 7                          | 0,59          | 19                        | 0,78          | 31                        | 0,87          | 43 | 0,95 |
| 9                          | 0,65          | 20                        | 0,79          | 32                        | 0,88          | 44 | 0,95 |
| 10                         | 0,66          | 22                        | 0,81          | 34                        | 0,89          | 46 | 0,95 |
| 11                         | 0,68          | 23                        | 0,81          | 35                        | 0,92          | 47 | 0,95 |
| 12                         | 0,69          | 24                        | 0,81          | 36                        | 0,92          | 48 | 0,95 |

Уменьшение веса буюс показывает, что влагосодержание муки (11,18%) оказывается выше возможного при данной относительной влажности, и потому часть влаги из муки удаляется в воздух, но удаляется в большей или меньшей степени в зависимости от температуры.

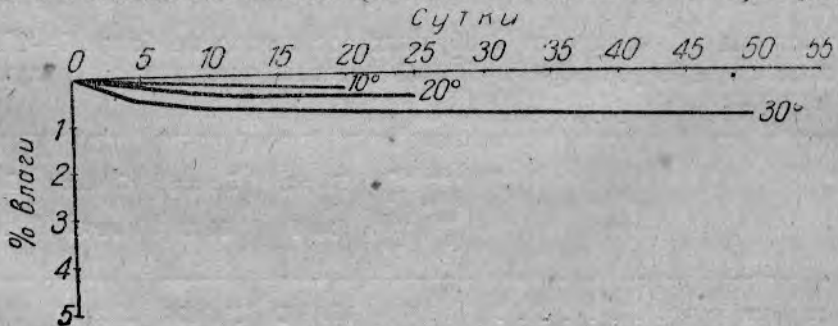


Рис. 4. Динамика убыли влаги в муке при относительной влажности воздуха 60% и температуре 10, 20 и 30°

Сопоставляя данные табл. 9, можно отметить, что при 10° потеря влаги на 15-е сутки достигает всего 0,27% и далее уже не возрастает; при более высокой температуре (20°) мука теряет больше влаги; именно через 20 суток эта потеря составляет 0,48% от первоначального веса муки и при 30° С, через 44 суток мука теряет уже 0,95% влаги.

Подсчитывая оставшуюся влагу в муке при различных температурах опыта, получаем при 10°  $\frac{(11,98 - 0,27) \cdot 100}{100 - 0,27} = 10,94\%$ , при 20° 10,75%

и при 30° С 10,33%, тогда как влагосодержание на 1 кг сухого воздуха соответственно составляет 0,47, 0,89 и 1,64%, откуда вытекает, что при повышенной температуре мука теряет в своем весе за счет удаления влаги больше, чем при более низкой, несмотря на значительное увеличение абсолютного количества водяных паров в воздухе.

Что касается изменения скорости выделения влаги мукой, то в начальной стадии она оказывается наибольшей для муки, выдерживаемой при 30°, т. е. при наиболее высокой температуре из трех, при которых проводились исследования. Наглядное представление об этом дают кривые на рис. 4.

#### 4. Выдерживание муки при относительной влажности воздуха 50%

Испытание действия на гигроскопическое состояние муки окружающего воздуха с минимальной из принятых относительной влажностью 50% проводилось в тех же температурных условиях, что и ранее. Навески муки в бюксах выдерживались в эксикаторах с растворами серной кислоты более высоких концентраций, чем в предшествующих случаях. Количества растворов, налитых в эксикаторы, были те же (2,5 л) со следующими концентрациями серной кислоты.

При 10° — 43,01% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (по теоретическому расчету 43,0% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)  
 " 20° — 43,19% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( " " " 43,20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)  
 " 30° — 43,16% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( " " " 43,19% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Температура в течение опыта колебалась в пределах 1—2°. Навески муки, отвешенные в бюксах для исследования, помещались в трех эксикаторах соответственно трем наблюдаемым температурам в нижеследующих количествах:

|                                   | t° опыта<br>(в ° С) | Бюкса<br>№ 1 | Бюкса<br>№ 2 | Бюкса<br>№ 3 | Бюкса<br>№ 4 |
|-----------------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Навеска муки (в г) . . . . .      | 10                  | 15,4318      | 15,3526      | 15,3820      | 15,7094      |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 10                  | 2,9          | 3,3          | 3,3          | 2,8          |
| Навеска муки (в г) . . . . .      | 20                  | 14,5606      | 14,4480      | 15,3000      | 15,7663      |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 20                  | 3,0          | 3,0          | 3,0          | 3,0          |
| Навеска муки (в г) . . . . .      | 30                  | 15,1176      | 15,0782      | 14,9363      | 15,1568      |
| Высота слоя муки (в см) . . . . . | 30                  | 3,0          | 3,2          | 2,8          | 3,2          |

Определение изменения веса муки (в %) производилось на основании взвешиваний через каждые сутки. Данные взвешиваний при выдерживании муки при трех разных температурах приведены в табл. 10.

Результаты взвешиваний показали, что и в этом случае происходит потеря веса муки при всех температурах, т. е. процесс хранения данного образца муки при 50%-ной относительной влажности воздуха сопровождается потерей мукой некоторого количества влаги, подобно тому, как было отмечено выше для относительной влажности 60%. Однако эти потери больше, чем в предыдущем случае, и обнаруживают некоторые другие особенности. Во-первых, потери влаги мукой в рассматриваемом случае (при 50%-ной влажности) оказались: при 10° — 1,23%, или в 4,5 раза больше, чем при той же температуре, и при 60%-ной влажности; при 20° — 1,61%, или в 3,4 раза больше, чем в соответственных условиях предыдущего опыта и при 30° — 2,24%, т. е. всего в 2,4 раза больше, чем при 60%-ной влажности и той же температуре. Во-вторых, из данных таблиц вытекает, что хотя абсолютные потери влаги мукой при уменьшении относительной влажности возрастают, однако влияние температуры с повышением последней становится менее

## Относительная влажность воздуха 50%

| Время выдержки (в сутках)  | % убыли влаги | Время выдержки (в сутках) | % убыли влаги | Время выдержки (в сутках) | % убыли влаги | Время выдержки (в сутках) | % убыли влаги |
|----------------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------|
| а) Средняя температура 10° |               |                           |               |                           |               |                           |               |
| 1                          | 0,25          | 16                        | 1,05          | 30                        | 1,14          | 44                        | 1,19          |
| 2                          | 0,39          | 17                        | 1,05          | 31                        | 1,15          | 45                        | 1,19          |
| 3                          | 0,52          | 18                        | 1,05          | 32                        | 1,15          | 47                        | 1,19          |
| 5                          | 0,70          | 19                        | 1,07          | 34                        | 1,15          | 48                        | 1,20          |
| 6                          | 0,76          | 20                        | 1,08          | 35                        | 1,15          | 49                        | 1,21          |
| 7                          | 0,82          | 22                        | 1,08          | 36                        | 1,15          | 50                        | 1,21          |
| 8                          | 0,87          | 23                        | 1,10          | 37                        | 1,15          | 51                        | 1,22          |
| 10                         | 0,92          | 24                        | 1,11          | 38                        | 1,16          | 53                        | 1,23          |
| 11                         | 0,96          | 25                        | 1,12          | 39                        | 1,16          | 54                        | 1,22          |
| 12                         | 0,97          | 26                        | 1,12          | 41                        | 1,16          | 55                        | 1,22          |
| 13                         | 0,98          | 28                        | 1,12          | 42                        | 1,18          | —                         | —             |
| 14                         | 1,00          | 29                        | 1,13          | 43                        | 1,19          | —                         | —             |
| б) Средняя температура 20° |               |                           |               |                           |               |                           |               |
| 1                          | 0,46          | 8                         | 1,41          | 14                        | 1,56          | 20                        | 1,54          |
| 2                          | 0,73          | 9                         | 1,44          | 15                        | 1,57          | 21                        | 1,55          |
| 3                          | 0,88          | 11                        | 1,49          | 17                        | 1,53          | 23                        | 1,55          |
| 5                          | 1,22          | 12                        | 1,50          | 18                        | 1,52          | 24                        | 1,59          |
| 6                          | 1,28          | 13                        | 1,56          | 19                        | 1,53          | 25                        | 1,61          |
| 7                          | 1,42          | —                         | —             | —                         | —             | —                         | —             |
| в) Средняя температура 30° |               |                           |               |                           |               |                           |               |
| 1                          | 0,56          | 12                        | 1,95          | 23                        | 2,09          | 34                        | 2,21          |
| 3                          | 1,33          | 13                        | 1,96          | 24                        | 2,10          | 35                        | 2,23          |
| 4                          | 1,54          | 14                        | 1,97          | 25                        | 2,11          | 36                        | 2,21          |
| 5                          | 1,63          | 16                        | 2,02          | 26                        | 2,12          | 37                        | 2,21          |
| 6                          | 1,71          | 17                        | 2,03          | 28                        | 2,14          | 38                        | 2,23          |
| 7                          | 1,78          | 18                        | 2,04          | 29                        | 2,14          | 40                        | 2,24          |
| 9                          | 1,89          | 19                        | 2,03          | 30                        | 2,16          | 41                        | 2,24          |
| 10                         | 1,89          | 20                        | 2,07          | 31                        | 2,17          | 42                        | 2,24          |
| 11                         | 1,92          | 22                        | 2,09          | 32                        | 2,18          | —                         | —             |

заметным, чем при более влажном (60%) воздухе. В-третьих, период потери влаги мукой при 10° значительно удлиняется (более чем в три раза), тогда как при 20° такое удлинение незначительно (25 суток против 20). Этот период становится даже более коротким по сравнению с таковым при относительной влажности 60%. Содержание влаги в муке к концу опыта при всех 3 температурах, конечно уменьшается и составляет при 10°C—10,07%, при 20°—9,72%, а при 30°—9,14%, при влаго-содержании воздуха соответственно трем данным температурам 0,39, 0,74 и 1,36%. На 1 кг сухого воздуха.

Таким образом с повышением температуры хранения мука теряет больше влаги по сравнению с потерями при температурах более низких при той же влажности воздуха. В связи с большой потерей влаги при более высокой температуре находится изменение скорости выделения влаги мукой: она является наибольшей при повышенной температуре, особенно в начальный период хранения, что достаточно наглядно представлено на рис. 5 (кривая при 30°).

Подводя итог проведенным исследованиям, приходим на основе некоторых подсчетов к выводам, что для данного образца муки:

1) гигроскопическая влажность, составляющая в этом случае 11,2%, не будет меняться при относительной влажности воздуха около 62—63%;

2) увеличение относительной влажности воздуха ведет к увеличению влагосодержания муки, которое возрастает больше, чем абсолютное количество водяных паров в воздухе;



3) повышение температуры хранения оказывает активирующее влияние на повышение гигроскопичности муки;

4) уменьшение влажности воздуха приводит к понижению гигроскопической влажности муки, однако последняя понижается менее, чем абсолютное количество водяных паров в воздухе;

5) задерживающее влияние на указанную потерю оказывает более низкая температура ( $10^{\circ}$ ), чем более высокая ( $30^{\circ}$ ).

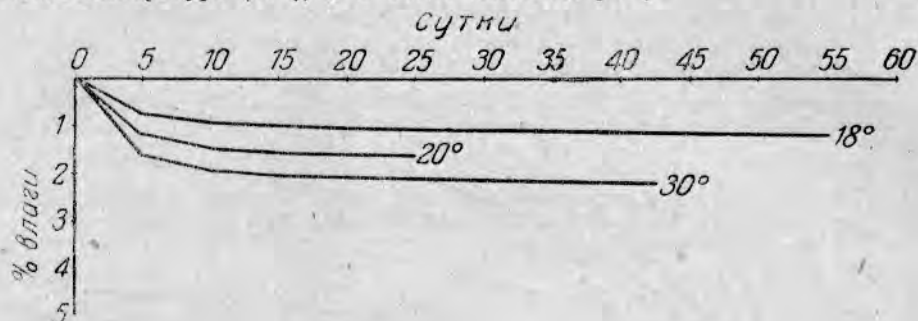


Рис. 5. Динамика убыли влаги в муке при относительной влажности воздуха 50% и температуре 10, 20 и  $30^{\circ}$

Приведенные выше результаты, освещая вопрос о повышении или понижении влагосодержания муки в зависимости от температурных условий и влажности воздуха, не освещают характера диффузии влаги от поверхностного слоя муки к глубинным слоям ее и в обратном направлении (в зависимости от относительной влажности воздуха). Выяснение степени изменения влажности муки при хранении в производственных условиях (в мешках) и влияния этих изменений на вес готового продукта может иметь практическое значение, если изменения гигроскопичности окажутся достаточно ощутимыми.

Для разрешения этого вопроса исследование было поставлено следующим образом.

Пробы муки в бюксах (8 проб), взятые в таком количестве, чтобы толщина слоя муки в них варьировала от 3 до 24 мм, помещались в эксикаторы с раствором серной кислоты концентраций, соответствующих 50 и 90% относительной влажности воздуха. Все 8 бюкс, помещенных в каждый эксикатор, были одинакового диаметра. Опыт проводился при температуре  $20-21^{\circ}$  в обоих эксикаторах до тех пор, пока навески муки в бюксах практически переставали менять свой вес. Указанные величины относительной влажности были выбраны с целью получения более отчетливых показателей изменения гигроскопической влажности. Изменения влаги в навесках определялись в начале опыта двукратным взвешиванием бюкс в течение суток, а затем однократным взвешиванием через каждые сутки.

Для опыта были взяты следующие навески муки.

| № бюкс                        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      | 8      |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Навеска муки (в г) . . . . .  | 1,500 | 3,000 | 4,500 | 6,000 | 7,500 | 9,000 | 10,500 | 12,000 |
| Толщина слоя (в мм) . . . . . | 3     | 5     | 8     | 12    | 15    | 18    | 21     | 24     |

На рис. 6 представлены кривые, характеризующие прирост навесок муки в граммах при выдерживании в воздухе с относительной влажностью 90%.

Из рис. 6 видно, что через двое суток водяные пары из воздуха гигроскопически проникают на глубину 15-мм слоя муки с начальной влажностью 11,18%, что следует из того, что дальнейший прирост веса муки в навесках (№ 5—8) с более толстыми слоями (15—24 мм) имеет

место в очень небольшой степени. Между тем, в муке с толщиной слоя до 12 мм количество влаги очень заметно увеличивается с увеличением толщины слоя. Через восемь суток влага проникает на глубину 21 мм. В течение следующих суток проникновение влаги в более глубокие слои

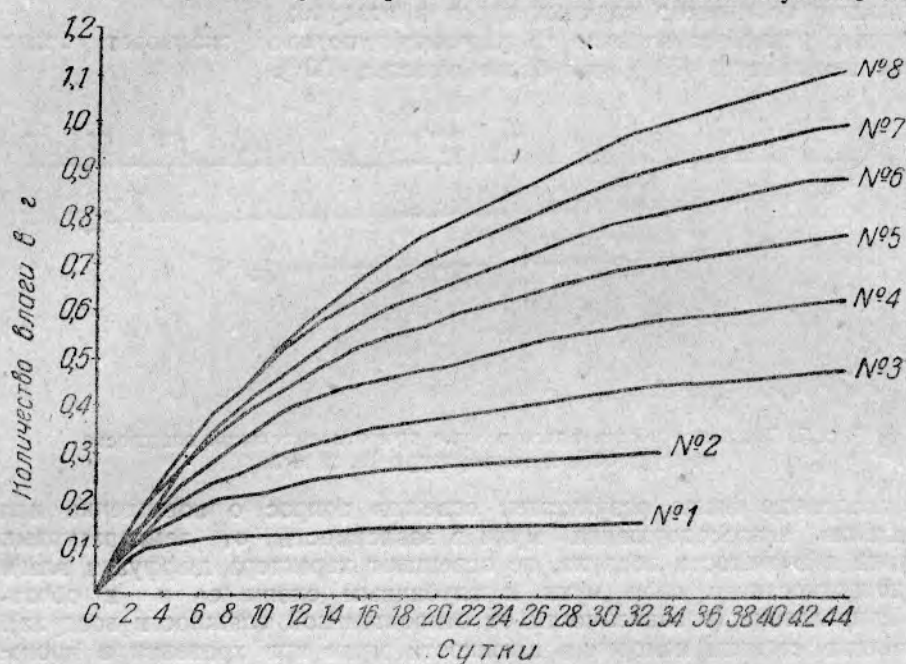


Рис. 6. Прирост влаги в муке при разной толщине слоя ее

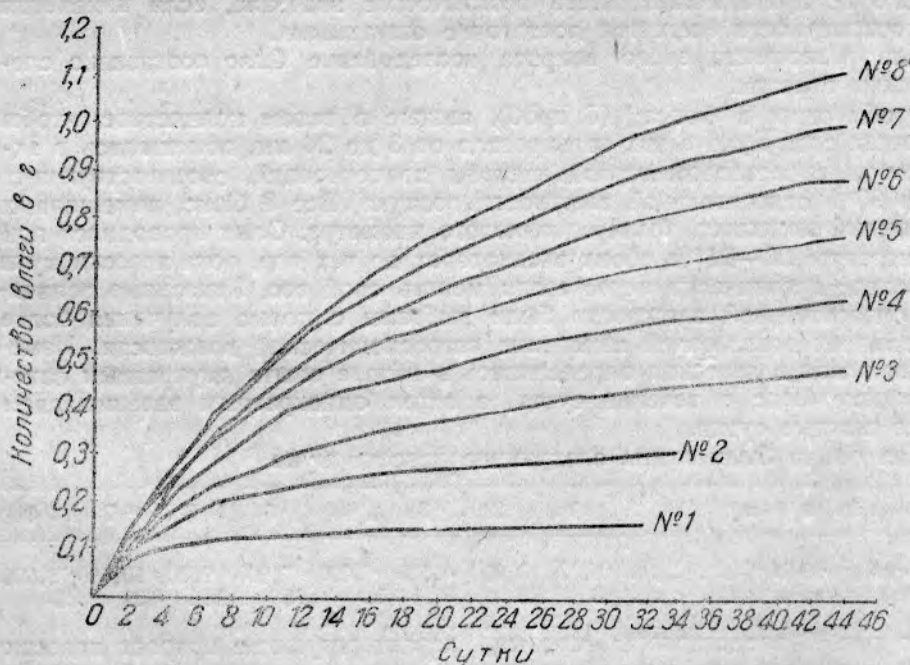


Рис. 7. Потеря влаги мукой при разной толщине слоя ее

муки замедляется, и только через девять суток проникновение влаги можно отметить на глубине 24 мм от поверхности, так как по мере увеличения толщины слоя диффузия влаги все более задерживается. В это время слой муки в бунке № 1 уже поглотил 8,24% влаги по

отношению к своему первоначальному весу, в то время как количество влаги в бунке № 8 (с наиболее толстым слоем муки) увеличилось на 3,87%.

Таким образом, степень насыщения муки водяными парами постепенно уменьшается от поверхности к более глубоким слоям. Это соотношение особенно заметно на первой стадии хранения образцов муки. С течением времени влагосодержание в слоях муки различной толщины постепенно выравнивается, и через 44 суток хранения количество поглощенной влаги в наиболее глубоких слоях муки начинает приближаться к пределу (см. табл. 11), который для слоя в 3 мм достигается на 32-е сутки и составляет 10,99% по отношению к взятой навеске.

Таблица 11

Прирост влаги в образцах муки при разной толщине слоя (в % от взятых навесок) при относительной влажности воздуха 99%

| Время выдерживания<br>в эксикаторе | Навеска 1,5 г,<br>толщина слоя<br>3 мм | Навеска 3 г,<br>толщина слоя<br>5 мм | Навеска 4,5 г,<br>толщина слоя<br>8 мм | Навеска 6 г,<br>толщина слоя<br>12 мм | Навеска 7 г,<br>толщина слоя<br>15 мм | Навеска 9 г,<br>толщина слоя<br>18 мм | Навеска 10,5 г,<br>толщина слоя<br>21 мм | Навеска 12 г,<br>толщина слоя<br>24 мм |
|------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                    | 1 сутки                                | 2,57                                 | 1,61                                   | 1,10                                  | 1,05                                  | 1,03                                  | 0,66                                     | 0,65                                   |
| 1 " 5 час.                         | 3,03                                   | 1,93                                 | 1,25                                   | 1,23                                  | 1,19                                  | 0,79                                  | 0,81                                     | 0,61                                   |
| 2 " 5 час.                         | 4,94                                   | 3,21                                 | 2,12                                   | 1,92                                  | 1,87                                  | 1,51                                  | 1,36                                     | 1,20                                   |
| 3 " 1 "                            | 5,10                                   | 3,39                                 | 2,24                                   | 2,03                                  | 1,95                                  | 1,51                                  | 1,42                                     | 1,26                                   |
| 3 " 5 "                            | 6,21                                   | 4,45                                 | 3,07                                   | 2,65                                  | 2,54                                  | 1,59                                  | 1,92                                     | 1,69                                   |
| 4 " 6 час.                         | 6,13                                   | 4,46                                 | 3,15                                   | 2,70                                  | 2,58                                  | 2,06                                  | 1,96                                     | 1,69                                   |
| 4 " 6 час.                         | 6,58                                   | 4,45                                 | 3,84                                   | 3,25                                  | 3,14                                  | 2,45                                  | 2,38                                     | 2,11                                   |
| 5 " 5 час.                         | 6,80                                   | 5,27                                 | 3,92                                   | 3,36                                  | 3,23                                  | 2,55                                  | 2,47                                     | 2,17                                   |
| 5 " 5 час.                         | 7,13                                   | 5,50                                 | 4,28                                   | 3,86                                  | 3,57                                  | 2,97                                  | 2,82                                     | 2,47                                   |
| 7 " 5 час.                         | 7,30                                   | 5,60                                 | 4,36                                   | 3,96                                  | 3,65                                  | 3,03                                  | 2,89                                     | 2,54                                   |
| 7 " 5 час.                         | 8,14                                   | 6,71                                 | 5,32                                   | 4,89                                  | 4,45                                  | 3,85                                  | 3,72                                     | 3,13                                   |
| 8 " 5 час.                         | 8,17                                   | 6,74                                 | 5,37                                   | 4,94                                  | 4,50                                  | 3,89                                  | 3,76                                     | 3,19                                   |
| 8 " 5 час.                         | 8,30                                   | 7,04                                 | 5,63                                   | 5,25                                  | 4,86                                  | 4,23                                  | 4,04                                     | 3,55                                   |
| 9 " 5 час.                         | 8,25                                   | 7,08                                 | 5,68                                   | 5,31                                  | 4,92                                  | 4,29                                  | 4,10                                     | 3,55                                   |
| 9 " 5 час.                         | 8,24                                   | 7,28                                 | 6,08                                   | 5,67                                  | 5,26                                  | 4,57                                  | 4,44                                     | 3,87                                   |
| 9 " 5 час.                         | 8,25                                   | 7,32                                 | 6,15                                   | 5,72                                  | 5,31                                  | 4,61                                  | 4,30                                     | 3,92                                   |
| 10 " 5 час.                        | 8,30                                   | 7,38                                 | 6,31                                   | 5,92                                  | 5,55                                  | 4,90                                  | 4,66                                     | 4,19                                   |
| 11 " 5 час.                        | 8,82                                   | 7,90                                 | 6,68                                   | 6,60                                  | 5,95                                  | 5,24                                  | 5,00                                     | 4,48                                   |
| 13 " 5 час.                        | 9,33                                   | 8,20                                 | 7,12                                   | 6,94                                  | 6,47                                  | 5,81                                  | 5,64                                     | 5,01                                   |
| 14 " 5 час.                        | 9,46                                   | 8,43                                 | 7,41                                   | 7,23                                  | 6,68                                  | 6,08                                  | 5,75                                     | 5,24                                   |
| 15 " 5 час.                        | 9,67                                   | 8,71                                 | 7,59                                   | 7,42                                  | 6,95                                  | 6,46                                  | 5,95                                     | 5,48                                   |
| 16 " 5 час.                        | 9,70                                   | 8,92                                 | 7,82                                   | 7,58                                  | 7,14                                  | 6,61                                  | 6,14                                     | 5,80                                   |
| 17 " 5 час.                        | 9,73                                   | 9,02                                 | 7,96                                   | 7,71                                  | 7,35                                  | 6,79                                  | 6,35                                     | 5,93                                   |
| 19 " 5 час.                        | 9,67                                   | 9,02                                 | 8,21                                   | 8,04                                  | 7,57                                  | 7,12                                  | 6,75                                     | 6,30                                   |
| 20 " 5 час.                        | 9,77                                   | 9,20                                 | 8,31                                   | 8,02                                  | 7,86                                  | 7,27                                  | 6,91                                     | 6,47                                   |
| 21 " 5 час.                        | 9,90                                   | 9,30                                 | 8,49                                   | 8,32                                  | 7,99                                  | 7,44                                  | 7,04                                     | 6,62                                   |
| 22 " 5 час.                        | 10,02                                  | 9,46                                 | 8,65                                   | 8,47                                  | 8,14                                  | 7,59                                  | 7,17                                     | 6,80                                   |
| 23 " 5 час.                        | 10,09                                  | 9,50                                 | 8,83                                   | 8,63                                  | 8,29                                  | 7,74                                  | 7,37                                     | 6,97                                   |
| 25 " 5 час.                        | 10,38                                  | 9,78                                 | 9,13                                   | 9,01                                  | 8,57                                  | 8,08                                  | 7,66                                     | 7,28                                   |
| 26 " 5 час.                        | 10,50                                  | 9,88                                 | 9,31                                   | 9,16                                  | 8,75                                  | 8,22                                  | 7,80                                     | 7,43                                   |
| 27 " 5 час.                        | 10,50                                  | 9,89                                 | 9,43                                   | 9,26                                  | 8,89                                  | 8,37                                  | 7,96                                     | 7,58                                   |
| 28 " 5 час.                        | 10,50                                  | 9,98                                 | 9,51                                   | 9,36                                  | 8,99                                  | 8,51                                  | 8,10                                     | 7,72                                   |
| 29 " 5 час.                        | 10,58                                  | 10,08                                | 9,58                                   | 9,43                                  | 9,09                                  | 8,83                                  | 8,20                                     | 7,87                                   |
| 31 " 5 час.                        | 10,97                                  | 10,32                                | 9,90                                   | 9,66                                  | 9,38                                  | 8,95                                  | 8,52                                     | 8,17                                   |
| 32 " 5 час.                        | 10,99                                  | 10,42                                | 10,00                                  | 9,74                                  | 9,44                                  | 9,03                                  | 8,62                                     | 8,28                                   |
| 33 " 5 час.                        | —                                      | 10,45                                | 10,08                                  | 9,82                                  | 9,52                                  | 9,13                                  | 8,71                                     | 8,40                                   |
| 34 " 5 час.                        | —                                      | —                                    | 10,15                                  | 9,90                                  | 9,61                                  | 9,23                                  | 8,82                                     | 8,50                                   |
| 35 " 5 час.                        | —                                      | —                                    | 10,24                                  | 9,99                                  | 9,72                                  | 9,32                                  | 8,91                                     | 8,70                                   |
| 37 " 5 час.                        | —                                      | —                                    | 10,36                                  | 10,13                                 | 9,84                                  | 9,47                                  | 8,92                                     | 8,77                                   |
| 38 " 5 час.                        | —                                      | —                                    | 10,46                                  | 10,22                                 | 9,93                                  | 9,57                                  | 9,17                                     | 8,88                                   |
| 39 " 5 час.                        | —                                      | —                                    | 10,56                                  | 10,31                                 | 10,02                                 | 9,65                                  | 9,28                                     | 8,97                                   |
| 41 " 5 час.                        | —                                      | —                                    | 10,68                                  | 10,51                                 | 10,19                                 | 9,82                                  | 9,45                                     | 9,14                                   |
| 43 " 5 час.                        | —                                      | —                                    | 10,84                                  | 10,64                                 | 10,31                                 | 10,03                                 | 9,60                                     | 9,32                                   |
| 44 " 5 час.                        | —                                      | —                                    | 10,88                                  | 10,71                                 | 10,39                                 | 10,03                                 | 9,66                                     | 9,38                                   |

Величины навесок муки и толщина слоя ее в бюксах, взятых для хранения при относительной влажности 50% (внутри эксикатора), были следующие:

| № бюкса                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7       | 8       |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Навеска муки (в г) . . . . .  | 1,6204 | 3,7923 | 4,7398 | 6,3198 | 7,8997 | 9,4797 | 11,0596 | 12,6396 |
| Толщина слоя (в мм) . . . . . | 3      | 5      | 9      | 12     | 15     | 17     | 20      | 24      |

На рис. 7 изображены кривые потери влаги разными количествами муки при указанной влажности. За первые сутки от начала опыта движение влаги к поверхности становится заметным уже на глубине до 15 мм (от поверхности муки), так как в образцах с толщиной слоя 15 мм и менее отмечается возрастание потери влаги в зависимости от толщины его. Процесс диффузии влаги через толщу муки к поверхности захватывает достаточно быстро слои муки, сравнительно глубоко отстоящие от поверхности, и на четвертые сутки влага начинает диффундировать из слоя, находящегося на 20 мм от поверхности, а на 5 сутки — уже из нижнего слоя бюкса № 8, т. е. на глубине 24 мм от поверхности. Такое сравнительно быстрое движение влаги из более глубоких слоев муки тем более знаменательно, что удаление влаги при указанной влажности воздуха из наиболее тонкого слоя муки (бюкса № 1), равное 1,60%, приостанавливается только через 32 суток. Предельная потеря влаги мукой в более толстых слоях (бюкса № 2, 3 и т. д., см. табл. 12), отмечается главным образом на 29 сутки и составляет 1,75—1,81%. Таким образом, поглощение или потеря влаги мукой связаны с длиной пути, по которому влага диффундирует в муке. При выдерживании муки в воздухе определенной влажности диффузия захватывает все более глубокие слои муки, действуя в направлении выравнивания концентрации влаги в зависимости от степени влажности окружающего воздуха.

Если разница между влажностью окружающего воздуха и той, при которой гигроскопичность муки находится в равновесном состоянии, невелика, то изменения веса муки будут очень небольшими, особенно, если хранение ее будет непродолжительным в этих условиях и будет производиться при возможно низких температурах.

Необходимо отметить, что возможность использования естественных условий для хранения рыбной муки зависит не только от относительной влажности воздуха в том или другом районе, но и от температуры, так как они являются факторами, определяющими влагосодержание воздуха.

Сравнительно высокая температура воздуха в данном районе и высокая относительная влажность его делают актуальным вопрос об оптимальном содержании влаги в готовой рыбной муке, выпускаемой из сушилки. Добиваться стандартной 10%-ной влажности готового продукта нецелесообразно в этих условиях, так как при хранении такого продукта будет повышаться его гигроскопическая влажность. Вопрос может заключаться лишь в том, чтобы не повышать влагосодержания готовой муки до предельных количеств, которые могут вызвать ее порчу (появление плесени, бактерий и пр.).

## Выводы

1. Гигроскопическое состояние рыбной муки в естественных условиях хранения и перевозки зависит от степени насыщения воздуха влагой.

## Потеря влаги образцами муки при разной толщине слоя и относительной влажности воздуха 50% (в % от взятых навесок)

| Время выдерживания<br>в эксикаторе | Навеска 1,6204 г,<br>толщина слоя<br>3 М.М | Навеска 3,1926 г,<br>толщина слоя<br>5 М.М | Навеска 4,7398 г,<br>толщина слоя<br>9 М.М | Навеска 6,3198 г,<br>толщина слоя<br>12 М.М | Навеска 7,8997 г,<br>толщина слоя<br>15 М.М | Навеска 9,4797 г,<br>толщина слоя<br>17 М.М | Навеска 11,0596 г,<br>толщина слоя<br>20 М.М | Навеска 12,6396 г,<br>толщина слоя<br>24 М.М |
|------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                    | 1 сутки                                    | 0,51                                       | 0,53                                       | 0,53                                        | 0,33                                        | 0,40                                        | 0,32                                         | 0,26                                         |
| 1 " 5 час.                         | 0,54                                       | 0,56                                       | 0,57                                       | 0,38                                        | 0,49                                        | 0,38                                        | 0,32                                         | 0,31                                         |
| 2 суток                            | 0,91                                       | 0,82                                       | 0,79                                       | 0,65                                        | 0,81                                        | 0,59                                        | 0,55                                         | 0,55                                         |
| 2 " 5 час.                         | 0,91                                       | 0,86                                       | 0,82                                       | 0,72                                        | 0,96                                        | 0,65                                        | 0,59                                         | 0,58                                         |
| 3 " 2 1/2 часа                     | 1,00                                       | 1,01                                       | 0,98                                       | 0,89                                        | 0,98                                        | 0,80                                        | 0,76                                         | 0,70                                         |
| 3 " 6 час.                         | 1,00                                       | 1,01                                       | 0,99                                       | 0,92                                        | 1,02                                        | 0,83                                        | 0,80                                         | 0,75                                         |
| 4 суток                            | 1,06                                       | 1,10                                       | 1,05                                       | 1,04                                        | 1,12                                        | 0,92                                        | 0,90                                         | 0,85                                         |
| 4 " 6 1/2 часа                     | 1,01                                       | 1,09                                       | 1,05                                       | 1,04                                        | 1,09                                        | 0,95                                        | 0,91                                         | 0,88                                         |
| 5 " 1,06                           | 1,06                                       | 1,12                                       | 1,10                                       | 1,11                                        | 1,16                                        | 1,05                                        | 1,00                                         | 0,97                                         |
| 5 " 5 1/2 часа                     | 1,06                                       | 1,08                                       | 1,13                                       | 1,13                                        | 1,18                                        | 1,06                                        | 1,02                                         | 0,98                                         |
| 7 " 1,12                           | 1,12                                       | 1,22                                       | 1,21                                       | 1,23                                        | 1,23                                        | 1,19                                        | 1,13                                         | 1,11                                         |
| 7 " 5 час.                         | 1,09                                       | 1,18                                       | 1,21                                       | 1,23                                        | 1,25                                        | 1,20                                        | 1,14                                         | 1,12                                         |
| 8 суток                            | 1,20                                       | 1,24                                       | 1,27                                       | 1,27                                        | 1,28                                        | 1,26                                        | 1,20                                         | 1,19                                         |
| 8 " 5 час.                         | 1,16                                       | 1,23                                       | 1,27                                       | 1,27                                        | 1,28                                        | 1,26                                        | 1,21                                         | 1,19                                         |
| 9 суток                            | 1,25                                       | 1,29                                       | 1,32                                       | 1,31                                        | 1,29                                        | 1,26                                        | 1,24                                         | 1,24                                         |
| 9 " 5 час.                         | 1,25                                       | 1,28                                       | 1,32                                       | 1,31                                        | 1,33                                        | 1,29                                        | 1,27                                         | 1,25                                         |
| 10 " 1,31                          | 1,31                                       | 1,34                                       | 1,38                                       | 1,36                                        | 1,38                                        | 1,34                                        | 1,33                                         | 1,31                                         |
| 11 " 1,25                          | 1,25                                       | 1,34                                       | 1,38                                       | 1,38                                        | 1,41                                        | 1,38                                        | 1,35                                         | 1,35                                         |
| 13 " 1,35                          | 1,35                                       | 1,38                                       | 1,43                                       | 1,41                                        | 1,42                                        | 1,40                                        | 1,40                                         | 1,40                                         |
| 14 " 1,35                          | 1,35                                       | 1,38                                       | 1,44                                       | 1,42                                        | 1,46                                        | 1,44                                        | 1,41                                         | 1,41                                         |
| 15 " 1,37                          | 1,37                                       | 1,43                                       | 1,45                                       | 1,45                                        | 1,46                                        | 1,46                                        | 1,44                                         | 1,44                                         |
| 16 " 1,37                          | 1,37                                       | 1,43                                       | 1,47                                       | 1,48                                        | 1,49                                        | 1,48                                        | 1,46                                         | 1,53                                         |
| 17 " 1,37                          | 1,37                                       | 1,45                                       | 1,49                                       | 1,50                                        | 1,53                                        | 1,49                                        | 1,48                                         | 1,48                                         |
| 19 " 1,44                          | 1,44                                       | 1,52                                       | 1,57                                       | 1,57                                        | 1,57                                        | 1,58                                        | 1,47                                         | 1,55                                         |
| 20 " 1,48                          | 1,48                                       | 1,55                                       | 1,60                                       | 1,61                                        | 1,61                                        | 1,63                                        | 1,59                                         | 1,60                                         |
| 21 " 1,51                          | 1,51                                       | 1,60                                       | 1,61                                       | 1,66                                        | 1,66                                        | 1,66                                        | 1,62                                         | 1,63                                         |
| 22 " 1,56                          | 1,56                                       | 1,64                                       | 1,67                                       | —                                           | 1,68                                        | 1,69                                        | 1,66                                         | 1,65                                         |
| 23 " 1,53                          | 1,53                                       | 1,63                                       | 1,56                                       | 1,69                                        | 1,69                                        | 1,71                                        | 1,69                                         | 1,68                                         |
| 25 " 1,59                          | 1,59                                       | 1,75                                       | 1,75                                       | 1,76                                        | 1,76                                        | 1,75                                        | 1,75                                         | 1,66                                         |
| 26 " 1,58                          | 1,58                                       | 1,71                                       | 1,75                                       | 1,76                                        | 1,75                                        | 1,75                                        | 1,75                                         | 1,75                                         |
| 27 " 1,56                          | 1,56                                       | 1,69                                       | 1,75                                       | 1,76                                        | 1,76                                        | 1,77                                        | 1,77                                         | 1,75                                         |
| 28 " 1,57                          | 1,57                                       | 1,69                                       | 1,76                                       | 1,78                                        | 1,77                                        | 1,80                                        | 1,78                                         | 1,77                                         |
| 29 " 1,58                          | 1,58                                       | 1,74                                       | 1,78                                       | 1,80                                        | 1,79                                        | 1,81                                        | 1,78                                         | 1,78                                         |
| 31 " 1,58                          | 1,58                                       | 1,74                                       | 1,76                                       | 1,77                                        | 1,76                                        | 1,79                                        | 1,78                                         | 1,78                                         |
| 32 " 1,60                          | 1,60                                       | 1,75                                       | 1,76                                       | 1,77                                        | 1,76                                        | 1,79                                        | 1,78                                         | 1,78                                         |
| 33 " 1,60                          | 1,60                                       | 1,73                                       | 1,75                                       | 1,77                                        | 1,76                                        | 1,79                                        | 1,79                                         | 1,78                                         |
| 34 " —                             | —                                          | —                                          | 1,76                                       | —                                           | 1,76                                        | 1,79                                        | 1,79                                         | 1,77                                         |
| 35 " —                             | —                                          | —                                          | —                                          | —                                           | 1,76                                        | 1,80                                        | 1,79                                         | 1,78                                         |
| 37 " —                             | —                                          | —                                          | —                                          | —                                           | 1,76                                        | 1,80                                        | 1,79                                         | 1,78                                         |
| 38 " —                             | —                                          | —                                          | —                                          | —                                           | 1,76                                        | 1,79                                        | 1,78                                         | 1,77                                         |

2. Каждой величине относительной влажности воздуха соответствует определенная и постоянная для данной температуры влажность муки.

3. Из предыдущего следует: если влажность муки ниже гигроскопической влажности, соответствующей данной степени насыщения воздуха парами воды, произойдет поглощение влаги мукой, если влажность муки выше гигроскопической влажности, — происходит отдача влаги мукой.

4. Повышение температуры хранения муки влечет за собой увеличение гигроскопической влажности последней при неизменной относительной влажности воздуха.

5. При постоянной относительной влажности воздуха скорость поглощения влаги мукой возрастает с температурой.

6. Отдача влаги мукой (при низкой относительной влажности воздуха) увеличивается с повышением температуры воздуха.

7. Скорость поглощения влаги мукой из воздуха опережает увеличение абсолютной влажности воздуха и, наоборот, отдача мукой влаги в воздух отстает от падения абсолютной влажности воздуха.

8. При поглощении влаги из воздуха мукой (например в мешках) поверхностные слои последней насыщаются ею гораздо быстрее, чем внутренние, которые поглощают влагу тем медленнее, чем дальше отстоят они от поверхности; с увеличением времени хранения вес муки увеличивается главным образом за счет диффузии влаги во внутренние слои муки.

9. Гигроскопическое состояние муки из частичковых, обезжиренной экстракцией бензином, с влажностью 10,3—10,9% будет стационарным при хранении в помещении с относительной влажностью воздуха 60% в пределах от 10 до 30°.

10. Повышение влажности указанного выше сорта муки до 18% при хранении ее более месяца при средней температуре около 20° вызывает образование плесени на поверхности.

---

## SUMMARY

The hygroscopical properties of fish meal as related to storage conditions were studied.

It was stated that the hygroscopical condition of fish meal is determined by the degree of the moisture saturation of air. The moisture content of meal is lower as its hygroscopical humidity corresponding to a certain degree of saturation of air with water vapour, increases in the process of storage and vice versa. The hygroscopical humidity of the meal increases with the decrease of the temperature of storage independently of the relative humidity of the air. The absorption of atmospheric moisture proceeds more rapidly in the superficial layers of the meal than in the inner layers.

In lean meal of Cyprinidae and Percidae species, with a moisture content of 10—11% at a relative humidity of 60% moisture is neither absorbed nor given up. In fish meal with a moisture content of no less than 18% mould appears on the surface after a month of storage.

---

## УТОЧНЕНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОГО ТРЕСКОВОГО ЖИРА

*В. В. Колчев, О. И. Шапиро*

### A MODIFICATION OF THE PROCESS OF TREATMENT OF MEDICAL COD—LIVER OIL

*By V. Kolchev and O. Shapiro*

Тресковый жир получается из тресковой печени вытопкой острым паром на траулере. Однако вытопленный жир еще не может считаться медицинским, это — жир-сырец. Он обычно бывает мутным от примеси воды и взвешенных частиц ткани и содержит в себе некоторое количество твердых глицеридов, неправильно в практике жировой рыбной промышленности обозначаемых словом «стеарин».

Дальнейшая обработка жира производится на фильтровочном заводе в Мурманске. Она заключается в следующем. Доставленный на траулерах жир-сырец перекачивается на фильтровочный завод в бетонные баки емкостью около 11 т для отстаивания, в них он выдерживается обычно 4—5 дней при 20°. За это время жир освобождается от воды, взвешенных частиц ткани и мелких остатков печени. Из отстойных баков жир спускается в баки-хранилища емкостью около 14 т каждый. Далее, очищенный от примеси жир направляется на охлаждение в 15 цилиндрических железных баков, находящихся в двух специальных камерах, охлаждаемых системой труб, соединенных в батареи, по которым циркулирует охлажденный раствор поваренной соли. Емкость морозильных баков для жира: 6 баков по 1,8 т и 9 баков по 2 т, температура рассола — 15—18°. Температура холодильных камер поддерживается около 5—7° ниже нуля. Каждый бак снабжен вертикальной мешалкой, которая при помощи шестеренки, насаженной на вал мешалки, и червячной передачей приводится в движение со скоростью около 3 оборотов в минуту. После выдерживания в камере около суток или немного более жир принимает температуру, близкую к 0°. При такой температуре он представляет полужидкую массу, в которой распределено значительное количество твердых частиц жира (кристаллов). Охлажденный до 0° жир перекачивается в приемочную ванну камеры фильтрации; в последней находится 47-рамный фильтрпресс. Средняя производительность фильтрпресса около 12—14 т в сутки. Температура камеры фильтрации поддерживается около 1°. Проходя через салфетки фильтрпресса, жировая масса фильтруется. Из кранов рам фильтрпресса вытекает прозрачный, чистый жир, который направляется в баки для готового медицинского жира, а на салфетках задерживается «сырой стеарин». Последний очи-



щается с салфеток и на вагонетках отвозится в отделение для прессования стеарина, где находятся гидравлические прессы. Сырой стеарин укладывается в пакеты, которые загружаются на тележку прессы в 23—25 рядов, и выдерживается в таком положении 6—10 час. при температуре помещения 18—20°; за это время часть жира успевает вытечь из пакетов, после чего пакеты подвергаются прессованию, в конце которого давление прессы доводится до 50 атм. При прессовании стеарина выделяется много жидкого жира, который собирается в отдельные баки и далее вновь подвергается такой же обработке, как и жир с траулеров. Отпрессованный стеарин счищается с салфеток и сбрасывается через шахту в нижний этаж, где упаковывается в тару.

В изложенной выше схеме технологического процесса есть одна операция, условия проведения которой вызывают большое сомнение в их правильности. Это прессование сырого стеарина. Как показали наши опыты, проведенные на фильтрзаводе в апреле 1938 г., и опыты лаборатории Мурманрыбы весной 1937 г., количества сырого стеарина, поступающего с фильтрпрессы в прессовочное отделение с температурой 1°, составляют 15—20% от жира, подвергшегося фильтрации. Попадая в помещение с температурой 18—20°, сырой стеарин постепенно обогревается, и поэтому, когда начинается прессование, отжимается не только жидкий жир, механически задержавшийся в стеарине при фильтрации, но и часть полутвердого стеарина, счищенного с салфеток, так как этот последний при температуре прессовочного отделения в 18—20° переходит в жидкое состояние и стекает при отжимании пакетов. Таким образом, вначале жир охлаждается до 0° или —1° и при той же температуре подвергается фильтрации, давая около 20% полутвердого остатка, а затем этот сырой стеарин переносится в помещение с температурой 18—20°, где большая часть остатка переходит в жидкое состояние и стекает при прессовании прогретой полутвердой массы сырого стеарина. Задача настоящей работы состояла в том, чтобы проверить целесообразность температурного режима охлаждения, фильтрации и последующего прессования, принятых на Мурманском фильтрзаводе.

Для получения необходимых количественных показателей, характеризующих технологический процесс на фильтрзаводе с момента поступления жира на охлаждение в камеры до выхода готовой продукции, были обследованы все промежуточные операции процесса.

## Процесс охлаждения жира в камере

Согласно работам лаборатории Мурманрыбы, проведенным весной 1937 г., процесс охлаждения протекает довольно медленно, и жир достигает 0° только спустя сутки. Режим и динамика охлаждения приведены на рис. 1. Жир охлаждался в 9 баках, емкостью которых была следующая: 7 баков по 1 т и 2 бака по 1,75 т. В холодильную камеру жир поступал из бака-хранилища № 11 с температурой в 14—15°; он по данному лабораторию Мурманрыбы имел следующие показатели: уд. вес (при 15°) 0,9279, кислотное число 0,47, иодное число 156,1, число омыления 185,9, нерастворимый остаток 1,57, влага отсутствовала. Количество жира, заполнившего все 9 баков холодильной камеры, составляло  $2 \times 1,75 + (6 \times 1) + 0,94$  (бак заполнен не целиком) = 10,44 т.

Как видно из диаграммы, через 25—26 час. температура жира в камере опускалась до 0°. Наблюдение над охлаждением жира в баках проводилось в разное время, однако кривые падения температуры жира очень близки между собой, хотя разница в температурах холодильной камеры достигала 2°. Как видно на диаграмме, скорость падения температуры жира изменяется со временем: если в начале процесса охлаждения температура жира за 1 час понижается в среднем на 1°, то в середине процесса жир охлаждается за то же время уже только на полгра-

дуса в среднем, а к концу процесса скорость охлаждения замедляется еще больше и составляет в среднем около  $0,3^{\circ}$  за один час. Таким образом, если при начальной температуре жира  $14-15^{\circ}$  для понижения на  $1^{\circ}$  требуется немногим более получаса, то при охлажденном до  $0^{\circ}$  для понижения температуры его также на  $1^{\circ}$  требуется почти 6 час., т. е. скорость отдачи тепла в этом последнем случае уменьшается почти в десять раз по сравнению с начальным моментом охлаждения (при

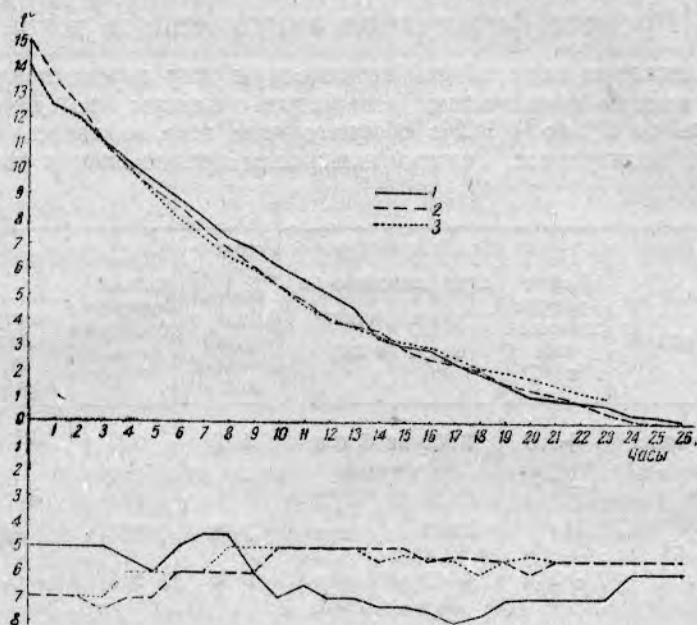


Рис. 1. Динамика охлаждения жира в холодильной камере в зависимости от времени: 1—жир в баке № 32; 2—жир в баке № 35; 3—жир в баке № 36. Отрицательные температуры — температуры помещения камеры

$14-15^{\circ}$ ). При уточнении технологического процесса переработки сырого трескового жира на том же заводе в апреле 1938 г. нами было проведено охлаждение жира в 9 баках холодильной камеры, снабженных мешалками. Емкость каждого бака около 2 т, размеры его — высота 1,7 м, диаметр 1,3 м. Во время охлаждения температура камеры колебалась от  $0^{\circ}$  до  $+1^{\circ}$ . В силу этого продолжительность охлаждения жира должна была значительно увеличиться; она показала для различных баков время, указанное в табл. 1.

Таблица 1

| № бака | Продолжительность охлаждения (в час. и мин.) | Снижение температуры жира (в $^{\circ}\text{C}$ ) | Колебание температуры в камере (в $^{\circ}\text{C}$ ) |
|--------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 35     | 35-40                                        | с 15 до 0                                         | от 5,5 до $-0,5$                                       |
| 36     | 39-45                                        | 15,5 " 0,5                                        | $-4,5$ " $-0,5$                                        |
| 37     | 45-35                                        | 15,5 " 0,5                                        | $-4,0$ " $-0,5$                                        |
| 38     | 40-55                                        | 15,5 " 0,5                                        | $-4$ " 0                                               |
| 39     | 48-0                                         | 15 " 0                                            | $-4$ " 0                                               |
| 40     | 37-50                                        | 15 " 0                                            | $-5$ " 0                                               |
| 41     | 37-20                                        | 15 " 0                                            | $-5$ " $-0,5$                                          |
| 42     | 38-20                                        | 15 " 0                                            | $-5$ " 0                                               |
| 43     | 38-40                                        | 15 " 0                                            | $-5$ " 0                                               |

Примечание. В баки № 36, 37, 38, 39 жир поступал из бака-хранилища № 27, в баки № 40, 41, 42, 43 и 35 из бака-хранилища № 8.

Жир поступал в камеру с температурой около  $15^{\circ}$ , значительное удлинение процесса охлаждения объясняется тем, что была недостаточная подача холода с холодильника (охлажденного солевого раствора), и поэтому температура камеры во время наблюдения держалась выше обычного температурного уровня (сравни с рис. 1).

## Процесс фильтрации охлажденного жира

По достижении надлежащей температуры жир перекачивался в сборный чан камеры фильтрации; температура камеры во время опыта колебалась от  $0^{\circ}$  до  $+1^{\circ}$ . Из сборного чана жир подавался насосом на 47-рамный фильтрпресс. Режим фильтрации представлен в табл. 2.

Таблица 2

| Порядок фильтрации | Температура помещения в $^{\circ}\text{C}$ | Количество поступившего на фильтрацию жира (в кг)<br>+ | Продолжительность фильтрации (в час. и мин.) | Количество сырого стеарина (в кг) | Температура жира (в $^{\circ}\text{C}$ ) |                   |
|--------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|-------------------|
|                    |                                            |                                                        |                                              |                                   | поступающего на фильтр                   | профильтрованного |
| 1-я фильтрация     | +1,5                                       | 3950 из баков № 36 и 38                                | 5-25                                         | 590                               | +1                                       | +1,5              |
| 2-я "              | +2                                         | 3900 из баков № 37 и 39                                | 7-0                                          | 617                               | +1                                       | +1,5              |
| 3-я "              | +1                                         | 4067 из баков № 42, 43 и 40 (67 кг)                    | 3-55                                         | 668                               | 0                                        | +1                |
| 4-я "              | +2                                         | 4563 из баков № 41, 40, 35                             | 5-20                                         | 915                               | -0,5                                     | 0                 |

Примечания: 1. Замела салфеток производилась после 2-й и 4-й фильтраций. 2. Предельное давление в фильтрпрессе к концу 4-й фильтрации доходило до 3,5 атм.

Из таблицы видно, что количества сырого стеарина, получаемого при каждой из четырех фильтраций, весьма различны. В процентном отношении к жиру, поступающему на фильтрацию, они составляют соответственно 15; 15,8; 16,4 и 20%, или в среднем около 17%. Особенно значительный выход сырого стеарина оказался при 4-й фильтрации, что, очевидно, объясняется более низкой температурой жира, поступившего на фильтрацию. После первой смены салфеток вес последних (47 шт.) составлял после отжатия на гидравлическом прессе 74 кг против веса салфеток перед фильтрацией 41 кг. Следовательно, разница  $74 - 41 = 33$  кг является потерей жира при фильтрации (0,42%). После второй смены салфеток вес их после отжатия на гидравлическом прессе составил 80 кг против 44 кг веса их перед фильтрацией. Следовательно, потеря жира при фильтрации составила  $80 - 44 = 36$  кг, или 0,42%. Согласно данным лаборатории Мурманрыбы от 1937 г. выход сырого стеарина составлял 20,4%, потеря жира при фильтрации была установлена несколько меньшей, чем нашими исследователями, именно 0,30%.

## Процесс прессования сырого стеарина

Из камеры фильтрации счищенный с салфеток сырой стеарин на вагонетках перевозился в камеру прессования, где раскладывался по пакетам из той же салфеточной ткани; пакеты укладывались в несколько рядов друг на друга на тележки гидравлического пресса. В таком состоянии они выдерживались по нескольку часов в камере прессования при температуре помещения  $19-21,5^{\circ}$ . Сырой стеарин с температурой около  $+1^{\circ}$ , попадая после фильтрации в камеру прессования, постепенно

обогревается там и к моменту окончания прессования принимает температуру, близкую к температуре камеры. Продолжительность выдерживания сырого стеарина до прессования, продолжительность процесса прессования, температурный режим и выходы опрессованного стеарина представлены в табл. 3.

Таблица 3

| Порядок фильтрации       | Продолжительность выдерживания сырого стеарина (в час. и мин.) |                      | Температура стеариновой массы (в °С) |                      |                     | Выход стеарина (в кг) |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
|                          | до прессования                                                 | во время прессования | при поступл. в камеру                | в начале прессования | в конце прессования |                       |
| 1-я фильтрация . . . . . | 9-20                                                           | 2-30                 | +1,5                                 | + 13,5               | +17                 | 86                    |
| 2-я " . . . . .          | 7-15                                                           | 1-50                 | +1,5                                 | + 13,5               | +17                 | 98                    |
| 3-я " . . . . .          | 5-15                                                           | 2- 5                 | +1                                   | + 13,5               | +17,5               | 162                   |
| 4-я " . . . . .          | 6-20                                                           | 3-30                 | +0,5                                 | + 10                 | +18                 | 166                   |

Температура жира, стекающего из пакетов со стеариновой массой, повышалась в зависимости от продолжительности выдерживания пакетов в камере. Так например, за 10 час. выдерживания стеариновой массы 1-й фильтрации температура жира повысилась с + 10,5 до + 16°, для жира из стеариновой массы 2-й фильтрации с 11 до 13° за 3 часа и для жира из стеариновой массы 3-й фильтрации за 6 час. с 12 до 17°. Выход отжатого стеарина составлял соответственно 2,4; 2,5; 4,0 и 3,6%, или в среднем 3,1% от количества жира, поступившего на фильтрацию. По данным лаборатории Мурманрыбы от 1937 г. выход стеарина составлял в среднем также около 3,1%.

Температурные условия выдерживания сырого стеарина в камере прессования имели своим следствием такое явление. Постепенное обогревание сырого стеарина вызывало частичный переход в жидкое состояние стеариновой массы. Образовавшийся жидкий жир растворял в себе часть остающейся твердой массы; тем самым вызывалось дальнейшее уменьшение этой плотной стеариновой массы. Такой процесс имел место в течение всего времени повышения температуры стеарина, так что к моменту окончания прессования пакетов оставались только глицириды, обогащенные твердыми жирными кислотами, они остались твердыми и при температуре камеры. Как можно видеть из предыдущего, больше 80% сырого стеарина при этих условиях перешли в жидкое состояние и частью стекли при выдерживании, а частью были отжаты при прессовании. В дальнейшем этот жидкий жир, согласно принятым на заводе процессам, опять должен быть направлен на охлаждение в камеру, на фильтрацию и т. д., т. е. пройти вновь тот цикл последовательных операций, через который однажды он уже проходил.

В работе 1937 г. по исследованию производственного процесса получения медицинского трескового жира лаборатория Мурманрыбы дала такую физическую и химическую характеристику полуфабрикатов и готовой продукции (табл. 4).

Таким образом, в результате обработки сырого жира на фильтрзаводе иодное число готового продукта повысилось всего на 3,7; иодное число сырого стеарина оказалось достаточно высоким (141,5), что указывает на значительное количество ненасыщенных кислот, присутствующих в сыром стеарине. Последующим прессованием при понижении выхода стеарина с 20 до 3% было удалено из оставшегося твердого остатка стеарина значительное количество глициридов, богатых ненасыщенными кислотами (снижение иодного числа с 141,5 до 107,2). Проведя сравне-

Таблица 4

| Физические и химические показатели | Жир из хранилища, поступающий на обработку | Сырой стеарин | Жир, стекающий с гидравл. пресса | Отпрессованный стеарин | Готовый медицинский жир |
|------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Уд. вес при 15° . . . . .          | 0,9279                                     | 0,9250        | 0,9258                           | 0,9193                 | 0,9283                  |
| Кислотное число . . . . .          | 0,47                                       | 0,94          | 0,58                             | 0,47                   | 0,53                    |
| Иодное число . . . . .             | 156,1                                      | 141,5         | 145,3                            | 107,2                  | 159,8                   |
| Число омыления . . . . .           | 185,9                                      | 181,5         | 183,4                            | 184,1                  | 176,7                   |
| Нерастворимый остаток . . . . .    | 1,57%                                      | 1,03%         | 0,38%                            | 0,29%                  | 0,10%                   |
| Влага . . . . .                    | Нет                                        | Нет           | Нет                              | Следы                  | Нет                     |

ние по остальным физическим и химическим показателям готового жира и отжатого стеарина, можно отметить значительную разницу в составе стеарина и готового медицинского жира. Однако, общие свойства последнего мало отличаются от таких же свойств исходного трескового жира, поступившего на охлаждение.

### Характеристика изменений жира в процессе переработки

При нашем опыте охлаждения и фильтрации трескового жира на Мурманском фильтрзаводе мы постарались охарактеризовать химическими показателями все наиболее важные стадии технологического процесса получения готового медицинского жира. Полученные данные сведены в табл. 5 по четырем последовательным фильтрациям.

Таблица 5

| Наименование этапа технологического процесса обработки жира                                         | 1-я фильтрация  |              | 2-я фильтрация  |              | 3-я фильтрация  |              | 4-я фильтрация  |              | Твердые кислоты по титрованию при 3-й фильтрации | Несомываемые вещества |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                                     | кислотное число | иодное число | кислотное число | иодное число | кислотное число | иодное число | кислотное число | иодное число |                                                  |                       |
| Жир из баков камеры охлаждения . . . . .                                                            | 1,11            | 149,5        | 0,80            | 150,3        | 1,0             | 148,5        | 1,0             | 149,3        | 10,1                                             | —                     |
| Жир после фильтрации . . . . .                                                                      | 1,10            | 152,3        | 1,10            | 151,5        | 1,0             | 151,3        | 1,0             | 150,9        | 8,9                                              | —                     |
| Жир, стекающий из сырого стеарина при выдерживании в прессовочной камере (до прессования) . . . . . | 1,12            | 148,3        | 1,11            | 147,4        | 1,10            | 138,0        | 1,10            | 145,4        | —                                                | —                     |
| Жир, вытекающий из стеарина при прессовании . . . . .                                               | 1,0             | 137,4        | 1,19            | 140,2        | 1,0             | 136,5        | 1,14            | 143,6        | —                                                | —                     |
| Сырой стеарин с фильтр-пресса . . . . .                                                             | 1,0             | 137,9        | 1,03            | 138,8        | 0,88            | 129,1        | 0,88            | 134,7        | 17,6                                             | 0,46                  |
| Стеарин, отжатый на гидравлическом прессе . . . . .                                                 | 1,66            | 95,4         | 1,15            | 101,0        | 1,06            | 109,6        | 0,76            | 110,6        | 18,4                                             | 1,51                  |

Данные таблицы позволяют сделать ряд заключений. Прежде всего, сопоставляя показатели для исходного жира и жира отфильтрованного, можно определенно установить, что фильтрация привела к незначительному повышению иодного числа в отфильтрованном жире (на 1—3 единицы) и небольшому снижению содержания в нем твердых жирных кислот. Как показывает значительная разница в иодных числах сырого стеарина и исходного жира, первый богат более насыщенными тригли-

церидами, чем исходный жир, однако он представляет собой смесь триглицеридов различной насыщенности в отношении входящих в их состав жирных кислот. Надо думать, что главная задача прессования — это удалить жидкий жир, который задержался в стеарине при фильтрации. Но условия проведения последующей операции прессования таковы, что при этом удаляется из стеарина не только жир жидкий при  $0^{\circ}$ . При фильтрации большое количество последнего не должно задерживаться в стеарине, а на самом деле в результате прессования получается уменьшенное количество стеарина в среднем более чем на  $80\%$ . Дело, очевидно, в том, что при выдерживании сырого стеарина в прессовальной камере при  $19-21^{\circ}$  часть стеарина, твердая при температуре фильтрации (около  $0^{\circ}$ ), по мере выдерживания в камере переходит в жидкое состояние и стекает из пакетов; попутно образующийся жидкий жир растворяет в себе часть таких триглицеридов, которые остаются твердыми при данной температуре. Данные таблицы по иодным числам жира, стекающего до прессования и в момент прессования подтверждают сказанное выше. По иодным числам (табл. 5) совершенно отчетливо видно, что стекающий жир по мере выдерживания стеарина в камере прессования все более обогащается твердыми глицеридами, а остающийся твердым стеарин содержит в себе все меньше триглицеридов с ненасыщенными кислотами, на что указывают сравнительно низкие иодные числа отпрессованного стеарина. Таким образом, кристаллизацию жира при охлаждении можно представить себе как процесс, при котором в начальный момент охлаждения выпадает из жира смесь глицеридов, наиболее насыщенных, затем, по мере понижения температуры, к ним присоединяются триглицериды меньшей степени насыщения и при окончании охлаждения (около  $0^{\circ}$ ) — триглицериды, которые насыщены еще менее; однако общая насыщенность выпавшего при этой температуре сырого стеарина, как показывают иодные числа таблицы, значительно выше исходного жира. Исходя из сказанного выше, мы поставили целью дать такое направление технологическому процессу, при котором можно было бы исключить мало обоснованную операцию выдерживания сырого стеарина при значительно повышенной температуре перед прессованием и проведение при той же температуре самого процесса прессования, т. е. исключить из переработки трескового жира или свести к минимуму этот этап, в значительной мере уничтожающий эффект охлаждения жира в холодильной камере.

## Экспериментальные работы в холодильной камере

Предварительные ориентировочные опыты поставлены нами в лабораторных условиях с тресковым жиром-сырцом, вытопленным из печени 22/II 1938 г. на траулере в Баренцовом море. Испытание проводилось путем охлаждения жира смесью воды и льда с целью установления начальной температуры кристаллизации твердой части (стеарина), выпадающей из жира при разных температурных пределах охлаждения и пр. В результате оказалось, что температура, при которой тресковый жир начинает мутнеть, т. е. начинается медленное выпадение твердых триглицеридов, лежит около  $8^{\circ}$ . Дальнейшая работа проводилась в холодильной камере Плехановского института народного хозяйства. Для уяснения вопроса о ходе кристаллизации по мере понижения температуры мы наметили несколько этапов или ступеней, понижения температуры с учетом количества твердой части жира, выпадающей в температурных границах данного этапа. С этой целью перепад температуры с  $8$  до  $0^{\circ}$  был разделен на 4 ступени в такой последовательности: с  $8$  до  $6$ , с  $6$  до  $4$ , с  $4$  до  $2$  и с  $2$  до  $0^{\circ}$ . После каждой температурной сту-

пени выпавший осадок твердых глицеридов отфильтровывался, взвешивался и вычислялся в процентах по отношению к взятому жиру. Наряду с этим был поставлен опыт охлаждения жира с теми же температурными ступенями, отличавшийся от первого тем, что осадок, выделявшийся при ступенчатом охлаждении до  $0^{\circ}$ , отфильтровывался только один раз после окончания последней ступени охлаждения от  $2$  до  $0^{\circ}$ . Этот вариант ставился, как контрольный, для ступенчатой фильтрации с целью выяснения влияния выпадения кристаллов стеарина на последующую кристаллизацию при снижении температуры общего выхода сырого стеарина и потерь при ступенчатой кристаллизации. Для сравнения с существующим методом производилось охлаждение жира по производственному принципу, т. е. жир выдерживался в камере при  $-1^{\circ}$  и отфильтровывался, когда температура жира опускалась до  $0^{\circ}$ . Фильтрование производилось через воронки Бюхнера под разрежением для лучшего уплотнения осадка и удаления из последнего механически задержавшегося жидкого жира. Техника и условия проведения опыта в холодильной камере были таковы.

Тресковый жир в количестве до  $2$  кг в стеклянном сосуде емкостью  $3$  л помещался в камеру с определенной температурой на ночь. Выпавший осадок на следующий день отфильтровывался через воронки Бюхнера в той же камере под разрежением от масляного вакуумноса. После отсасывания жира плотная часть переносилась с воронок в гидравлический пресс, где отфильтровывалась при добавочном давлении  $0,5$  атм. Повышение давления сверх  $0,5$  атм вызывало продавливание через ткань плотной массы стеарина. Охлаждение и фильтрация по первому варианту проводились следующим образом. Тресковый жир со средней температурой  $15-16^{\circ}$  выдерживался в холодильной камере при температуре  $6^{\circ}$  в течение двух суток и затем отфильтровывался при той же температуре. Повторное выдерживание фильтрата жира при  $6^{\circ}$  показало полное выделение всех триглицеридов, способных выпадать при этой температуре. Затем температура камеры снижалась до  $4^{\circ}$  (вторая ступень), и жиротриглицеридов выдерживался в камере с такой температурой около суток, после чего также подвергался фильтрации. Контроль на полноту выделения триглицеридов, выпадающих до  $4^{\circ}$ , дал отрицательные результаты. В таких же условиях проводилось охлаждение и фильтрование жира на 3-й ступени опыта от  $4$  до  $2^{\circ}$ , продолжительность выдерживания жира в камере была около двух суток. Ступенчатое охлаждение по второму варианту отличалось тем, что при тех же условиях понижения температуры камеры жир фильтровался только один раз на 3-й ступени охлаждения. По третьему варианту жир помещался в камеру с температурой  $2^{\circ}$  и через сутки фильтровался. Контрольным выдерживанием жира была установлена полнота выделения триглицеридов, выпадающих до  $2^{\circ}$ . Температура камеры отмечалась термографом, и колебание температуры в ней за все время опытов не превышало  $0,5^{\circ}$ .

Образующиеся при охлаждении осадки были разной консистенции: одни сравнительно быстро оседали на дно сосуда, хорошо фильтровались и быстро отсасывались, давая плотную желтовато-белую массу, например, осадки при охлаждении до  $6^{\circ}$  и с  $4$  до  $2^{\circ}$  (первый вариант) и осадок в третьем варианте. Другие осаждались крайне медленно, заполняя всю массу жира и сообщая последнему вязкую консистенцию, фильтровались с трудом, не обеспечивая полного отделения жира от осадка, и при отжатии на гидропрессе через ткань проходило значительное количество полужидкой массы, например, осадки при охлаждении с  $6$  до  $4^{\circ}$  (первый вариант) и при охлаждении во втором варианте. Первый опыт, состоящий из трех вариантов охлаждения и фильтрации, проводился при охлаждении камеры до  $2^{\circ}$ . Полученные данные представ-

лены в табл. 6: в ней заключается учет количества плотного остатка, выпадающего при кристаллизации в условиях трех различных вариантов охлаждения. Исходным материалом для упомянутого выше опыта служила смесь двух образцов трескового жира, доставленных из Мурманска: один — жир-сырец, полученный вытопкой печени трески на траулере 22/III 1938 г., и второй жир-сырец, вытопленный на траулере из печени трески, пойманной на Кильдинской банке в Баренцовом море 31/V 1938 г. Все образцы жира перед обработкой очищались от посторонних примесей (влаги, частиц ткани и пр.) пропусканием через центрофугу Шарплес.

Таблица 6

| Характеристика<br>жира                     | 1-й вариант                           |      |            |     |            |      | 2-й вариант               |      | 3-й вариант                |      |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|------|------------|-----|------------|------|---------------------------|------|----------------------------|------|
|                                            | Ступенчатое охлаждение и<br>фльтрация |      |            |     |            |      | Ступенчатое<br>охлаждение |      | Производств.<br>охлаждение |      |
|                                            | с+15° до+6°                           |      | с+6° до+4° |     | с+4° до+2° |      | с+15° до+2°               |      | с+15° до+2°                |      |
|                                            | г                                     | %    | г          | %   | г          | %    | г                         | %    | г                          | %    |
| Жир, поступивший на охлаждение . . . . .   | 1710                                  | 100  | —          | —   | —          | —    | 1733                      | 100  | 1583                       | 100  |
| Плотный остаток после фильтрации . . . . . | 26,5                                  | 1,55 | 116,4      | 6,8 | 5,5        | 0,32 | 98,8                      | 5,7  | 281,5                      | 17,4 |
| Жир фильтрованный . . . . .                | —                                     | —    | —          | —   | 1417       | 82,9 | 1586                      | 91,5 | 1187                       | 75,0 |
| Потери . . . . .                           | —                                     | —    | —          | —   | 144,6      | 8,48 | 48,2                      | 2,8  | 114,5                      | 7,3  |

На первый взгляд останавливают на себе внимание большие потери в выходах отфильтрованного жира при первом и третьем вариантах охлаждения. Они обусловлены, особенно в первом варианте, значительным количеством жира, который оставался на посуде при переносе из одного сосуда в другой, впитывался фильтровочным материалом и т. д. Так как основная цель опыта заключалась не в установлении выходов жира, а в определении количества твердой части при разных условиях кристаллизации, то этой стороне опыта не уделялось особого внимания. Что такого рода потери могут быть доведены до минимума, видно хотя бы из того, что при втором варианте, когда фильтрация, перенесение остатков и пр. производились более тщательно, потери оказались гораздо меньше.

Из табл. 6 видно, что общее количество плотного осадка при первом варианте составляло 8,6% от всего количества жира, поступившего на охлаждение, во втором варианте — 5,7% и в третьем варианте — 17,7%. Разница в выходах стеарина зависит главным образом от степени отжатия остатка после фильтрации. Кроме того, количество стеарина, получаемое на разных ступенях охлаждения жира (первый вариант), свидетельствует о том, что количество стеарина на первой ступени охлаждения получилось не менее, чем на третьей (с 4 до 2°).

Для выяснения степени насыщенности смеси триглицеридов, выпадающих на разных ступенях охлаждения и при разных условиях его проведения, было выполнено определение некоторых физических и химических показателей стеариновых и жидких фракций, полученных в разных условиях процесса охлаждения. Эти данные представлены в табл. 7.



Таблица 7

| Наименование показателя                      | Исходный треск. жир | 1-й вариант         |                     |                     |               | 2-й вариант |               | 3-й вариант |               |
|----------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
|                                              |                     | с+15 до+6           |                     | с+6 до+4°           |               | с+15 до+2°  |               | с+15 до+2°  |               |
|                                              |                     | стеарин 1-й фракции | стеарин 2-й фракции | стеарин 3-й фракции | фильтраг жира | стеарин     | фильтраг жира | стеарин     | фильтраг жира |
| Удельный вес . . . . .                       | 0,9206              | —                   | 0,9269              | —                   | 0,9207        | 0,9259      | 0,9249        | 0,9274      | 0,9248        |
| Показатель преломления (при 40°) . . . . .   | 1,4740              | 1,4690              | 1,4702              | —                   | 1,4720        | 1,4699      | 1,4722        | 1,4723      | 1,4738        |
| Кислотное число . . . . .                    | 0,81                | —                   | 0,73                | —                   | 0,80          | 0,67        | 0,83          | 1,20        | 0,79          |
| Иодное число . . . . .                       | 147,4               | 108,7               | 134,3               | 124,5               | 149,3         | 118,3       | 149,9         | 141,5       | 149,4         |
| Число омыления . . . . .                     | 183,8               | —                   | 184,8               | —                   | 179,6         | 186,8       | 183,8         | 185,4       | 188,2         |
| Неомыляемые . . . . .                        | 1,48%               | —                   | 1,41%               | —                   | 1,45%         | —           | 1,64%         | 1,36%       | —             |
| Твердые жирные кислоты по Твитчелю . . . . . | 7,4                 | 21,4                | 13,8                | 10,4                | 7,3           | 15,7        | 7,1           | 13,6        | —             |

Примечание. Уд. вес твердых фракций определялся при 40° и затем пересчитан на уд. вес при 15°.

Определения кислотных чисел различных фракций стеарина и жидких жиров показали, что кислотные числа твердых и жидких фракций почти не меняются в процессе обработки жира. Разница в них так мала, что практически ее можно не принимать во внимание. Величины иодных чисел достаточно отчетливо свидетельствуют не только о резком различии твердых и жидких фракций по степени ненасыщенности входящих в них триглицеридов, но и о различии твердых фракций 1-го варианта между собой. Из последних наиболее богатой насыщенными соединениями оказалась первая фракция, выпадающая до +6°С; судя по иодному числу, вторая фракция содержит в себе меньше насыщенных соединений не только по сравнению с первой, но и по сравнению с третьей. Последнее объясняется недостаточным удалением из нее жидкого жира при фильтрации, на что указывает сравнительно большой выход стеарина (см. табл. 6). Этому обстоятельству следует приписать и сравнительно высокое иодное число стеариновой фракции 3-го варианта. Числа омыления стеариновых фракций и отфильтрованных жиров указывают на то, что при фильтрации произошло некоторое перемещение в жидкую фракцию не только триглицеридов высоконенасыщенных кислот, но и высокомолекулярных кислот. Неомыляемые распределились между стеариновыми и жидкими фракциями приблизительно равномерно. Особое место занимает в данном опыте содержание твердых жирных кислот по Твитчелю (стеариновых фракций). Наибольшее количество их оказалось в первой фракции, значительно меньше во второй и еще меньше в третьей. Однако и в последней их все же больше, чем в жидком жире после фильтрации.

Второй опыт охлаждения жира в холодильной камере проводился при понижении температуры до 0°. Материалом для исследования служил жир, вытопленный из тресковой печени на траулере в один из осенних рейсов в Баренцовом море (сентябрь 1938 г.). Полученный непосредственно с траулера при приходе последнего в порт, жир был не вполне прозрачный и поэтому очищался центрифугированием на центрифуге Шарплес. Постановка второго опыта в камере имела целью проверить данные первого опыта с учетом некоторых погреш-

ностей, имевших место во время первой работы в холодильной камере. За исключением температурных условий, второе испытание проводилось так же, как первое. Данные по исследованию ступенчатого и производ-

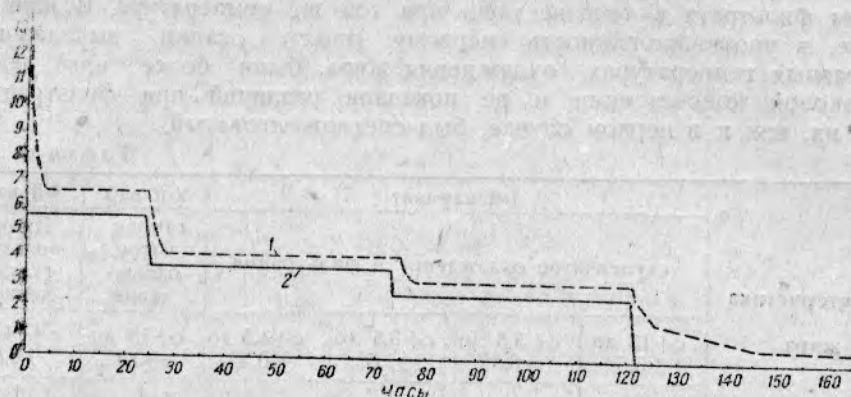


Рис. 2. Температурные изменения холодильной камеры и жира при ступенчатом охлаждении: 1—температура жира; 2—температура камеры

ственного охлаждения и выходов стеариновых и жидких фракций исходного жира сведены в табл. 8. Температурные границы ступенчатого охлаждения были установлены следующие: 5,5; 3,5; 1,5 и 0,5°. При

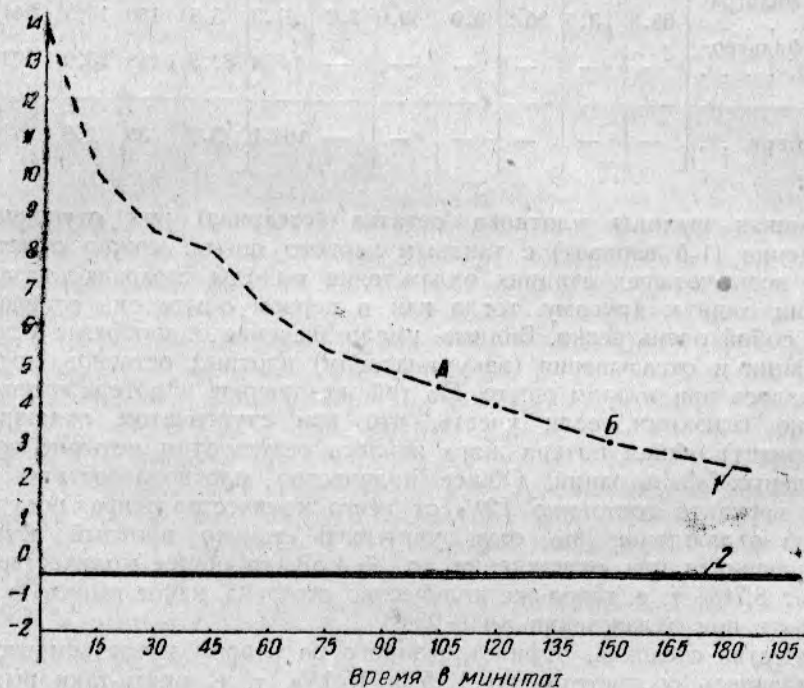


Рис. 3. Температурные изменения холодильной камеры и жира при производственном охлаждении: 1—температура жира; 2—температура камеры; А—появление кристаллов на поверхности жира; Б—появление мути в жире

этих последовательно снижаемых температурах выдерживались в холодильной камере одновременно две партии жира: одна из них подвергалась после каждой ступени охлаждения фильтрации (см. рис. 2), другая фильтровалась один раз по достижении последней

ступени охлаждения ( $0,5^{\circ}$ ). Отдельно ставился третий вариант охлаждения путем выдерживания жира в камере при  $0,5^{\circ}$  и последующей фильтрации при той же температуре (рис. 3). Полнота осаждения стеариновой части контролировалась при каждой температуре выдерживанием фильтрата в течение ночи при той же температуре. В данном случае, в противоположность первому опыту, осадки, выпадавшие при разных температурах охлаждения жира, были более или менее одинаковой консистенции и не показали различий при фильтрации. Цвет их, как и в первом случае, был светложелтоватый.

Таблица 8

| Характеристика<br>жира                     | 1-й вариант                         |     |                            |     |                |     |                            |      | 2-й вар.               |      | 3-й вар.                |      |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|-----|----------------------------|-----|----------------|-----|----------------------------|------|------------------------|------|-------------------------|------|
|                                            | ступенчатое охлаждение и фильтрация |     |                            |     |                |     |                            |      | ступенчатое охлаждение |      | Производств. охлаждение |      |
|                                            | с+13 до +5,5°                       |     | с+5,5 до +3,5 <sup>a</sup> |     | с+3,5 до +1,5° |     | с+1,5 до +0,5 <sup>a</sup> |      | с+13 до +0,5°          |      | с+14 до +0,5°           |      |
|                                            | г                                   | %   | г                          | %   | г              | %   | г                          | %    | г                      | %    | г                       | %    |
| Жир, поступивший на охлаждение . . . . .   | 1 863                               | 100 | —                          | —   | —              | —   | —                          | —    | 1 333                  | 100  | 1 619                   | 100  |
| Плотный остаток после фильтрации . . . . . | 66,8                                | 3,5 | 56,2                       | 3,0 | 40,6           | 2,2 | 61,3                       | 3,3  | 180                    | 13,5 | 244                     | 15,1 |
| Жир отфильтрованный . . . . .              | —                                   | —   | —                          | —   | —              | —   | 1 534                      | 82,3 | 1 118                  | 83,9 | 1 323                   | 81,7 |
| Потери . . . . .                           | —                                   | —   | —                          | —   | —              | —   | 104,1                      | 5,7  | 35                     | 2,6  | 52                      | 3,2  |

Сравнивая выходы плотного остатка (стеарина) при ступенчатом охлаждении (1-й вариант) с таковым первого опыта, можно отметить, что на всех четырех стадиях охлаждения выходы стеарина оказались близкими один к другому, тогда как в первом опыте они отличались между собой очень резко. Видимо, имело значение однообразие условий фильтрации и отсасывания (вакуумнасосом) плотных остатков, которое наблюдалось при втором опыте. По той же причине и потери оказались довольно близкими, если учесть, что при ступенчатом охлаждении (1-й вариант) общая потеря жира явилась результатом четырех последовательных фильтраций. Общее количество плотного остатка при первом варианте составило 12% от всего количества жира, поступившего на охлаждение, но если учитывать только плотный остаток, образовавшийся при охлаждении до  $+1,5^{\circ}$ , то общее количество его составит 8,7%, т. е. такое же количество стеарина, какое выпало в первом опыте при охлаждении до  $+2^{\circ}$ .

Количества стеарина, отфильтрованного во втором и третьем вариантах, оказались соответственно 13,5 и 15,1%, т. е. опять-таки выходы стеарина получились довольно близкими во всех трех вариантах охлаждения. Для характеристики стеариновых и жидких фракций жира, полученных в разных условиях охлаждения, определялись химические показатели их, которые приведены в табл. 9.

Сопоставляя иодные числа стеариновых фракций 1-го варианта с таковыми 1-го варианта предыдущего опыта, мы замечаем иной характер изменений их, именно иодные числа стеариновых фракций кроме первой весьма близки между собой: они отличаются друг от друга

Таблица 9

| Наименование<br>показателя               | Исходный тресковый<br>жир | 1-й вариант            |                        |                        |                        | 2-й вар.         |         | 3-й вар.         |         |                  |
|------------------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|
|                                          |                           | с 13<br>до 5,5         |                        | с 5,5<br>до 3,5        |                        | с 3,5<br>до 1,5  |         | с 1,5 до<br>0,5  |         |                  |
|                                          |                           | стеарин<br>1-й фракции | стеарин<br>2-й фракции | стеарин<br>3-й фракции | стеарин<br>4-й фракции | фильтрат<br>жира | стеарин | фильтрат<br>жира | стеарин | фильтрат<br>жира |
| Удельный вес . . . . .                   | 0,9280                    | —                      | —                      | —                      | —                      | —                | —       | —                | —       |                  |
| Иодное число . . . . .                   | 150,7                     | 120,7                  | 130,2                  | 128,4                  | 129,4                  | 153,5            | 136,7   | 154,4            | 136,6   | 153,7            |
| Неомыляемые . . . . .                    | 1,34                      | 0,91                   | 0,93                   | 0,92                   | 0,79                   | 1,32             | 0,80    | 1,07             | 0,93    | 1,14             |
| Число омыления . . . . .                 | 174,1                     | —                      | —                      | —                      | —                      | —                | —       | —                | —       | —                |
| Кислотное число . . . . .                | 0,63                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                | —       | —                | —       | —                |
| Твердые кислоты по<br>Твитчелю . . . . . | 13,2                      | 18,2                   | 17,8                   | 17,4                   | 17,8                   | 12,0             | 16,6    | 12,2             | 17,2    | 11,2             |

максимум на 2 единицы, в то же время все они отличаются весьма заметным образом от стеариновых фракций 2-го и 3-го вариантов. Суммируя все фракции 1-го варианта, мы получим среднее иодное число стеариновой фракции в целом около 129, оно значительно ниже соответственных стеариновых фракций 2-го и 3-го вариантов, хотя выходы их во всех трех вариантах не так уже разнятся между собой. Разумеется, разница в иодных числах между жидкими стеариновыми фракциями весьма значительна. Аналогично иодным числам фракции 1-го варианта содержат почти одинаковые количества твердых кислот по Твитчелю, что также не совпадает с данными табл. 7. Таким образом, выходит, что при ступенчатом охлаждении осадки, выпадающие из жира, по мере понижения температуры оказываются как будто близкими по составу в смысле количества насыщенных кислот, входящих в молекулы триглицеридов. Количество неомыляемых в стеариновых фракциях во всех случаях оказывается ниже, чем в жидких фракциях, т. е. в стеариновые осадки переходит некоторая часть неомыляемых веществ, очень небольшая по абсолютной величине. Столь резкое отличие характера стеариновых осадков, особенно при ступенчатом охлаждении, от результатов ступенчатого охлаждения предыдущего опыта в камере навело на мысль испытать их отношение к повышению температуры, исходя из предположения, что при одинаковом составе они должны одинаково относиться к повышению температуры. С этой целью все стеариновые фракции выдерживались несколько суток при температуре около 17° и затем подвергались фильтрации под вакуумом. Уже через несколько суток, когда осадки должны были принять температуру помещения, в котором они выдерживались, оказалось, что 4-я фракция 1-го варианта, выпавшая при охлаждении от 1,5 до 0,5°, стала жидкой. Остальные оставались полутвердыми до начала фильтрации. Результаты фильтрации и химическая характеристика твердых остатков после фильтрации представлены в табл. 10.

Как видно из таблицы, все стеариновые фракции при повышении температуры до 17° потеряли значительную долю своей твердой массы, которая перешла в жидкое состояние и была отфильтрована при разрезании. В зависимости от степени охлаждения, при которой образовывалась стеариновая фракция при ступенчатом охлаждении, после фильтрации при 17° меньше всего потеряла первая (68,3%), затем вторая фракция (80,5%), третья фракция (91,8%), а четвертая фракция оказалась вся жидкой; во 2-м и 3-м варианте потери составляли соот-

Таблица 10

| Характеристика<br>осалка и<br>показатели | 1-й вариант                            |      |                  |      |                  |      |                          |   | 2-й вар.                            |      | 3-й вар.                             |      |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------|------------------|------|------------------|------|--------------------------|---|-------------------------------------|------|--------------------------------------|------|
|                                          | Ступенчатое охлаждение и<br>фильтрация |      |                  |      |                  |      |                          |   | ступен-<br>чатое<br>охлаж-<br>дение |      | произ-<br>водств.<br>охлаж-<br>дение |      |
|                                          | с 13 до<br>5,5°                        |      | с 5,5 до<br>3,5° |      | с 3,5 до<br>1,5° |      | с, 5 до 0                |   | с 13,5 до<br>0,5°                   |      | с 14 до<br>0,5°                      |      |
|                                          | г                                      | %    | г                | %    | г                | %    | г                        | % | г                                   | %    | г                                    | %    |
| Количество стеариновой фракции для опыта | 17,6                                   | —    | 27,0             | —    | 17,2             | —    | } жидкая<br>при<br>17° С |   | 29,1                                | —    | 16,9                                 | —    |
| Выход твердого остатка при +17           | 5,57                                   | 31,7 | 5,26             | 19,5 | 1,41             | 8,2  |                          |   | 3,07                                | 10,6 | 1,08                                 | 6,4  |
| Отношение к исходному жиру               | —                                      | 1,14 | —                | 0,62 | —                | 0,20 |                          |   | —                                   | 1,42 | —                                    | 0,96 |
| Иодное число . .                         | 105,9                                  | —    | 117,1            | —    | 96,8             | —    |                          |   | 100,1                               | —    | 76,9                                 | —    |
| Твердые кислоты по Твитчелю .            | 26,1                                   | —    | 21,2             | —    | —                | —    | —                        | — | —                                   | —    | —                                    |      |

ответственно 89,4 и 93,6%. Таким образом, больше всего осталось в твердом состоянии первой фракции, выпавшей при наиболее высокой температуре охлаждения, и меньше всего стеариновой фракции 3-го варианта. Приведенные выше данные показывают, что по составу триглицеридов стеариновые фракции ступенчатого охлаждения значительно различались друг от друга. Уменьшение выхода стеарина при 17° для остальных фракций варианта 1-го и фракции варианта 2-го и 3-го объясняется тем, что образовавшийся в них при 17° жидкий жир растворял в себе оставшиеся при этой температуре твердые триглицериды и тем в большем количестве, чем больше такого жира оказалось в стеариновой фракции. Например, из таблицы видно, что от максимального выхода стеариновой фракции при +0,5° 3-го варианта (15,1% от исходного жира) стеарина при 17° осталось меньше всего. Последнее обстоятельство оказало со своей стороны влияние на значительное снижение иодного числа по сравнению с иодным числом остальных стеариновых фракций при 17°.

В результате проведенной выше работы мы приходим к заключению, что технологический процесс переработки трескового жира-сырца на фильтровочном заводе нуждается в изменении температурного режима охлаждения жира и прессования стеарина. На фильтровочном заводе при настоящих температурных условиях прессования около 80% стеарина отжимается прессом; в дальнейшем эта масса должна поступать в переработку или вместе с жиром-сырцом или перерабатываться отдельной партией. В обоих случаях должен получиться отход полужидкой массы с температурой плавления на несколько градусов выше нуля градусов. Изменением технологического процесса переработки жира-сырца возможно обеспечить тот же выход 3—4% стеарина, который получается в настоящее время на фильтровочном заводе. Если принять положение, что прессование следует проводить при температуре фильтрации жира, то жидкий жир, механически задержанный сырым стеарином, совершенно не будет растворять твердых триглицеридов, и результатом прессования окажется только выделение жидкого при данной температуре жира. Исходя из последнего, можно наметить температуру, проведение процесса при которой обеспечит такой же выход стеарина, какой получается в настоящее время на фильтровочном заводе. За эту температуру нужно принять 2—3° выше нуля, основы-

ваясь на том соображении, что ступенчатое охлаждение до  $1,5^{\circ}$  дало в последнем опыте около 8,7% стеарина от исходного жира и что при последующем прессовании при температуре около  $2^{\circ}$  выделится еще около 80% жидкого жира. Однако эти выводы должны быть проверены в производственных условиях фильтровочного завода.

Таким образом, схема измененного технологического процесса такова: жир-сырец после очистки центрифугированием или отстаиванием в хранилищах направляется в баки-камеры охлаждения с температурой  $3-4^{\circ}$  ниже  $0^{\circ}$ , где охлаждается до  $+2^{\circ}$  и затем с той же температурой поступает на фильтрацию в помещения, где температура держится также около  $+2^{\circ}$ . Сырой стеарин с фильтрпресса передается без предварительного выдерживания на гидравлический пресс и прессуется при той же или близкой к ней температуре. Правда, получаемый при фильтрации готовый жир не будет удовлетворять требованиям государственной фармакопеи СССР, согласно которой жир при стоянии в течение 3 час. не должен совершенно выделять кристаллического осадка, но и в условиях работы фильтрозавода получается жир с примерно 13% жидкого остатка при прессовании, который не удовлетворяет требованиям государственной фармакопеи. С другой стороны, есть ряд литературных указаний о целесообразности употребления очищенного трескового жира без выделения из него стеарина. Так например, в работе J. Hjort'a по производству жира из тресковой печени содержится указание на опыты проф. Фрелита, который констатировал эффективность действия содержащего стеарин трескового жира на рост маленьких детей и отсутствие какого-либо вредного действия на них. С другой стороны, по исследованиям норвежского профессора Paulsson'a часть витаминов находится именно в твердой части жира — стеарина, в котором тоже содержится неомыляемая часть жира, как и в свободном от стеарина жире. По данным Drummond'a витамины находятся в неомыляемой части жира. Из американской практики известно, что тресковый жир при скармливании птицам (журам) без выделения из него стеарина содержал более 500 единиц витамина А и более 75 единиц витамина D на 1 г.

## Выводы

1. Существующий в настоящее время температурный режим переработки трескового жира сырца не является оптимальным.

2. При ступенчатом охлаждении жира сначала выпадают «стеарины», обогащенные твердыми кислотами, а затем концентрация твердых кислот в них постепенно падает.

3. При повышении температуры сырого стеарина в прессовальной камере в жидкое состояние переходят не только глицериды, не способные оставаться твердыми при данной температуре, но и часть таких, которые, сами по себе будучи твердыми при указанной температуре, способны растворяться в отделяемой из стеарина жидкой части.

4. Прессование в условиях повышенной температуры влечет не только выделение жидкого жира, но и части твердых глицеридов, тем больше, чем выше выход сырого стеарина.

5. На основании проведенного исследования оптимальной температурой процесса следует считать температуру, близкую к  $+2^{\circ}$ , однако величина последней должна быть проверена в производственных условиях.

## SUMMARY

1. The thermal regime now in use in the treatment of raw cod-liver oil cannot be regarded as optimum.

2. In the step-cooling of fat the „stearins“ enriched by solid acids separate and their concentration of solid acids gradually decrease.

3. As the temperature of crude „stearine“ in the pressing chamber increases, not only those glycerids pass into liquid state, which are not able to remain solid at the temperature given but also a part of glycerids which although remaining solid at this temperature are able to dissolve in the liquid part separated from the „stearine“.

4. Pressing under conditions of high temperature extracts not only the liquid oil but also a part of solid glycerids, this part being the greater, the higher the yield of raw „stearine“.

5. On the basis of the investigations described, a temperature approaching  $+2^{\circ}$  must be considered as optimum; however this value has to be tested under commercial conditions.

---

## ДАЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИЙ ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МЯСА РЫБЫ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ЕЕ ОБРАБОТКИ КОПЧЕНИЕМ И ЗАМОРАЖИВАНИЕМ

*И. М. Маршак*

### A DISTANT ACTION THERMOMETER FOR FISH PRODUCTS

*By J. Marshak*

Целью этой работы было получение портативного прибора для исследовательских задач, отвечающего следующим условиям.

1. Активная часть (термометр) должна легко проникать в толщу мяса рыбы без предварительного проделывания отверстия другим инструментом (ножом, буравом и т. д.).

2. Прибор должен давать возможность измерять как температуру мороженой и парной рыбы, так и прогрев рыбы во время ее копчения в камере, а также возможность измерять температуру рыбы на расстоянии и одновременно в нескольких точках.

До настоящего времени для вышеуказанных измерений не существовало более или менее удовлетворительного прибора. Для измерения температуры мороженой рыбы обычно употребляют ртутные термометры, погружаемые в пробурованные предварительно отверстия в толще рыбы, реже пользуются так называемыми «термометрами для мяса» — ртутными термометрами в металлической оправе с конической насадкой (рис. 1). Такого рода термометр для мороженой рыбы описан в книге Тухшнайда «Холодильная технология». Американская фирма «Tucos» рекомендует для измерения температуры мяса и рыбы конструкцию, аналогичную описанной у Тухшнайда.

Неудобства этих способов и конструкций очевидны: голые ртутные термометры, помимо частых поломок, дают не вполне точные показания вследствие образования воздушной прослойки вокруг термометра, так как для погружения термометра в рыбу приходится отверстие делать шире, чем диаметр термометра.

Термометры в оправе не устраняют этого недостатка: при интервале необходимых измерений (от  $-10$  до  $20^{\circ}$ ) часть оправы (рис. 2), соответствующая длине шкалы, получается довольно длинной, и при больших усилиях, необходимых для погружения оправы в замороженную рыбу, эта часть оправы получает изгиб и ломает стеклянный термометр. С другой стороны, увеличение прочности оправы за счет утолщения стенок ее делает прибор громоздким и грубым.

Для измерения прогрева рыбы во время копчения обычно употребляют ртутные максимальные термометры, вводимые в рыбу до поступле-



ния ее в камеру; термометры остаются в рыбе до окончания копчения и извлекаются из готового продукта и таким образом дают только максимальную температуру мяса рыбы за весь процесс.

Лабораторией контроля производства ВНИРО в 1935 г. был сконструирован и изготовлен термометр для мороженой и парной рыбы, причем при конструировании мы исходили из необходимости дать прочный, портативный термометр, легко погружаемый в мясо мороженой рыбы и дающий точные показания.

Оправа этого термометра (рис. 3) состоит из:

- 1) собственно оправы — металлической трубки диаметром 10 мм с толщиной стенок 1 мм;
- 2) полый конической насадки длиной 100 мм и толщиной стенок 1 мм;
- 3) верхней крышки с ручкой дугообразной формы. Оправа имеет на обоих концах нарезку, при помощи которой



Рис. 1. Ртутный термометр для мяса

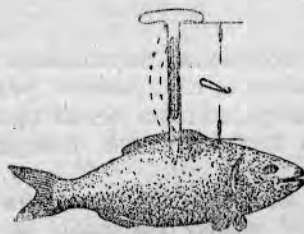


Рис. 2. Термометр, погруженный в рыбу



Рис. 3. Термометр для рыбы

она свинчивается наверху с ручкой, внизу — с насадкой.

В передней части оправы имеется прорез для наблюдения шкалы термометра. Термометр — палочный, с длинной ножкой. Коническая насадка имеет с обеих сторон на уровне ртутного резервуара термометра оконца для непосредственного соприкосновения ртутного резервуара с измеряемой средой.

При испытании этого термометра нами было обращено главное внимание на удобство обращения с ним, на прочность оправы и на величину термической инерции.

Основные преимущества этого термометра: отсутствие необходимости предварительного пробурывания отверстия для ввода термометра и легкое вытаскивание термометра за ручку без опасения разбить его.

Погружение термометра на нужную глубину в толщу мяса рыбы, замороженной до  $-8$  —  $-10^{\circ}$ , не требует больших усилий, но при температурах ниже  $-10^{\circ}$  эти усилия достаточно велики (принимая во внимание большое сопротивление плотной массы мороженой рыбы) для того, чтобы оправа вследствие продольного изгиба получила прогиб, ломающий стеклянный термометр. Стрела прогиба, на глаз почти незаметного, при подсчете дает величину 12,5 мм.

Устранить этот недостаток можно путем уменьшения длины выступающей части оправы за счет уменьшения шкалы термометра; в таком

случае приходится говорить уже о наборе термометров с разными пределами шкалы.

Для измерения прогрева рыбы во время копчения описанный прибор, как и ему подобные, служить, конечно, не может. Между тем, именно изучение кривых прогрева рыбы во время копчения или кривых замораживания представляет большой интерес как для производства, так и для исследовательских работ, а также и при испытании новых конструкций коптилен. Здесь выгодно обратиться к электрометрическим методам контроля. На самом деле, от электроизмерительных приборов (термопары, термометры сопротивления) можно добиться тщательным изготовлением абсолютной точности; воспринимающий орган (попружаемый в рыбу) можно сделать любой формы и величины; показания можно получить в виде кривой, включив в сеть самописец; имеется возможность, как ниже будет описано, одним прибором измерять температуру в самых широких пределах.

Измерительная схема этого прибора была нами разработана на основе работ 1935—1936 гг. и имеющегося уже у нас опыта применения термометров сопротивления в практике контроля температуры дыма в копильных камерах.

Принцип работы термометров сопротивления, как известно, основан на свойстве металлов менять свое электросопротивление при нагреве; этим свойством и пользуются в целях измерения температуры.

Подробное описание принципа этой схемы, теоретические ее основы и практические соображения нами здесь не даются. В настоящей работе мы даем описание тех существенных изменений, как в конструкции термометров, так и в схеме моста, которые позволили охватить значительно более широкие пределы измерения, увеличить точность показаний и чувствительность всего прибора.

Принципиальная схема этой установки такова.

Термометр в виде катушки сопротивления (рис. 4) включается в мост Уитстона, как одно из плеч его. Известно, что при равенстве потенциалов вершин моста (точек *C* и *D*) имеет место пропорциональность между соседними плечами (сопротивлениями) цепи:

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4} \quad (1)$$

Для сравнения потенциалов точек *C* и *D* между ними включается электроуказательный прибор.

Из уравнения (1) можно определить  $R_t$ , изменяя сопротивление плеч  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  до тех пор, пока стрелка прибора не перестанет давать отклонений.

Если сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  не изменять в то время, как температура термометра изменяется, то равенство потенциалов в точках *C* и *D* будет нарушено и через гальванометр пойдет ток. Этот ток, а следовательно, и отклонения стрелки гальванометра будут тем больше, чем сильнее нарушено равновесное состояние моста. Таким образом устанавливается известная связь между отклонениями стрелки гальванометра и температурой термометра: оказывается возможным по отклонениям гальванометра судить о температуре термометра, не прибегая к манипуляциям для изменения сопротивлений.

Сила тока, протекающего через гальванометр неравновесного моста, определяется уравнением:

$$J_r = \frac{V(R_1R_t - R_2R_3)}{R_r(R_1 + R_3)(R_2 + R_t) + R_1R_3(R_2 + R_t) + R_2R_t(R_1 + R_3)} \quad (2)$$

где  $V$  — разность потенциалов на вершинах моста (в точках *C* и *D*).

Из этого уравнения видно, что показание гальванометра в первом приближении линейно зависит от прироста сопротивления термометра.

Таким образом, шкала гальванометра при малых пределах изменения  $R_1$  имеет линейный характер. Если  $R_1$  изменяется сильно, то из-за возрастания знаменателя уравнения (2), который также содержит  $R_1$ , деления шкалы при широких пределах измерения оказываются сильно

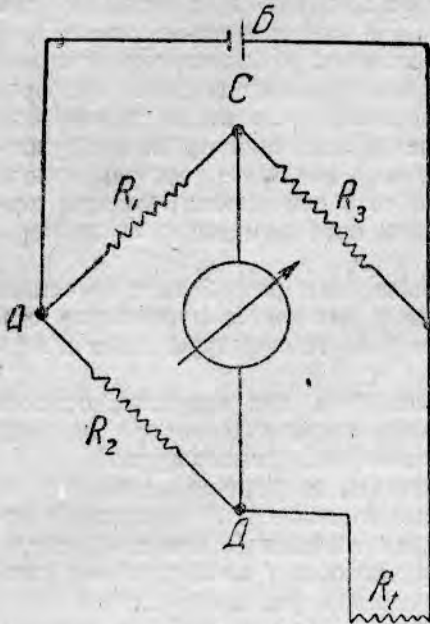


Рис. 4. Принципиальная измерительная схема для термометра сопротивления

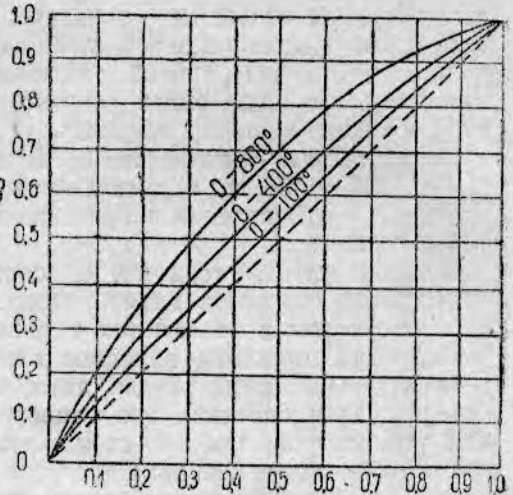


Рис. 5. Кривые зависимости отклонения стрелки гальванометра от температуры термометра

сжатыми в области высоких температур, — шкала становится неравномерной. Эта неравномерность шкал при разных пределах измерения особенно заметна для термометров из металла с высоким удельным сопротивлением. На рис. 5 показаны кривые отклонения гальванометра в зависимости от температуры термометра, изготовленного из платиновой проволоки, при разных пределах измерения для равноплечного моста  $R_1 = R_2 = R_3$ . На оси абсцисс отложены значения температуры термометра в долях от наивысшей температуры для данного предела измерения, а на оси ординат — показания гальванометра в долях от наивысшего показания.

Наряду с возрастанием знаменателя (уравнение 2) на непропорциональность шкалы влияет отклонение увеличения сопротивления с температурой от линейного закона.

Зависимость электросопротивления металла от температуры задается уравнением:

$$R_1 = R_0 [1 + \alpha (T_1 - T_0)], \quad (3)$$

где:  $R_1$  — сопротивление проводника при температуре  $T_1^\circ$ ;

$R_0$  — сопротивление того же проводника при температуре  $T_0^\circ$ ,

$\alpha$  — температурный коэффициент сопротивления.

Однако уравнение (3) представляет собой лишь первое приближение к математическому оформлению физического явления, так как ни один проводник не обладает линейной зависимостью сопротивления от температуры.

(На рис. 6 представлены кривые возрастания электросопротивления материалов термометров сопротивления).

Надо подчеркнуть, что описанное обстоятельство несколько вырав-

нивает шкалу в случае железных и никелевых термометров (до 200°) и делает ее более неравномерной в случае платиновых термометров (2).

Последнее имеет важное значение при выборе материала для термометра: неравномерность шкалы затрудняет градуирование шкалы гальванометра, влияя на ее точность; сжатие шкалы затрудняет отсчет по стрелке в области высоких температур (рис. 7).

Исходя из этих соображений, как материал для термометра сопротивления, нами был выбран никель, тем более что при меньшем, чем платина, удельном сопротивлении он обладает (см. табл. 1) большим температурным коэффициентом  $\alpha$ , следовательно, лучше реагирует на повышение температуры. Излом кривой (см. рис. 6) никеля лежит вне пределов температур, охватываемых нашим прибором ( $-20^{\circ}$ —

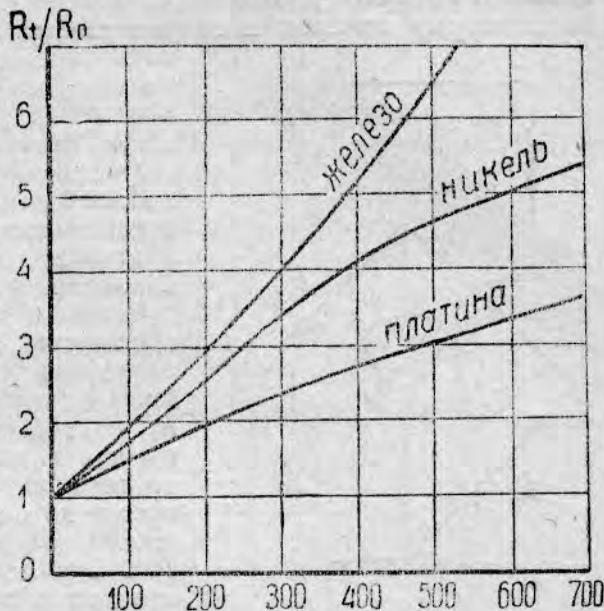


Рис. 6. Кривые зависимости электросопротивления металлов от температуры

+160°) в этих пределах, наоборот, увеличение сопротивления никеля с температурой наиболее приближается к линейному закону.

Таблица 1

**Физические свойства некоторых материалов для термометров сопротивления**

| Материалы         | Удельное сопротивление (в микромах $\times$ см) | Температурн. коэффициент электросопротивления $\alpha$ | $t$ (в °C) | $t_2$ (в °C) |
|-------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------|--------------|
| Медь . . . . .    | 1,56 при 0°C                                    | $4,33 \cdot 10^{-3}$                                   | 0          | 100          |
| Серебро . . . . . | 1,47 " 0°C                                      | $4,10 \cdot 10^{-3}$                                   | 0          | 100          |
| Железо . . . . .  | 8,9 " 0°C                                       | $6,57 \cdot 10^{-3}$                                   | 0          | 100          |
| Никель . . . . .  | 6,9 " 20°C                                      | $6,66 \cdot 10^{-3}$                                   | 0          | 100          |
| Платина . . . . . | 9,81 " 0°C                                      | $3,92 \cdot 10^{-3}$                                   | 0          | 100          |

**Регулирование напряжения**

Из уравнения (2) видно, что показания гальванометра в схеме моста пропорциональны напряжению на вершинах моста. Поэтому для исправной работы схемы моста необходимо поддерживать напряжение

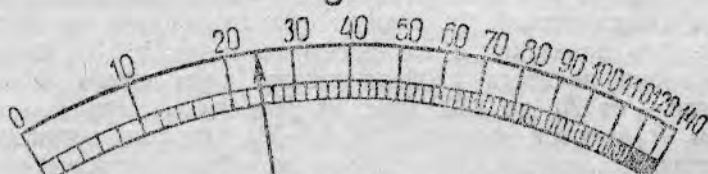


Рис. 7. Шкала платинового термометра сопротивления ВОТИ

на его вершинах постоянным. Это достигается включением в схему последовательно с аккумулятором регулировочного реостата  $R_p$  (рис. 8), с помощью которого напряжение на вершинах моста  $C$  и  $D$  приводится к надлежащему значению и поддерживается так, заставляя схему давать точные показания, независимо от того, что аккумулятор «садится», или от других побочных погрешностей (возрастание сопротивления гальванометра от повышения окружающей температуры, изменение сопротивления плеч моста от старения манганина, ослабление магнита гальванометра и пр.).

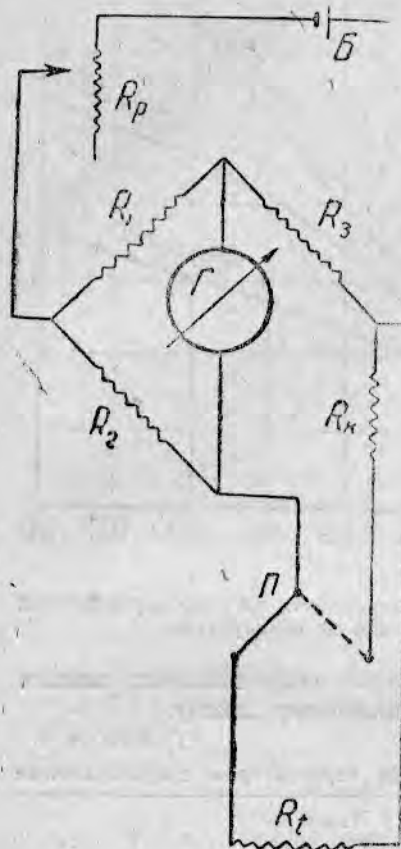


Рис. 8. Приспособление к схеме моста для регулирования напряжения на его вершинах:  $R_1, R_2, R_3$ —постоянные плечи моста;  $R_t$ —термометр сопротивления;  $B$ —батарея;  $R_p$ —регулируемый реостат;  $\Gamma$ —гальванометр;  $R_k$ —контрольное сопротивление;  $P$ —переключатель, которым можно включить по желанию то  $R_t$ , то  $R_k$ .

Чтобы судить о наличии этих погрешностей, в схему включается параллельно термометру сопротивление  $R_k$ , подобранное таким образом, чтобы при включении его в цепь вместо термометра стрелка отклонялась всегда до одного и того же деления шкалы, обозначенного красной чертой. Очевидно, это будет иметь место при надлежащем напряжении на вершинах моста, в противном случае стрелка или не дойдет до красной черты или перейдет за нее,—тогда регулировочным реостатом приводят стрелку на красную черту, устраняя тем самым причины возникших погрешностей.

### Шкала прибора

Перед нами была поставлена задача охватить одним прибором возможно более широкие пределы температур, при которых происходит обработка рыбы: область низких температур—для мороженой рыбы, средних—для парной и высоких—для рыбы при горячем копчении. Таким образом, получаем пределы от  $-20^\circ$  до  $+160^\circ$ , принимая во внимание, что прогрев рыбы при копчении (обычно не выше  $70-80^\circ$ ) интересно исследовать параллельно с температурой в самой камере, которая в некоторых системах печей может доходить до  $160^\circ$ . Такой широкий интервал температур не представляется возможным уложить в длину одной шкалы без того, чтобы ее не сжать настолько, что цена деления получается равной  $2^\circ$ . Между тем желательно иметь возможность наблюдать показания с точностью не менее  $\pm 0,5^\circ$ . Выходом из этого положения является двойная шкала: одна шкала от  $-20$  до  $+70^\circ$ , другая—от  $70$  до  $160^\circ$  (рис. 9). Для этого параллельно с сопротивлением  $R_2$  имеется сопротивление  $R'_2$ , которое переключателем  $P$  можно включить вместо  $R_2$  и которое подобрано таким образом, что при включении его вместо  $R_2$  в мост последний находится в равновесии при температуре термометра  $70^\circ$ . Тогда стрелка гальванометра, дойдя

до деления  $70^\circ$  по верхней шкале, при переключении на сопротивление  $R'_2$  возвращается на начальное деление, и отсчет производится по нижней шкале.

### Уравнительная катушка

Чтобы схема моста работала на различных расстояниях от измеряемых точек, предусмотрены так называемые уравнительные катушки сопротивлением в  $3 \Omega$ , включенные последовательно с термометрами.

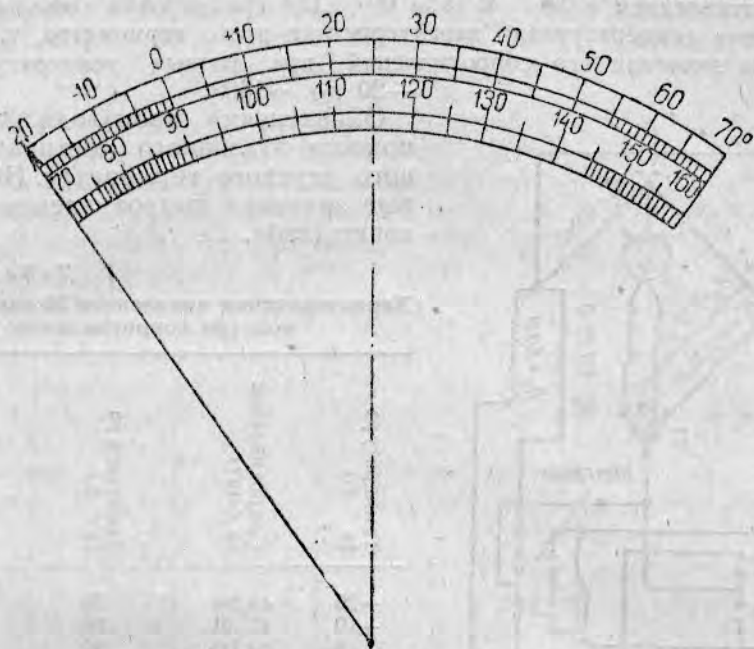


Рис. 9. Двойная шкала прибора ВНИРО

При включении на месте работы термометров при помощи соединительных проводов той или другой длины с уравнительных катушек сматывается соответствующее количество проволоки, сопротивление которой равно сопротивлению соединительных проводов.

### Окончательная схема

Таким образом окончательная измерительная схема прибора принимает вид, изображенный на рис. 10, где:

$R_1, R_3$  — постоянные сопротивления моста;

$R_2, R'_2$  — постоянные сопротивления моста, которые при помощи переключателя шкалы  $\Pi$  могут попеременно включаться:  $R_2$  — для верхней шкалы от  $-20$  до  $+70^\circ$ ,  $R'_2$  — для нижней шкалы от  $70$  до  $160^\circ$ .

Четвертым плечом моста являются термометры  $T_1, T_2, T_3$ , включаемые в мост попеременно при помощи контактов 1, 2 и 3.

Четвертый контакт, обозначенный словом «контроль», включает вместо термометра контрольное сопротивление  $R_k$  для контроля напряжения (см. раздел «Регулирование напряжения»).

Последовательно с каждым термометром включены уравнительные сопротивления  $R_u$  для уравнивания соединительных проводов.

$B$  — источник постоянного тока; последовательно с  $B$  включен регулировочный реостат  $R_p$  для регулирования напряжения на вершинах моста.

$\Gamma$  — указывающий прибор.

Примечание. Сопротивление термометров  $T_1, T_2, T_3$  составлены из переменного сопротивления  $50 \Omega$  (собственно термометр) и постоянного сопротивления  $= 50 \Omega$ , включенного последовательно к последнему; итого  $100 \Omega$ .

Такой прием значительно выравнивает шкалу, определяя момент, когда увеличение знаменателя (уравнение 2) идет быстрее увеличения числителя, о чем нами было сказано выше.

## Характеристика никелевого термометра

Активная часть нашего термометра выполнена из никелевой проволоки сопротивлением в  $50 \Omega$  (при  $0^\circ$ ). Для градуировки шкалы нами была снята температурная характеристика этого термометра, т. е. определены значения его сопротивлений при разных температурах от  $-20$  до  $+160^\circ$ .

Определения производились при помощи эталонного мостика и точного ртутного термометра. Полученные значения сопротивления следующие (табл. 2).

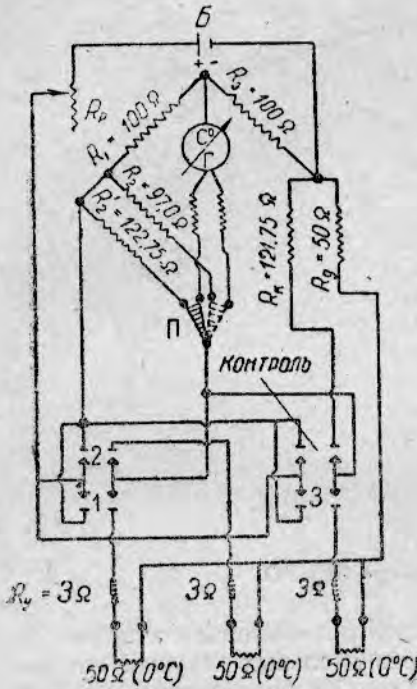


Рис. 10. Полная схема прибора ВНИРО

Таблица 2

Характеристика никелевого 50-омного термометра сопротивления

| Температура<br>(в $^\circ\text{C}$ ) | Сопротивление<br>(в омах) | Температура<br>(в $^\circ\text{C}$ ) | Сопротивление<br>(в омах) |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| -20                                  | 44,90                     | 70                                   | 69,75                     |
| -10                                  | 47,40                     | 80                                   | 72,85                     |
| 0                                    | 50,00                     | 90                                   | 76,05                     |
| 10                                   | 52,60                     | 100                                  | 79,30                     |
| 20                                   | 55,30                     | 110                                  | 82,65                     |
| 30                                   | 58,05                     | 120                                  | 88,10                     |
| 40                                   | 60,60                     | 130                                  | 89,60                     |
| 50                                   | 63,80                     | 140                                  | 93,15                     |
| 60                                   | 67,75                     | 150                                  | 96,75                     |
| —                                    | —                         | 160                                  | 98,35                     |

### 1. Выбор сопротивлений моста

Сопротивления плеч моста:

- Постоянные плечи моста  $R_1 R_3$  выбраны по  $100 \Omega$ .
- Плечо термометра  $R_t$  составлено из сопротивлений:
  - собственно термометр — переменное сопротивление  $50 \Omega$  (при  $0^\circ$ );
  - добавочное постоянное сопротивление  $50 \Omega$
  - уравнительное сопротивление  $R_y$   $3 \Omega$

Итого  $103 \Omega$

в) Сопротивление четвертого плеча моста  $R_2$  получается из следующего простого расчета: мост находится в равновесии при пропорциональности его плеч, т. е. когда  $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_t}$  в этом случае в

гальванометре тока не будет, и стрелка будет стоять на начальном делении шкалы, т. е. на  $-20^\circ$ . При температуре  $-20^\circ$  общее сопротивление термометра  $R_t$  будет:

$$44,9 \text{ (по табл. 2)} + 50 \pm 3 = 97,9 \Omega.$$

Таким образом, и  $R_2$  для верхней шкалы (от  $-20$  до  $70^\circ$ ) должно быть  $97,9$  ом.

Для нижней шкалы (от  $70$  до  $160^\circ$ ) стрелка должна быть возвращена на начальное деление при температуре термометра  $70^\circ$ , т. е. равновесие моста должно установиться, когда термометр примет температуру  $70^\circ$ .

При температуре  $70^\circ$  общее сопротивление  $R_1$  будет:  
 $69,75$  (согласно табл. 2) +  $50 + 3 = 122,75$  ом.

Следовательно, и  $R'_2$  для нижней шкалы должно быть равно  $122,75$  ом.

Итак, имеем:  $R_1 = 100$  ом;  $R_2 = 97,9$  ом;  $R'_2 = 122,75$  ом;  $R_3 = 100$  ом;  $R_4 = 50$  (при  $0^\circ$ ) ом;  $R_{доб.} = 50$  ом;  $R_y = 3$  ома

## 2. Сопротивление контрольной катушки

Контрольная катушка включается поворотом правого джека на отметку «контроль» при контроле напряжения на вершинах моста. В этом положении джека включается в схему вместо термометра постоянное сопротивление  $R_k$ , выбираемое таким образом, что оно равно сопротивлению термометра, которое бы он имел при температуре, близкой к чаще всего измеряемой. В нашем случае это температура, близкая к  $70^\circ$ . Берем температуру  $65^\circ$ . Сопротивление термометра при  $65^\circ$  равно:

$68,75$  (согласно табл. 2) +  $50 + 3 = 121,75$  ом.

Итак,  $R_k = 121,75$  ом.

При включении в цепь вместо термометра сопротивления  $R_k$  стрелка должна стать на деление  $+65^\circ$ , обозначенное на шкале красной чертой, как было указано выше.

При включении переключателем  $\Pi$  (рис. 10) той или другой шкалы одновременно включается соответственно то или другое добавочное, последовательное с гальванометром, сопротивление, которое регулирует предельное отклонение стрелки гальванометра.

## Конструктивное оформление прибора

При внешнем оформлении мы исходили из необходимости иметь портативный прибор, поскольку его назначение — контроль температуры рыбы при разных процессах, территориально не связанных между собой. Хотя схема прибора, позволяет присоединить к нему сколько угодно точек замера и на любом расстоянии, однако во избежание лишнего расхода электропровода удобно сделать его переносного типа.

Общий вид прибора представлен на рис. 11.

Все измерительное устройство и управление монтированы на эбонитовой панели, помещенной в прямоугольном ящике размером  $45 \times 25 \times 10$  см.

На внутренней стороне панели монтирована измерительная схема (рис. 12). На левой стороне видны четыре пары клемм; три пары для присоединения трех термометров, одна пара — для присоединения батареи. В середине панели наверху регулировочный реостат, в середине два джека (переключатели), внизу переключатель шкалы. Вокруг джеков — катушки моста, контрольная катушка и пр. На правой стороне панели: наверху окно для шкалы гальванометра, внизу корректор и арретир.

На верхней стороне панели (рис. 13) мы видим, справа четыре пары клемм для трех термометров и батареи, в середине: наверху регулировочный реостат, под ним два джека (в вертикальном положении), могущие переключаться попеременно вверх и вниз, включая таким образом 1-й, 2-й или 3-й термометры или контрольную катушку («контроль»). Под ними — кнопочный переключатель шкалы, который может нахо-



даться в выдвинутом положении, тогда он включает плечо  $R_2$  для верхней шкалы или может быть опущен нажатием пальца вниз; тогда он включает плечо  $R'_2$  для нижней шкалы.

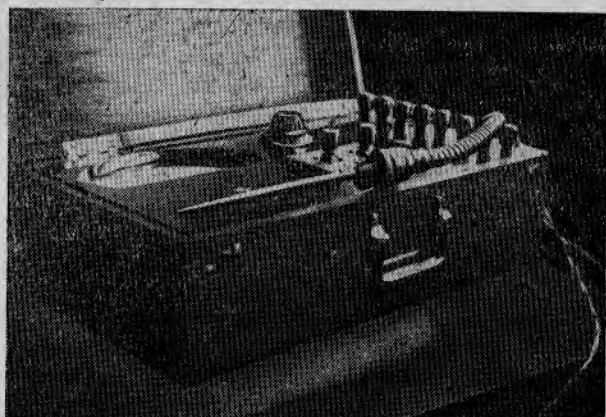


Рис. 11. Общий вид прибора

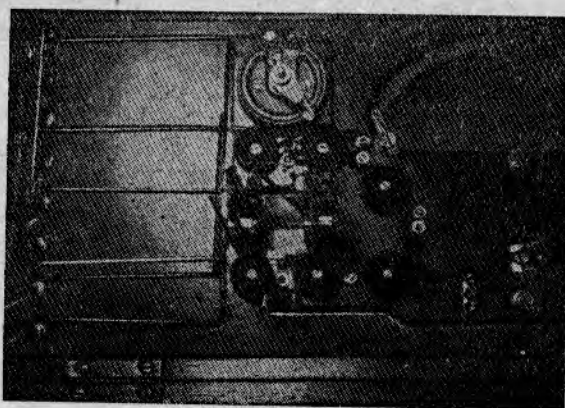


Рис. 12. Внутренняя сторона панели прибора

На левой стороне панели, в левом углу, шкала гальванометра: верхняя от  $-20$  до  $+70$  и нижняя от  $+70$  до  $+160^\circ$ .

На делении  $65^\circ$  видна контрольная (жирная) красная черта.

Под гальванометром — винт корректора для установки стрелки на начальное деление, а под ним арретир для запираания стрелки во время переноски прибора.

### Конструкция термометра

Никелевая проволока термометра намотана на слюдяную пластинку, вставленную в защитную никелевую трубку диаметра  $= 7$  мм длиной,  $200$  мм с остроконечной насадкой (рис. 14).

Защитная трубка в верхней части примыкает к контактной головке термометра с двумя клеммами, к которым выведены и припаяны оба конца проволоки термометра. Головка имеет газовую нарезку, на которую навинчивается крышка головки. Крышка имеет отверстие, куда вводятся и закрепляются на клеммах концы соединительных проводов.

Чтобы придать термометру герметичность с целью возможности по-

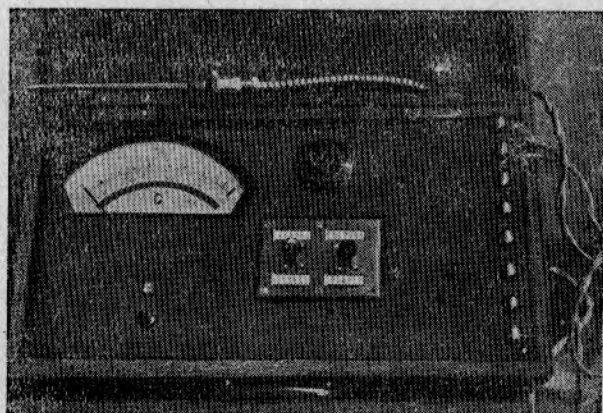


Рис. 13. Наружная сторона панели прибора

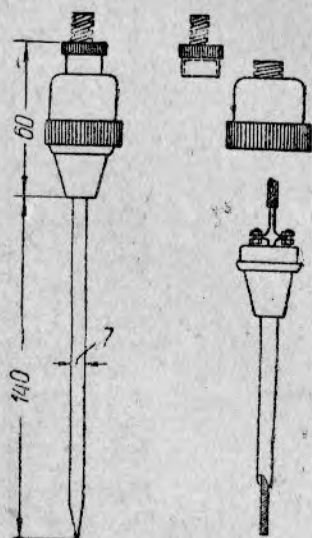


Рис. 14. Конструкция игло-видного термометра сопротивления

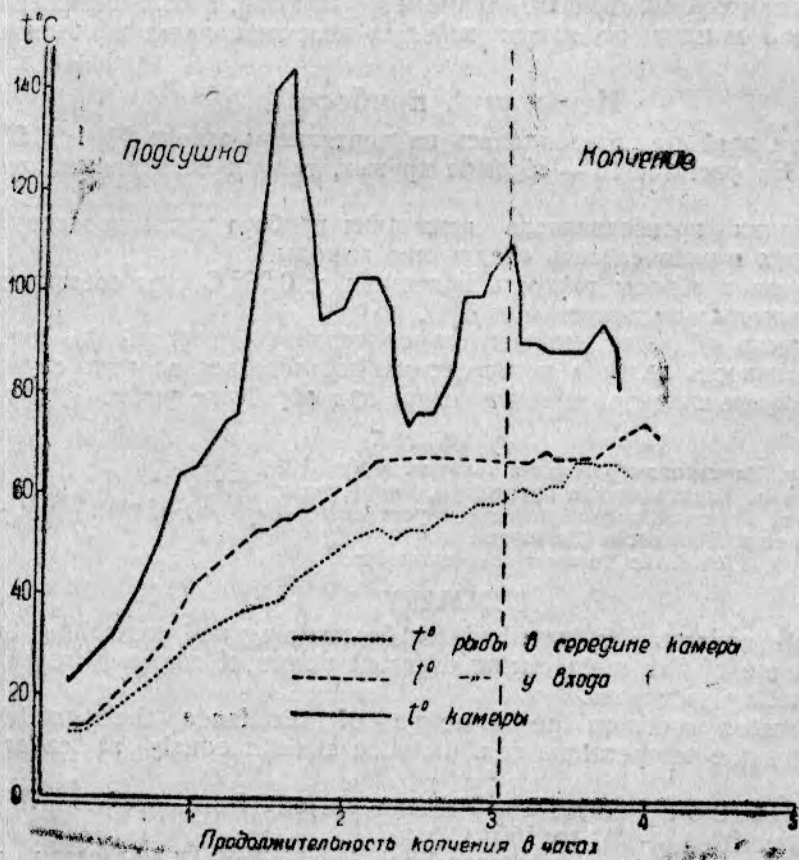


Рис. 15. Температурный режим копчения трески на московском рыбокопильном заводе № 1 (25/III 1937 г.)

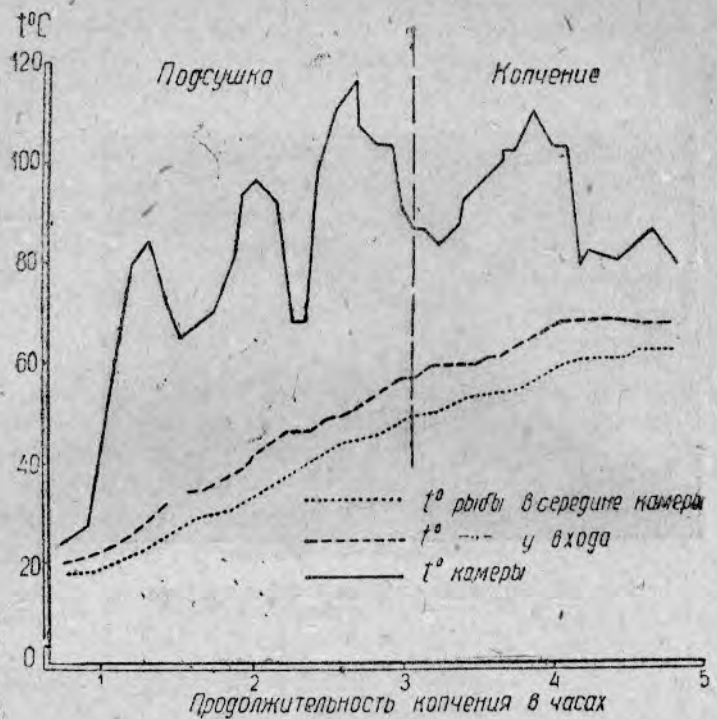


Рис. 16. Температурный режим копчения осетра на московском рыбокопильном заводе № 1 (17/III 1937 г.)

гружения его в жидкие среды, например при измерении температуры рыбы в дефростационных ваннах, термометр пропаая, а соединительные провода на 3 м идут от клемм кабелем, переходя далее в обычный шнур.

### Испытание прибора

Испытания прибора производились на копильном заводе № 1 МОК Рыбсбыта. На рис. 15, 16 — образцы кривых, снятых испытанным прибором.

На основании произведенного испытания прибора в производственных условиях можно сделать следующие выводы.

1. Даваемая прибором точность показания  $\pm 0,25^\circ \text{C}$  (что составляет 0,55% от шкалы при допустимом 1%).
2. Термометр обладает незначительной тепловой инерцией (1/2 мин.)
3. Портативность прибора позволяет им пользоваться во всех случаях исследования и контроля температуры при обработке рыбы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кейнат, Электроизмерительная техника, Кубуч, 1936.
2. Кульбуш, Электрические пирометры, Энергоиздат, 1932.
3. Темкин, Контроль работы котельных установок, Энергоиздат, 1934.
4. Gramberg, Technische Messungen.
5. Keipnath, Elektrische Temperatur-Messgeräte.

### SUMMARY

A portable apparatus is described for determining and controlling the thermal regime of fish meat during different stages of smoking, freezing and defrosting processes.

The apparatus works on the principle of resistance thermometers and indicates the temperature at a distance simultaneously at several points.

The scale of the apparatus has two ranges, one from  $-20^\circ$  to  $+70^\circ \text{C}$  and the other from  $+70^\circ$  to  $160^\circ \text{C}$ .

The apparatus has an insignificant heat inertia and an accuracy of  $\pm 0,25^\circ \text{C}$ .

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОЛЕННОСТИ РЫБЫ ПО ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ТКАНЕЙ

*И. М. Маршак*

### DETERMINING THE SALT CONTENT OF FISH BY THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF THE TISSUES

*By J. Marshak*

#### Введение

Одним из наиболее часто применяемых в контрольных лабораториях рыбной промышленности определений является установление содержания хлористого натрия в различных рыбных продуктах.

Все известные методы химического определения хлористого натрия в рыбных продуктах сложны по способу подготовки материала и требуют значительной затраты времени. Кроме того, взятие проб для анализа связано с частичной или полной потерей товарной ценности отобранных образцов.

Поэтому весьма желательно выработать такие методы, с помощью которых можно было бы быстро и без предварительной обработки материала определять непосредственно в рыбе содержание соли.

Здесь, очевидно, выгодно обратиться к электро-химическим методам исследования, открывающим к тому же громадные перспективы в области организации непрерывного контроля производства и его автоматизации, а также в деле организации дистанционного управления технологическим процессом.

#### Применение метода измерения электропроводности в исследованиях пищевых продуктов

На основе применения метода измерения электропроводности у нас в СССР, так же как и за границей, проделано довольно много работ по исследованию пищевых продуктов, имеющих различный характер и назначение.

1. Дорошевский, исследуя электропроводность воды, пришел к выводу о возможности этим методом судить о качестве питьевой воды и обнаруживать различные изменения в самом ее составе (Журнал Физико-химического о-ва, т. XIV, гл. II, вып. 6-й).

2. Хлопин и Васильева на основе изучения электропроводности натуральных и искусственных красок, делают заключение о возможности разработать простой и быстрый метод определения фальсификации пи-

щевых продуктов и напитков искусственными красками (проф. Хлопий, «Методы исследования пищевых продуктов и напитков», вып. 3-й, 1917).

3. Проф. Перов применял метод определения электропроводности для обнаружения фальсификации молока путем разбавления водой, подсыпания сливок и т. п. (Перов, «Электропроводность молока как способ для открытия прибавления воды и консервирующих веществ», «Труды ВМХИ», т. I, № 2).

4. Цонев и Кохановский пытались применить метод электропроводности для определения воды в некоторых масличных семенах. (Цонев и Кохановский, «Определение влажности в семенах масличных», «Маслобойно-жировое дело» № 2, 1934).

5. Иванов изучал по электропроводности факторы, влияющие на морозоустойчивость капусты, с целью создания искусственных условий для защиты растений от мороза.

6. Шустров (ЦНИЛКИП), изучая электропроводность томата и продуктов его переработки (томатное пюре, томатная паста), приходит к заключению, что метод электропроводности вполне приемлем для контроля содержания сухих веществ и влаги как в сырых, так и в уваренных томатных продуктах (Шустров, «Изучение электропроводности продуктов пищевой промышленности». Отчет о работе).

7. Во Франции Дютуа и Дюбу установили, что электропроводность вина зависит от содержания в нем минеральных веществ и от вязкости и разработали метод определения зольности вина по электропроводности (Фролов-Багреев «Химия и методы определения продуктов переработки винограда», стр. 325, 1933).

8. Спенглер, Тэдт и Виганд (Германский институт сахарной промышленности), изучая по электропроводности процесс варки сахаристых соков, установили зависимость электропроводности последних от содержания в них сухих веществ и заключают, что заводской контроль варки сахарных соков по электропроводности приемлем для практики («Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie», Bd. 62, 1932, Bd. 83, 1933).

9. Бэнфильд и Каллоу изучали электропроводность мускульной ткани свинины и бекона и разработали быстрый метод контроля содержания соли и скорости просаливания свинины и бекона («Journ. of the Soc. of chem. Ind», 1935, № 50, стр. 411).

Кроме того, на принципе электропроводности и на основе разработанных по этому принципу методов сконструирован и выпущен целый ряд приборов как у нас, так и за границей. Например, Всеукраинский институт зерна выпустил прибор для электрометрического определения влажности в зерне с точностью до  $\pm 0,5\%$ .

ЦНИЛКИП выпустил прибор для быстрого и точного определения зольности в продуктах сахарной промышленности.

В США выпущен портативный карманный прибор для определения степени спелости плодов при их созревании.

Фирма Leeds и Northrup (Филадельфия) выпускает портативные приборы для определения зольности в продуктах сахарной промышленности.

Английская фирма Evershed и Vignoles выпустила прибор для определения содержания соли в мясе свинины и бекона, изготовленный ею на основании указанных выше работ Бэнфильда и Каллоу.

Из перечисленных работ небезынтересно остановиться вкратце на работах Бэнфильда и Каллоу ввиду их сходства как по назначению, так и по методу исследования с этой работой.

Бэнфильд и Каллоу производили контроль посола свинины разнообразным путем:

- 1) путем добавления к воде известного количества соли;
- 2) с помощью агар-агаровых гелей;
- 3) с помощью желатиновых гелей;
- 4) путем измельчения свинины и последующего измерения в ней электрического сопротивления;
- 5) путем измерения сопротивления непосредственно в кусках свинины.

Исследуемые пробы помещались в стеклянные банки (до половины банки), после чего банки герметически закупоривались притертыми стеклянными пробками.

Пробы изготовлялись следующим образом. Для агар-агаровых и желатиновых гелей — некоторое количество соли добавлялось к известному количеству горячего зюля, который тщательно перемешивался, после чего охлаждался и осаждался. Для измельченной свинины — из мышечных тканей удалялся весь видимый глазом жир и все соединительные ткани. После этого проба измельчалась три раза с помощью мясорубки и тщательно перемешивалась. Затем к измельченной свинине добавлялись известные количества соли, пробы перемешивались лопаткой и полученная масса плотно укладывалась на дно стеклянных банок.

Пробы агар-агара и желатиновых гелей и измельченной свинины исследовались на содержание воды, кроме того свинина исследовалась на содержание жира.

Все банки с содержимым оставались при постоянной температуре в течение 24 час., по прошествии которых измерялось сопротивление содержимого между двумя пластинками из нержавеющей стали при помощи мостика Уитстона.

На основании целого ряда определений Бэнфильд и Каллоу делают следующие выводы.

1. Добавление с каждым разом увеличиваемых количеств хлористого натра прогрессивно снижало электросопротивление растворов, гелей, измельченной свинины и целых ее кусков.

2. При любом электрическом сопротивлении концентрация хлористого натра в теле агар-агара равнялась приблизительно 1,2 концентрациям соответствующего раствора NaCl.

В гелях желатины этот коэффициент равнялся приблизительно 1,5, а в измельченной свинине он повышался с 2,0 до 2,9 при повышении концентрации хлористого натра с 2 до 10 г на 100 г воды. Таким образом, хотя добавление хлористого натра и снижало сопротивление измельченной свинины, оно, кроме того, содействовало повышению внутреннего сопротивления тканей.

3. При изменении электрического сопротивления с концентрацией хлористого натра электрическое сопротивление смесей измельченной свинины с хлористым натром снижалось при прибавлении воды, видимо, в связи с увеличением благодаря присутствию воды количества плохо проводящих веществ.

4. При добавлении к свинине азотнокислого калия (бенгальской селитры) электрическое сопротивление снижалось в таком же размере, как при добавлении к ней химически эквивалентного количества хлористого натра.

5. Электрическое сопротивление снижалось при повышении температуры.

6. Присутствие жира в свинине повышало электрическое сопротивление последней.

7. Электрическое сопротивление измельченной свинины, содержащей хлористый натр, ниже, чем таковое цельных кусков свинины или бекона, что нужно объяснить наличием в цельных кусках большого количества соединительных тканей и жира.

На основании полученных при описанных опытах величин были построены кривые, иллюстрирующие отношение электрического сопротивления мяса к содержанию соли при известной температуре. Эти соотношения легли в основу сконструированного фирмой Evershed и Vignoles специального прибора для определения соли («Салинити-тестер»), работающего по принципу Меггера. Для работы с этим прибором следует поворачивать его рукоятку примерно с быстротой в 160 оборотов в минуту до тех пор, пока скользящий зажим не будет приведен в действие и на градуированной шкале не будет отмечена величина содержания соли в пробе, выраженная в процентах.

Этот прибор откалиброван для температур — 5°, 10° и 15°, почему им можно пользоваться в различной обстановке, присущей мясосольной промышленности.

Зонд, между электродами которого измеряется сопротивление мяса, снабжен приспособлением, позволяющим точно определять глубину его погружения, что облегчает исследование внутренней части пробы.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### I. Порядок исследования

Настоящей работой предполагалось разрешить поставленную по теме задачу конструирования образцового прибора для быстрого определения солености по электропроводности.

Хотя зависимость электропроводности рыбы от содержания в ней соли предполагалась, возникали опасения, что влияние других компонентов, присутствующих в рыбе (влага, жир и т. п.), или самой структуры тканей рыбы может оказаться столь значительным, что практическое применение этого метода для определения солености непосредственно в рыбе оказалось бы невозможным.

Поэтому всю работу подразделили на несколько этапов, не предвещая вопроса, на каком из них придется остановиться. Вначале исследовалась электропроводность солевых растворов, промышленных тузлуков и водных вытяжек из рыбы, затем — электропроводность измельченной и смешанной с водой рыбы, фарша и, наконец, электропроводность самой рыбы.

Целью являлось определение содержания хлористого натра непосредственно в рыбьем мясе без дополнительной обработки, однако и некоторые промежуточные этапы могут иметь самостоятельное значение, как например, определение по электропроводности хлористого натра в водных вытяжках из рыбы и т. п.

Таким образом, работа следовала в порядке постепенного перехода от жидких фаз через среды, имеющие густую консистенцию, к «твердой» фазе — рыбе.

Соответственно с этим приспособлялась и усовершенствовалась аппаратура применительно к каждому этапу работы.

Контролем получаемых результатов во всех случаях служило определение хлористого натра химическим путем по способу Мора в водных вытяжках. Причем для разработки метода была признана приемлемой ошибка в определении 0,3% при содержании соли от 3 до 5%, 0,5% — при содержании соли от 5 до 10% и в 1% — при содержании соли от 10% и выше.

## II. Электропроводность тузлуков, отмочных вод и вытяжек из рыбы

Этот раздел настоящей работы мыслился как промежуточный этап, целью которого было исследование влияния на электропроводность раствора хлористого натрия тех минеральных и органических соединений, которые присутствуют в тузлуках, отмочных водах и вытяжках из рыбы. Попутно проверялась возможность использования имеющихся в лаборатории приборов и приспособлений для предстоящей работы.

Хотя и можно было предположить, что присутствие в исследуемых жидкостях очень незначительных количеств минеральных и органических соединений не окажет большого влияния на электропроводность этих жидкостей, все же уточнение влияния этих факторов представлялось необходимым для выработки методики дальнейших исследований электропроводности соленой рыбы.

Работа по этому разделу подтвердила высказанное выше предположение в большей мере, чем это можно было ожидать. Исследования показали, что тузлук, отмочные воды и вытяжки из рыбы в отношении зависимости электропроводности их от содержания в них хлористого натрия ведут себя почти так же, как чистые растворы хлористого натрия.

Так как определение концентрации чистых растворов хлористого натрия по электропроводности производится хорошо известными и весьма простыми, быстрыми и точными методами, то применение этих методов к определению содержания соли в тузлуках и отмочных водах, а также в рыбе по электропроводности ее водных вытяжек может разрешить вопрос быстрого контроля солености на некоторых стадиях технологического процесса обработки рыбы.

Таким образом, значение результатов этого раздела работы выходит за пределы первоначально намеченной цели. В соответствии с этим и объем этого раздела несколько увеличился. Мы не останавливаемся здесь на методике и порядке проведенных исследований, так как эти вопросы разбираются в статье ст. научн. сотрудника Т. И. Макаровой, проводившей этот раздел работы.

## III. Электропроводность икры

### Методика

Электропроводность икры исследовалась с целью:

а) выявить возможность определения содержания в ней соли путем смешивания соленой икры с водой в определенных пропорциях и последующего измерения сопротивления таких смесей;

б) выявить возможность определять содержание соли непосредственно в икре.

Исследованию подвергалась икра частиковых и осетровых (зернистая), полученная из базы Союзрыбсбыта.

Для опытов «а» икра тщательно растиралась в ступке до получения однородной полужидкой массы и затем смешивалась с водой в следующих пропорциях:

|              |                                        |
|--------------|----------------------------------------|
| I. 1:100 —   | 2,5 г икры на 250 см <sup>3</sup> воды |
| II. 1: 50 —  | 5,0 " " " 250 " "                      |
| III. 1: 10 — | 25 " " " 250 " "                       |
| IV. 1: 5 —   | 50 " " " 250 " "                       |
| V. 1: 2 —    | 125 " " " 250 " "                      |

Пробы помещались в химические стаканы емкостью 200 см<sup>3</sup> до постоянного уровня так, чтобы последний был выше верхней кромки электродов на 2,5 см. Так как по мере уменьшения пропорции воды



сопротивление значительно уменьшалось, доходя до величины порядка 25 ом, пользоваться прибором ЦНИЛКИП'а, как для предыдущих опытов, оказалось невозможным, потому что последний рассчитан на измерение сопротивления не ниже 60 омов.

Чтобы уложиться в пределы измерения прибором ЦНИЛКИП'а, можно было пойти по пути увеличения емкости электродного сосуда за счет

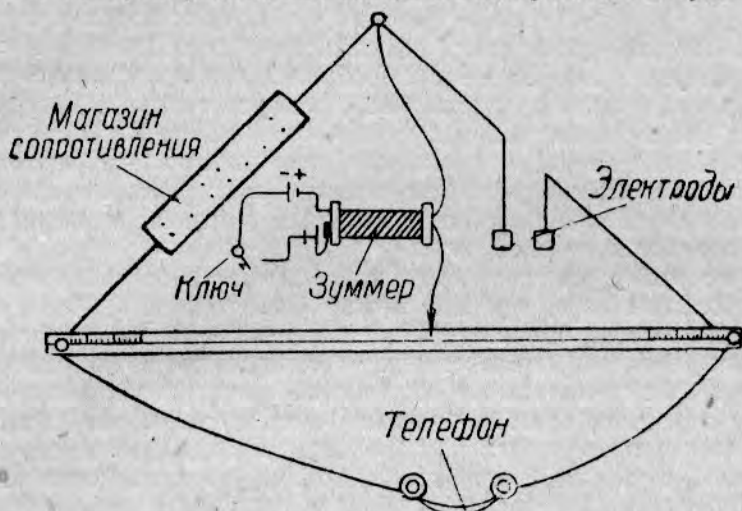


Рис. 1. Схема прибора для измерения электропроводности икры

увеличения расстояния между электродами и уменьшения площади электродов. Однако ввиду значительной вязкости проб икры, особенно мало разбавленных водой и тем более неразбавленных, закрытые сосуды вообще представляют много неудобств для наших целей. Поэтому для измерения электропроводности икры был собран прибор по схеме мостика с магазином сопротивления от 0,1 до 50 тыс. омов (рис. 1).

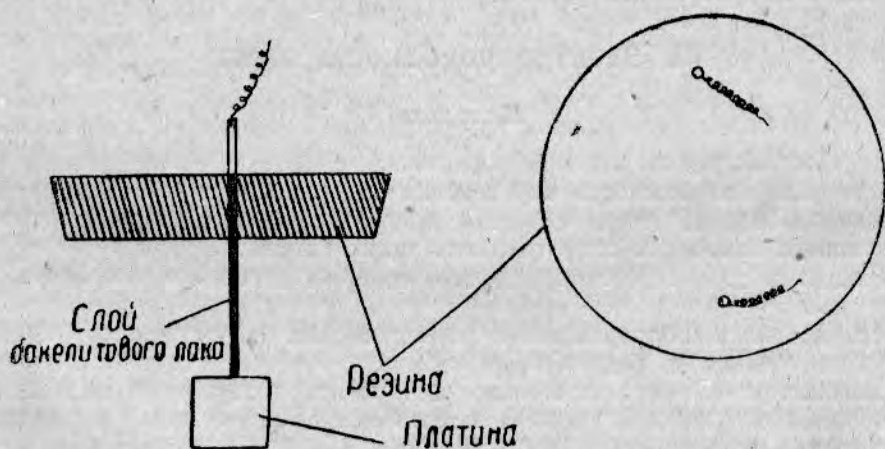


Рис. 2. «Сосуд сопротивления» с электродами из платины

Закрытый сосуд был заменен «сосудом сопротивления» открытого типа с электродами из платины (рис. 2).

Чтобы платиновая чернь на электродах от частых погружений в вязкую массу икры не стиралась, она «спекалась»: после платинирования и обработки слабым раствором серной кислоты электроды подвергались постепенному и слабому прокаливанию на пламени горелки до серовато-

пепельной окраски. По охлаждении они тщательно промывались дистиллированной водой и становились годными к употреблению на все время опытов без повторного платинирования.

Для опытов «б» применялась икраяная мороженая рыба — судак и сазан; вынутая из нее икра после оттаивания пропускалась через сито.

Из икры приготавливались 14 проб, отвешиваемых на технических весах, по 100 г каждая; пробы помещались в бюксы высотой 60 мм и диаметром 50 мм. В каждую из 14 проб вводилась соль (химически чистый хлористый натр) в количестве от 1 до 13%, за исключением одной бюксы, в которую соль не вводилась.

Икра с солью тщательно перемешивалась в каждой бюксе с помощью стеклянных палочек и в стеклянной банке с притертой крышкой хранилась на льду в течение 24 час. для равномерного просаливания.

В каждой пробе производили по четыре определения электропроводности, помещая электроды в разных местах; из четырех определений выводили средние величины удельной электропроводности при данной температуре. Для опытов «а» (смешанная с водой икра) процентное содержание соли по полученной удельной электропроводности вычислялось по таблице Ландольта для чистых растворов (Ландольт, «Физико-химические таблицы») и полученные результаты сравнивались с результатами, полученными химическим путем по способу Мора.

Для опытов же «б» — определение непосредственно в икре — фиксировалась удельная электропроводность для каждой пробы; т. е. для каждой концентрации NaCl, определяемой параллельно химическим путем по способу Мора. Определения содержания NaCl химическим способом, а также определение жира и влаги в последующих разделах производились Х. С. Кузнецовой.

Опыт «а»

Таблица 1

| № проб                | Вес икры в 250 см <sup>3</sup> воды (в г) | Наблюдаемая удельная электропроводность % г <sup>1</sup> ° | Средняя величина электропроводности % г <sup>1</sup> ° ср. | Отклонение от средней величины % (в %) |
|-----------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Икра судака, опыт 1-й |                                           |                                                            |                                                            |                                        |
| I                     | 2,5                                       | 0,001466                                                   | 0,001466                                                   | 0,00                                   |
|                       |                                           | 0,001472                                                   |                                                            | +0,40                                  |
|                       |                                           | 0,001469                                                   |                                                            | +0,20                                  |
|                       |                                           | 0,001460                                                   |                                                            | -0,10                                  |
| II                    | 5,0                                       | 0,002768                                                   | 0,002772                                                   | -0,14                                  |
|                       |                                           | 0,002771                                                   |                                                            | -0,03                                  |
|                       |                                           | 0,002784                                                   |                                                            | +0,43                                  |
|                       |                                           | 0,02768                                                    |                                                            | -0,14                                  |
| III                   | 25,0                                      | 0,012466                                                   | 0,012472                                                   | -0,08                                  |
|                       |                                           | 0,012520                                                   |                                                            | +0,40                                  |
|                       |                                           | 0,012430                                                   |                                                            | -0,32                                  |
|                       |                                           | 0,020240 (?)                                               |                                                            | (?)                                    |
| IV                    | 50,0                                      | 0,021729                                                   | 0,021878                                                   | -0,68                                  |
|                       |                                           | 0,021800                                                   |                                                            | -0,36                                  |
|                       |                                           | 0,021988                                                   |                                                            | +0,50                                  |
|                       |                                           | 0,021998                                                   |                                                            | +0,54                                  |
| V                     | 125,0                                     | 0,038983                                                   | 0,039439                                                   | -1,13                                  |
|                       |                                           | 0,039245                                                   |                                                            | -0,49                                  |
|                       |                                           | 0,039811                                                   |                                                            | +9,94                                  |
|                       |                                           | 0,03948                                                    |                                                            | +0,10                                  |

Примечание. При переводе наблюдаемого электросопротивления (или электропроводности) в удельное электросопротивление емкость сосуда нами определялась по N/10 раствору KCl. Поэтому здесь, как и в дальнейшем, термин „удельное“ надо понимать не в точном его смысле, а как электросопротивление данного вещества, отнесенное к величине „емкость сосуда“.

Расхождения между результатами параллельных определений весьма невелики, поскольку колебания вокруг средней величины электропроводности не превышают 1,0%, а в среднем составляют 0,55%. Таким образом, надо считать, что принятый метод достаточно точный.

В табл. 1 дана одна из пяти серий опытов, проведенных на частичковой и зернистой икре.

В табл. 2 и 3 сведены и сравниваются значения содержания NaCl в смесях икры с водой, определенные по электропроводности и по способу Мора.

Таблица 2

| № проб | Вес икры в 250 сл.з. воды (в г) | Наблюдаемая электропроводность (удельная) х | % NaCl в пробе | % NaCl в икре по электропроводности | % NaCl в икре по Мору | Расхождение (в %) | Примечание              |
|--------|---------------------------------|---------------------------------------------|----------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|
| I      | 2,5                             | 0,001466                                    | 0,084          | 8,4                                 | 7,69                  | 0,78              | Опыт 1-й<br>Икра судака |
| II     | 5,0                             | 0,002772                                    | 0,165          | 8,2                                 |                       | 0,51              |                         |
| III    | 25,0                            | 0,012472                                    | 0,814          | 8,14                                |                       | 0,45              |                         |
| IV     | 50,0                            | 0,021878                                    | 1,501          | 7,5                                 |                       | 0,19              |                         |
| V      | 125,0                           | 0,039439                                    | 2,847          | 5,69                                |                       | 2,0               |                         |
| I      | 2,5                             | 0,001376                                    | 0,078          | 7,84                                | 7,69                  | 0,15              | Опыт 2-й<br>Икра судака |
| II     | 5,0                             | 0,002617                                    | 0,156          | 7,80                                |                       | 0,11              |                         |
| III    | 25,0                            | 0,011535                                    | 0,747          | 7,48                                |                       | 0,21              |                         |
| IV     | 50,0                            | 0,020459                                    | 1,392          | 6,96                                |                       | 0,73              |                         |
| V      | 125,0                           | 0,034130                                    | 2,57           | 5,14                                |                       | 2,55              |                         |
| I      | 2,5                             | 0,001355                                    | 0,076          | 7,65                                | 7,69                  | 0,04              | Опыт 3-й<br>Икра судака |
| II     | 5,0                             | 0,002616                                    | 0,156          | 7,80                                |                       | 0,11              |                         |
| III    | 25,0                            | 0,011371                                    | 0,737          | 7,37                                |                       | 0,32              |                         |
| IV     | 50,0                            | 0,02000                                     | 1,357          | 6,78                                |                       | 0,91              |                         |
| V      | 125,0                           | 0,036501                                    | 2,62           | 5,24                                |                       | 2,45              |                         |

Таблица 3

| № проб | Вес икры в 250 сл.з. воды (в г) | Наблюдаемая электропроводность (удельная) х | % NaCl в пробе | % NaCl в икре по электропроводности | % NaCl в икре по Мору | Расхождение | Примечание     |
|--------|---------------------------------|---------------------------------------------|----------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------|----------------|
| I      | 2,5                             | 0,000733                                    | 0,399          | 3,99                                | 3,42                  | 0,57        | Икра зернистая |
| II     | 5,0                             | 0,001287                                    | 0,727          | 3,63                                |                       | 0,2         |                |
| III    | 25,0                            | 0,005925                                    | 0,367          | 3,67                                |                       | 0,25        |                |
| IV     | 50,0                            | 0,009953                                    | 0,637          | 3,18                                |                       | 0,24        |                |
| V      | 125,0                           | 0,018112                                    | 1,212          | 4,42                                |                       | 1,00        |                |

Из этих таблиц видно, что по мере уменьшения разведения икры водой расхождения между количеством NaCl, определяемым по электропроводности и по Мору, увеличиваются и только при разведении не меньше чем 1:10 для частичковой икры и 1:5 — для зернистой получаются приемлемые результаты (расхождения не более 0,5%).

Вышеуказанное явление нагляднее иллюстрируется при сравнении между собой кривых электропроводности (или сопротивления), чистого раствора хлористого натрия и электропроводности смешанной с водой икры (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что кривые электросопротивления (при постоянной температуре) разведенной водой икры частичковой, икры зернистой и чи-

этого раствора NaCl совпадают до сопротивления 80—100 омов (электропроводность  $\chi = 0,010000$ ), что соответствует содержанию в растворе 0,6—0,7% NaCl, кривые электросопротивления икры, смешанной с водой до содержания в смеси NaCl от 0,7% и выше, хотя и падают с увеличением содержания соли, но уже не совпадают с кривой электропроводности чистого раствора NaCl, а идут выше ее, хотя и параллельно ей.

Объяснение этому явлению надо искать, очевидно, в значительном сопротивлении самой икры. Свежая икра обладает удельным сопротивлением порядка 200—250 омов. При больших разведениях соленой икры водой, когда количество икры невелико по отношению к общему объему, электропроводность икры приближается к электропроводности чистых растворов NaCl; по мере уменьшения разведения вплоть до разведения 1:5 начинает влиять фактор малой проводимости самой икры, однако расхождения не превышают практически допустимой величины; при разведениях же меньше 1:5, когда количество икры в смеси значительно по отношению к общему ее объему, роль плохопроводящей икры начинает преобладать, в связи с чем повышается общее сопротивление измеряемой смеси.

### Опыты «б»

Колебания значений параллельных определений электропроводности икры судака и сазана с внесенной в нее солью от 0,5 до 14% вокруг средней величины электропроводности не превышают 1,5%; в пересчете на NaCl максимальные колебания электропроводности составляют от 0,015% для икры с содержанием соли в 1% до 0,19% для икры с содержанием соли в 13%.

В сводной табл. 4 даны средние значения электропроводности икры сазана и судака в зависимости от содержания в ней соли, определенного по способу Мора.

На основании этой таблицы были вычерчены кривые зависимости электросопротивления икры от содержания в ней соли (рис. 4).

Данные таблицы и кривых показывают, что:

1. Электропроводность икры находится в прямой зависимости от количества содержащейся в ней соли.
2. Электросопротивление соленой икры выше сопротивления раствора NaCl той же концентрации: кривые электросопротивления икры параллельны кривой чистых растворов, но расположены выше ее.
3. Градиент уменьшения сопротивления икры с увеличением содержания соли (от свежей икры до икры с содержанием соли 14%) снижается от 100 омов до 1 ома на 1% увеличения соли, что понятно, принимая во внимание характер кривой.
4. Электросопротивление икры сазана выше сопротивления икры судака.
5. Кривые сопротивления икры различных экземпляров рыбы (но одного и того же зоологического вида), почти совпадают, пересекая друг друга в нескольких точках.

Для уточнения расхождений между значениями сопротивления икры разных пород была составлена табл. 5. Эта таблица была составлена по кривым электросопротивления икры разных пород таким образом, что графически определялись значения сопротивления икры той и другой породы при одинаковом содержании в ней соли от 1 до 13%.

Из этой таблицы видно, что расхождения между сопротивлениями икры сазана и судака достигают значительных размеров, причем эти расхождения возрастают от 0,27% при слабых концентрациях соли до 5,2% при концентрации в 13%.

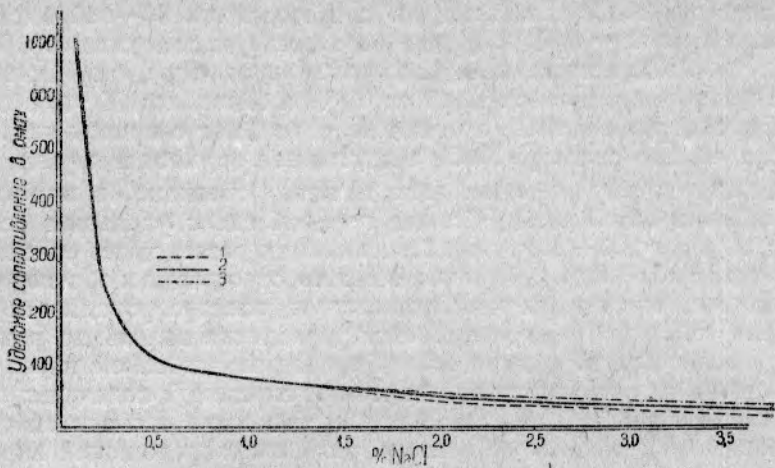


Рис. 3. Кривые электропроводности чистого раствора NaCl и смешанной с водой икры: 1—раствор NaCl; 2—икра судака; 3—икра зернистая

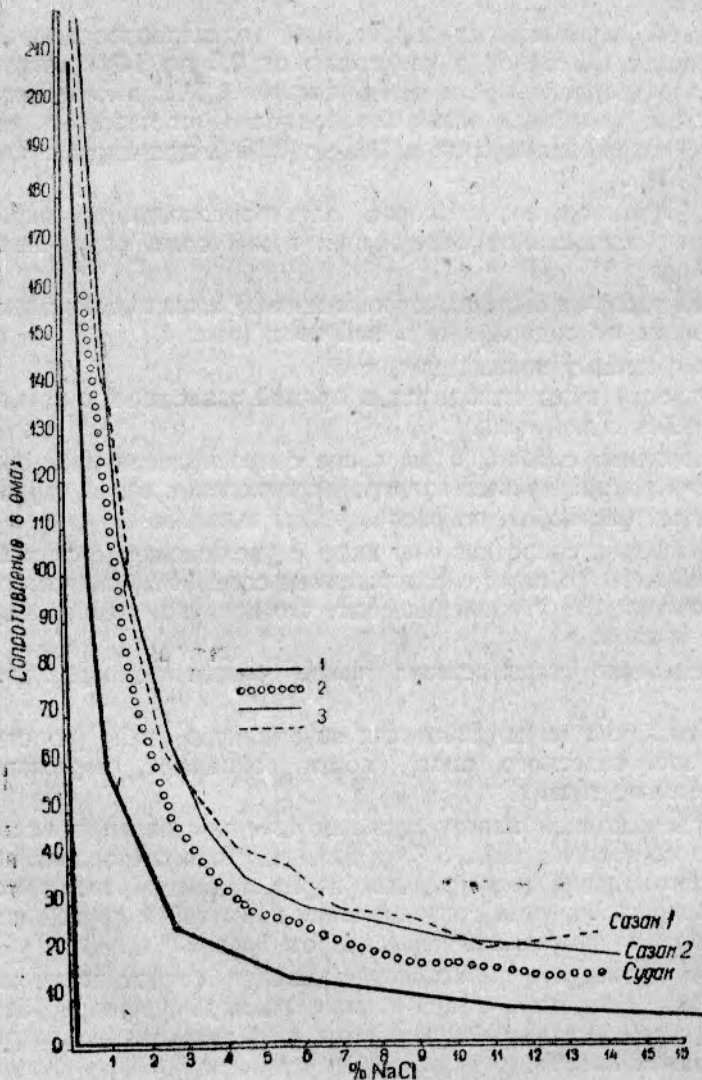


Рис. 4. Зависимость электросопротивления икры от содержания в ней соли при 20°: 1—раствор NaCl; 2—икра судака; 3—икра сазана

## Электронпроводность икры сазана и судака с введенной в нее солью от 0,5 до 14%

| Икра сазана (влажность 66,75%) |                |                                                   |                                 |                                             |                                | Икра сазана (влажность 67,08%) |                |                                                   |                                 |                                             |  | Икра судака (влажность 65,97%) |                |                                                   |                                 |                                             |  |
|--------------------------------|----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|--|--------------------------------|----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|--|
| № образца                      | % NaCl по Мору | Удельная электр. проводимость $\chi_{90}^{\circ}$ | Удельное сопротивление (в омах) | Увеличение сопротивления на 1% увелич. соли |                                | № образца                      | % NaCl по Мору | Удельная электр. проводимость $\chi_{90}^{\circ}$ | Удельное сопротивление (в омах) | Увеличение сопротивления на 1% увелич. соли |  | № образца                      | % NaCl по Мору | Удельная электр. проводимость $\chi_{90}^{\circ}$ | Удельное сопротивление (в омах) | Увеличение сопротивления на 1% увелич. соли |  |
|                                |                |                                                   |                                 |                                             |                                |                                |                |                                                   |                                 |                                             |  |                                |                |                                                   |                                 |                                             |  |
| I                              | 0,47           | 0,005160                                          | 193,80                          | —                                           |                                | I                              | 0,49           | 0,004286                                          | 233,32                          | —                                           |  | I                              | 0,61           | 0,006212                                          | 160,97                          | —                                           |  |
| II                             | 1,58           | 0,010274                                          | 97,33                           | 107,08                                      |                                | II                             | 1,49           | 0,009580                                          | 104,38                          | 128,94                                      |  | II                             | 1,76           | 0,013162                                          | 75,98                           | 97,74                                       |  |
| III                            | 2,58           | 0,016062                                          | 62,25                           | 35,08                                       |                                | III                            | 2,64           | 0,016478                                          | 60,68                           | 50,35                                       |  | III                            | 2,74           | 0,020985                                          | 47,69                           | 27,72                                       |  |
| IV                             | 3,69           | 0,020947                                          | 47,74                           | 16,10                                       |                                | IV                             | 3,75           | 0,022686                                          | 44,08                           | 18,42                                       |  | IV                             | 3,87           | 0,028109                                          | 35,57                           | 13,70                                       |  |
| V                              | 4,72           | 0,024544                                          | 40,80                           | 7,14                                        |                                | V                              | 4,71           | 0,028323                                          | 35,30                           | 8,42                                        |  | V                              | 4,91           | 0,035227                                          | 28,38                           | 7,48                                        |  |
| VI                             | 5,82           | 0,026109                                          | 38,30                           | 2,75                                        |                                | VI                             | 5,85           | 0,033416                                          | 29,92                           | 6,13                                        |  | VI                             | 6,03           | 0,037669                                          | 26,54                           | 2,06                                        |  |
| VII                            | 6,86           | 0,033829                                          | 29,56                           | 9,08                                        |                                | VII                            | 7,02           | 0,036317                                          | 27,53                           | 2,79                                        |  | VII                            | 6,82           | 0,043500                                          | 22,98                           | 2,81                                        |  |
| VIII                           | 7,76           | 0,036485                                          | 27,41                           | 1,93                                        | электроды из нержавеющей стали | VIII                           | 7,88           | 0,038680                                          | 25,85                           | 1,44                                        |  | VIII                           | 7,87           | 0,049516                                          | 20,18                           | 2,94                                        |  |
| IX                             | 8,87           | 0,038006                                          | 26,31                           | 1,21                                        |                                | IX                             | 8,83           | 0,041811                                          | 23,92                           | 1,83                                        |  | IX                             | 8,98           | 0,055953                                          | 17,87                           | 2,54                                        |  |
| X                              | 9,83           | 0,042289                                          | 23,64                           | 2,56                                        |                                | X                              | 10,05          | 0,045787                                          | 21,84                           | 2,53                                        |  | X                              | 9,95           | 0,055953                                          | 17,87                           | —                                           |  |
| XI                             | 10,91          | 0,048434                                          | 20,93                           | 3,24                                        |                                | XI                             | 10,93          | 0,047213                                          | 21,18                           | 0,58                                        |  | XI                             | 10,93          | 0,058672                                          | 17,04                           | 0,81                                        |  |
| XII                            | 11,73          | 0,046743                                          | 21,39                           | —                                           |                                | XII                            | 11,96          | 0,047781                                          | 20,93                           | 0,26                                        |  | XII                            | 12,08          | 0,062160                                          | 16,09                           | 1,09                                        |  |
| XIII                           | 12,81          | 0,047018                                          | 21,27                           | 0,13                                        |                                | XIII                           | 13,06          | 0,049248                                          | 20,30                           | 0,69                                        |  | XIII                           | 12,92          | 0,067038                                          | 14,91                           | 0,99                                        |  |
| XIV                            | 13,94          | 0,043563                                          | 22,95                           | —                                           |                                | XIV                            | 14,24          | 0,053428                                          | 18,71                           | 1,9                                         |  | XIV                            | 14,03          | 0,064532                                          | 15,48                           | —                                           |  |

Примечания. 1. Стальные электроды дают слышимый минимум затухания звука в телефоне, начиная от 4 образца; икра прилипает к одному электроду; зуммер часто прекращает работу.

2. При работе с платиновыми электродами неудобства, указанные в предыдущем замечании, устраняются.

## Сравнение электросопротивления икры сазана и судака при 20°

| % NaCl | Сопротивление икры (в омах) |        | Разность сопротивления (в омах) | Расхождение в % NaCl |
|--------|-----------------------------|--------|---------------------------------|----------------------|
|        | судака                      | сазана |                                 |                      |
| 1      | 133,0                       | 153,0  | 20,0                            | 0,27                 |
| 2      | 69,2                        | 83,0   | 13,8                            | 0,4                  |
| 3      | 45,0                        | 57,0   | 12,0                            | 0,65                 |
| 4      | 34,6                        | 42,3   | 7,7                             | 0,75                 |
| 5      | 28,0                        | 34,0   | 6,0                             | 0,90                 |
| 6      | 26,4                        | 29,8   | 3,4                             | 1,3                  |
| 7      | 22,4                        | 27,8   | 5,4                             | 1,87                 |
| 8      | 19,8                        | 25,8   | 6,0                             | 1,85                 |
| 9      | 17,8                        | 23,8   | 6,0                             | 2,4                  |
| 10     | 17,8                        | 22,0   | 4,2                             | 2,82                 |
| 11     | 17,0                        | 21,0   | 4,0                             | 3,5                  |
| 12     | 16,0                        | 20,6   | 4,6                             | 4,5                  |
| 13     | 15,0                        | 20,2   | 5,2                             | 5,2                  |

Наконец для исследования влияния температуры на электропроводность икры как свежей, так и соленой была измерена электропроводность ее при разной температуре от 7 до 46°. На основании полученных

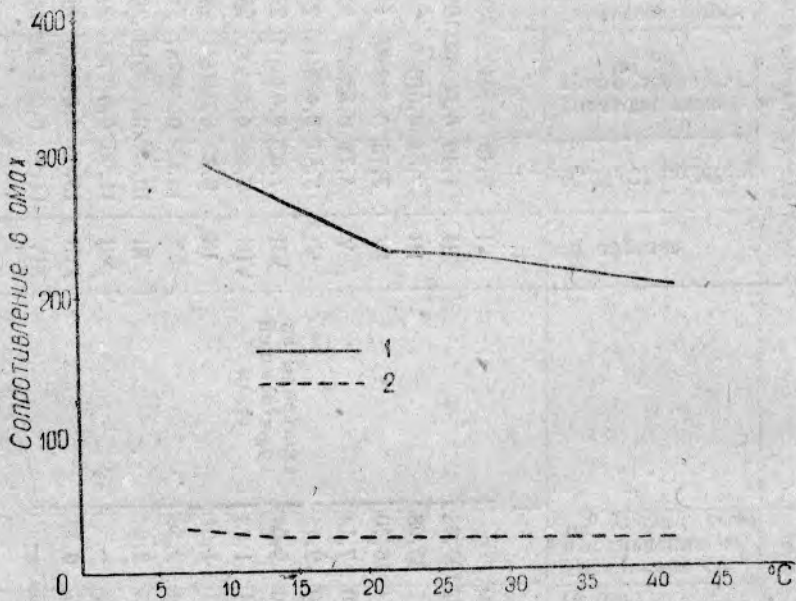


Рис. 5. Зависимость электросопротивления икры от температуры: 1—икра сазана свежая с содержанием NaCl 0,49%; 2—то же с содержанием NaCl 7,87%

значений электропроводности икры были высчитаны величины изменения сопротивления икры в процентах на каждый градус повышения температуры ее (температурный коэффициент).

Из табл. 6 и рис. 5 видно, что температурный коэффициент сопротивления икры как для свежей, так и для соленой колеблется вокруг средней величины в 2%.

## Влияние температуры на электропроводность свежей и соленой икры

| Температура<br>в °С | Свежая икра (содержание соли<br>0,49%) |                                       |                                |                                       |                                     | Икра с содержанием соли 7,87% |                                     |                                         |                                |                                         |                                     |
|---------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
|                     | удельная<br>электропро-<br>водность    | удельное<br>сопротивле-<br>ние в омах | разность<br>сопротив-<br>лений | разность<br>сопротив-<br>лений на 1°С | темпера-<br>турный ко-<br>эффициент | температу-<br>ра в °С         | удельная<br>электропро-<br>водность | удельное<br>сопротивле-<br>ние (в омах) | разность<br>сопротив-<br>лений | разность со-<br>противле-<br>ний на 1°С | темпера-<br>турный ко-<br>эффициент |
| 7                   | —                                      | —                                     | —                              | —                                     | —                                   | 7                             | 0,031134                            | 32,1                                    | —                              | —                                       | —                                   |
| 8                   | 0,003274                               | 305,4                                 | 41,2                           | 8,2                                   | 2,6                                 | —                             | —                                   | —                                       | 5,5                            | 0,91                                    | 2,8                                 |
| 13                  | 0,003784                               | 264,2                                 | 13,8                           | 3,4                                   | 1,3                                 | 13                            | 0,037554                            | 26,6                                    | —                              | —                                       | —                                   |
| 17                  | 0,003993                               | 250,4                                 | —                              | —                                     | —                                   | —                             | —                                   | —                                       | 3,0                            | 0,50                                    | 1,9                                 |
| 19                  | —                                      | —                                     | 21,7                           | 4,3                                   | 1,7                                 | 19                            | 0,042145                            | 23,6                                    | —                              | —                                       | —                                   |
| 22                  | 0,004371                               | 228,7                                 | 0,0                            | 0,0                                   | —                                   | 22                            | 0,042880                            | 23,3                                    | —                              | —                                       | —                                   |
| 26                  | 0,00437                                | 228,7                                 | 7,2                            | 2,4                                   | 1,05                                | —                             | —                                   | —                                       | 2,1                            | 0,30                                    | 1,3                                 |
| 29                  | 0,004514                               | 221,5                                 | 16,8                           | 2,8                                   | 1,27                                | 29                            | 0,047029                            | 21,2                                    | —                              | —                                       | —                                   |
| 35                  | 0,004885                               | 204,7                                 | —                              | —                                     | —                                   | —                             | —                                   | —                                       | 2,1                            | 0,23                                    | 1,1                                 |
| 38                  | —                                      | —                                     | 42,2                           | 6,0                                   | 2,9                                 | 38                            | 0,052362                            | 19,1                                    | —                              | —                                       | —                                   |
| 42                  | 0,006153                               | 162,5                                 | 19,0                           | 4,7                                   | 2,9                                 | —                             | —                                   | —                                       | —                              | —                                       | —                                   |
| 46                  | 0,006966                               | 143,5                                 | —                              | —                                     | —                                   | —                             | —                                   | —                                       | —                              | —                                       | —                                   |
| Среднее             |                                        |                                       |                                |                                       | 2,0                                 |                               |                                     |                                         |                                |                                         | 1,8                                 |

Поддерживание постоянной температуры во время измерений производилось при помощи водяных термостатов, с точностью до  $\pm 1^\circ \text{C}$ .

## IV. Электропроводность рыбьего фарша

## Методика

Предполагая, что количество жира в мясе рыбы влияет на электропроводность ее (в сторону понижения последней), мы разделили намеченные к дальнейшему исследованию объекты на три условные группы по степени их жирности.

1. «Тощие» рыбы, с содержанием жира до 1,5% (судак, треска, ликша и др.).

2. «Средней жирности», с содержанием жира от 2,0 до 8% (сазан и др.).

3. «Жирные» рыбы, с содержанием жира от 8% и выше (осетр, севрюга, белуга и пр.).

Исследованию подвергалась каждая группа в отдельности и результаты сравнивались между собой по кривым, вычерченным на основании этих результатов.

Материал для исследования приготавливался во всех случаях одинаковым способом и при одинаковых температурных условиях: мороженое филе приобреталось в магазине и оттаивалось в течение 1 часа при комнатной температуре, с филе снимались шкура и пленки, извлекались кости. Филе пропускалось через мясорубку, а потом через дисковую мельницу. Полученный таким образом фарш развешивался по 50 г и помещался в бюксы одинаковой величины (60 × 40 мм). Бюксы выбирались таким образом, чтобы электроды полностью были погружены в фарш и чтобы расстояние между стенками бюксы и электродами было больше, чем расстояние между самими электродами, во избежание рассеяния электрического тока при измерении.

В фарш вводились навески соли (химически чистый хлористый натр



от 0,5 до 20‰ с интервалами в 0,5‰ (для трески и судака; в дальнейшем для других пород — от 0,5 до 14‰ с интервалом в 1‰ соли).

Фарш с введенной в него солью тщательно перемешивался в каждой бюксе; бюксы, закрытые крышками, помещались в банку с притертой крышкой и оставлялись на сутки в холодильном шкафу при температуре 3—5°C.

На следующий день бюксы извлекались, содержимое каждой бюксы тщательно растиралось в ступке, перемешивалось и накладывалось обратно в бюксы плотной массой при помощи шпателя так, чтобы в массе фарша не было пустот (последние могли бы внести значительные неточности при измерении электропроводности).

Для исследования электропроводности фарша были изготовлены электроды из платины копьевидной формы с острыми краями для лучшего их проникновения в массу и легкого извлечения их (рис. 6).

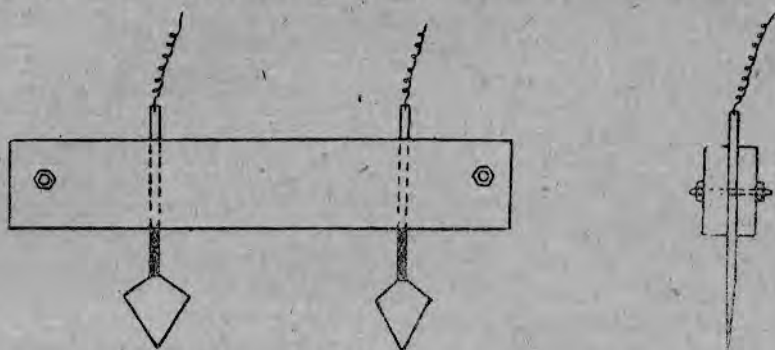


Рис. 6. Платиновые электроды копьевидной формы

Электроды были покрыты слоем платиновой черни обычным способом платинирования со «спеканием», как было описано выше.

Измерение электропроводности производилось при помощи собранного мостика сопротивлений с телефоном и с измерительной струной по той же схеме, что и для икры.

### Результаты

Измерение электропроводности каждой пробы производилось в трех-четырёх местах так, однако, чтобы оставшиеся от предыдущих проколов электродами пустоты не попадали в пространство между электродами при последующих измерениях. В табл. 7 даны результаты одной из одиннадцати проведенных серий опытов.

Из данных этой таблицы видно, что отклонения от средней величины электропроводности при каждой отдельной концентрации соли не велики (максимальное колебание среднего отсчета  $\pm 3,5$ —4%).

Эти колебания надо объяснить частью трудностью, с которой связано равномерное распределение соли в фарше, частью несовершенством аппаратуры. Надо полагать, что усовершенствованные схемы аппарата значительно уменьшат эти отклонения. Но и данные отклонения показывают достаточную точность метода, поскольку 4% составляют только сотые доли процента NaCl для концентрации до 7‰ и десятые доли для концентрации выше 7‰.

Для сравнения результатов исследования электропроводности фарша из рыб разных пород между собой и отдельных групп все данные были сведены в табл. 8. На основании данных этой таблицы были вычерчены кривые электросопротивления для всех исследованных объектов при температуре 19°.

## Электропроводность фарша судака при температуре 19°

| № образца | % NaCl по Мору | Удельная электропроводность $\chi = 17^\circ$ | Средняя величина электропроводности $\chi = 17_{ср}^\circ$ | Удельное сопротивление (в омах) | Колебание средней величины (в %) |
|-----------|----------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| I         | 0,40           | 0,00646                                       | 0,00646                                                    | 154,95                          | 0,00                             |
|           |                | 0,00646                                       |                                                            |                                 | 0,00                             |
|           |                | 0,00650                                       |                                                            |                                 | +0,66                            |
|           |                | 0,00643                                       |                                                            |                                 | -0,16                            |
| II        | 1,43           | 0,01616                                       | 0,01596                                                    | 62,65                           | +1,2                             |
|           |                | 0,01594                                       |                                                            |                                 | -0,12                            |
|           |                | 0,01579                                       |                                                            |                                 | -1,06                            |
| III       | 2,25           | 0,02640                                       | 0,02618                                                    | 28,19                           | +0,84                            |
|           |                | 0,02620                                       |                                                            |                                 | +0,076                           |
|           |                | 0,02593                                       |                                                            |                                 | -0,96                            |
| IV        | 3,65           | 0,03465                                       | 0,03345                                                    | 29,89                           | +3,6                             |
|           |                | 0,03311                                       |                                                            |                                 | -1,01                            |
|           |                | 0,03261                                       |                                                            |                                 | -2,5                             |
| V         | 4,82           | 0,04419                                       | 0,04250                                                    | 23,53                           | +3,97                            |
|           |                | 0,04200                                       |                                                            |                                 | -1,8                             |
|           |                | 0,04132                                       |                                                            |                                 | +2,03                            |
| VI        | 5,54           | 0,05054                                       | 0,05124                                                    | 19,51                           | -1,37                            |
|           |                | 0,05230                                       |                                                            |                                 | +3,03                            |
|           |                | 0,05040                                       |                                                            |                                 | -1,64                            |
| VII       | 6,54           | 0,05815                                       | 0,05821                                                    | 7,18                            | -0,10                            |
|           |                | 0,05866                                       |                                                            |                                 | +0,77                            |
|           |                | 0,05782                                       |                                                            |                                 | -0,67                            |
| VIII      | 7,52           | 0,06128                                       | 0,06097                                                    | 16,40                           | +0,51                            |
|           |                | 0,06092                                       |                                                            |                                 | -0,08                            |
|           |                | 0,06070                                       |                                                            |                                 | -0,44                            |
| IX        | 8,52           | 0,07519                                       | 0,07159                                                    | 13,96                           | +5,0                             |
|           |                | 0,07008                                       |                                                            |                                 | -2,1                             |
|           |                | 0,06952                                       |                                                            |                                 | -2,9                             |
| X         | 9,42           | 0,07886                                       | 0,07638                                                    | 13,08                           | +3,22                            |
|           |                | 0,07442                                       |                                                            |                                 | -2,57                            |
|           |                | 0,07587                                       |                                                            |                                 | -0,67                            |
| XI        | 10,30          | 0,08079                                       | 0,08024                                                    | 12,46                           | +0,68                            |
|           |                | 0,07905                                       |                                                            |                                 | -1,48                            |
|           |                | 0,08090                                       |                                                            |                                 | +0,82                            |
| XII       | 11,6           | 0,08922                                       | 0,08883                                                    | 11,26                           | +0,44                            |
|           |                | 0,08929                                       |                                                            |                                 | +0,52                            |
|           |                | 0,08800                                       |                                                            |                                 | -0,94                            |
| XIII      | 12,5           | 0,09153                                       | 0,09147                                                    | 10,93                           | +0,06                            |
|           |                | 0,09303                                       |                                                            |                                 | +1,71                            |
|           |                | 0,09885                                       |                                                            |                                 | -1,77                            |
| XIV       | 13,42          | 0,09900                                       | 0,09851                                                    | 10,15                           | 0,5                              |
|           |                | 0,09696                                       |                                                            |                                 | 1,57                             |
|           |                | 0,09953                                       |                                                            |                                 | 1,03                             |
| XV        | 17,42          | 0,10169                                       | 0,10009                                                    | 9,99                            | 1,60                             |
|           |                | 0,09696                                       |                                                            |                                 | 3,13                             |
|           |                | 0,00163                                       |                                                            |                                 | 1,54                             |
| XVI       | 20,27          | 0,10169                                       | 0,10147                                                    | 9,85                            | 0,21                             |
|           |                | 0,10109                                       |                                                            |                                 | 0,38                             |
|           |                | 0,10163                                       |                                                            |                                 | 0,16                             |



На рис. 7 представлены кривые электросопротивления «тощих» рыб (треска, судак). Эти кривые совпадают почти по всей длине, незначительно расходясь между собой и пересекаясь на некоторых участках.

Эти расхождения, объясняемые теми же причинами, что и выше, нельзя считать чрезмерными, поскольку они соответствуют сотым долям процента NaCl.

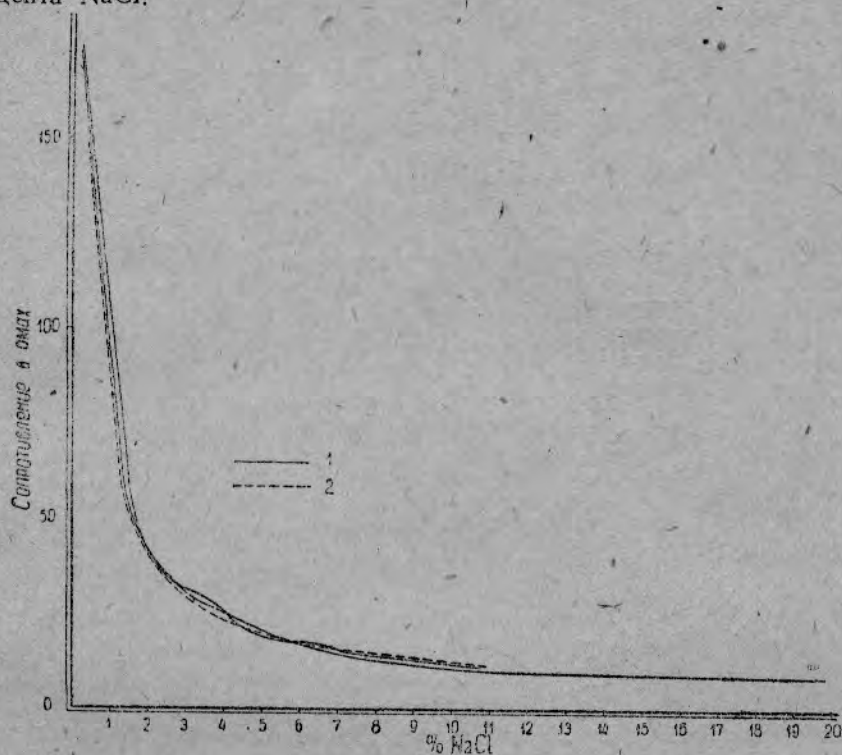


Рис. 7. Кривые электросопротивления фарша из «тощих» рыб при 19°C: 1—судака; 2—трески

То же относится и к кривым электросопротивления фарша средней жирности и жирных рыб.

Кривые сопротивления отдельных групп (тощие, средние, жирные) и кривая сопротивления чистого раствора хлористого натрия (рис. 8), параллельны между собой, причем раствор NaCl обладает меньшим электрическим сопротивлением, чем фарш «тощих» рыб той же концентрации, который в свою очередь обладает меньшим сопротивлением, чем фарш средней жирности, и далее сопротивление фарша средней жирности ниже сопротивления «жирного» фарша.

По кривым была составлена таблица электросопротивлений фарша из разных пород при одинаковых концентрациях соли от 0,5 до 12% и выведены коэффициенты (табл. 9).

Эти коэффициенты показывают, что в фарше тощей рыбы (содержащей от 78 до 82% влаги) концентрация соли в 1,36 раза больше, чем в водном растворе соли, обладающем одинаковым сопротивлением; в фарше средней жирности рыбы (с содержанием влаги от 70—78%) концентрация соли в 1,63 раза больше, чем в растворе соли одинакового сопротивления, и, наконец, для жирного фарша (с содержанием влаги 66%) коэффициент этот равен 2,0.

Параллельно с исследованием электропроводности фарша производились определения содержания хлористого натрия и влаги в исследуемых образцах. Определение содержания жира в образцах не производилось.

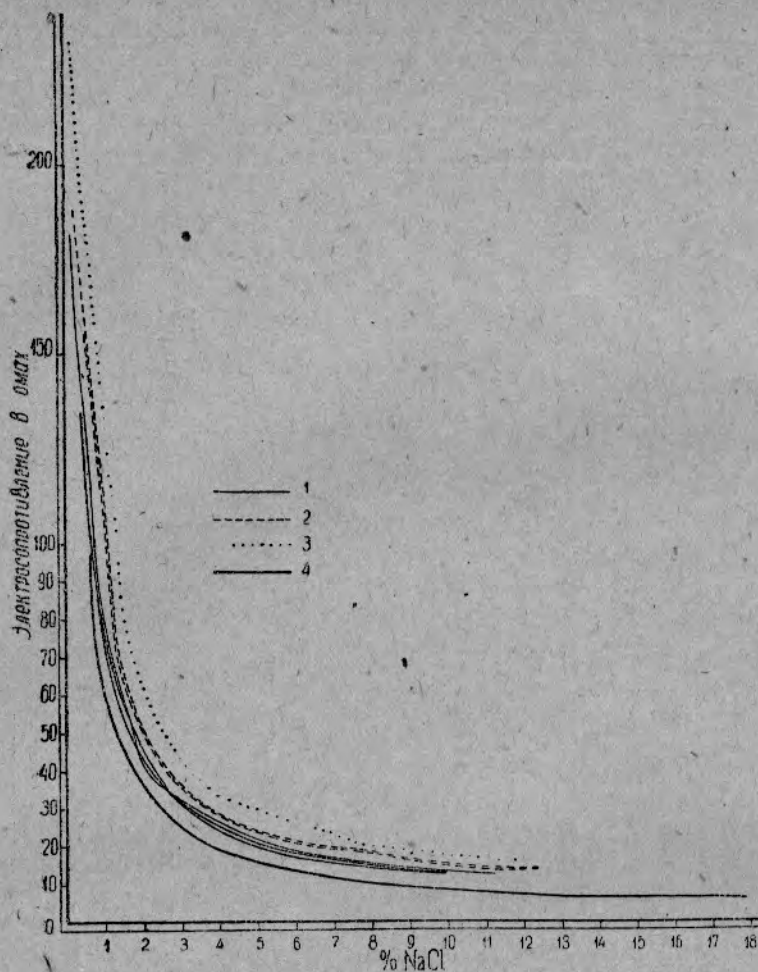


Рис. 8. Кривые электросопротивления фарша из рыб различной жирности: 1 — из „тощих“ рыб (с влажностью 78 — 82%); 2 — из „средних“ рыб (с влажностью 70 — 78%); 3 — из „жирных“ рыб (с влажностью 60 — 70%); 4 — электросопротивление водного раствора NaCl

Таблица 9

| Содержание NaCl (в %) | Электросопротивление в омах |              |        |                |        |               |
|-----------------------|-----------------------------|--------------|--------|----------------|--------|---------------|
|                       | Чистого раствора NaCl       | Тощего фарша |        | Среднего фарша |        | Жирного фарша |
|                       |                             | Судак        | Треска | Сазан          | Белуга | Белуга        |
|                       |                             | Влага 78—82% |        | Влага 70—78%   |        | Влага 66%     |
| 0,5                   | 110,0                       | 145,0        | 136,0  | 130,0          | 150,0  | 182,0         |
| 1,0                   | 64,0                        | 92,0         | 92,0   | 83,0           | 95,0   | 110,0         |
| 2,0                   | 38,0                        | 43,0         | 43,0   | 54,0           | 55,0   | 63,0          |
| 3,0                   | 24,0                        | 31,5         | 31,5   | 38,0           | 45,0   | 49,0          |
| 4,0                   | 19,0                        | 25,5         | 25,5   | 29,0           | 30,0   | 39,0          |
| 5,0                   | 15,0                        | 21,1         | 21,5   | 24,0           | 24,0   | 32,0          |
| 6,0                   | 13,0                        | 18,5         | 18,5   | 21,5           | 21,0   | 27,0          |
| 7,0                   | 12,0                        | 16,5         | 16,5   | 19,5           | 18,5   | 24,0          |
| 8,0                   | 11,0                        | 15,0         | 15,0   | 17,5           | 16,5   | 21,0          |
| 9,0                   | 10,0                        | 13,5         | 13,5   | 16,5           | 15,5   | 20,0          |
| 10,0                  | 9,0                         | 12,5         | 12,5   | 16,0           | 14,0   | 29,0          |
| 11,0                  | 8,0                         | 11,5         | 11,5   | 15,0           | 13,5   | 17,0          |
| 12,0                  | —                           | 11,0         | 11,0   | 14,5           | —      | —             |

Коэффициент

1,36

1,63

2,0

Однако поскольку тощее мясо рыбы содержит несколько больше воды, чем жирное, можно было предположить, что электросопротивление тощего фарша будет ниже сопротивления жирного.

Несомненно, что электрическое сопротивление жирного фарша выше сопротивления тощего, однако разность этих сопротивлений все же больше, чем можно было предположить на основании присутствия в тощем фарше излишка воды.

Поэтому необходимо более подробное исследование этого фактора (влияние жира) при исследовании электропроводности целых кусков рыбы.

## V. Электропроводность целых кусков рыбы

Электропроводность целых кусков рыбы исследовалась с целью:

- 1) выяснения возможности определять электропроводность непосредственно в рыбе без ее обработки в фарш,
- 2) установления зависимости электропроводности от содержания соли в рыбе основных промысловых пород,
- 3) подбора и наметки типа (в случае положительных результатов) прибора с температурной компенсацией для определения содержания соли непосредственно в рыбе.

### Экспериментальная часть

Для испытаний бралась мороженая рыба, оттаивалась, вырезывалась филе, которое разрезалось на одинакового размера кубики в количестве от 15 до 20 шт. для каждой серии определений.

Кубики рыбьего мяса засаливались до различного содержания в них соли от 0,5 до 20% с интервалом в 1%.

Вначале были произведены опыты по посолу кубиков шприцеванием по методу, предложенному Астраханским отделением ВНИРО: были приготовлены 14 образцов рыбы (треска) в виде кубиков весом 50 г. В каждый из этих кубиков вводился концентрированный раствор хлористого натрия при помощи шприца. Количество раствора, необходимого для посола кубика до данной концентрации, вычислялось по формуле:

$$x = \frac{A \% g}{26,4},$$

где:  $x$  — количество необходимого раствора в г;

$A$  — процент заданной концентрации NaCl в куске;

26,4 — крепость раствора в % при 15°C;

$g$  — вес рыбы (в г).

Предполагалось, что этот способ посола даст быстрое и равномерное засаливание рыбы до заданных концентраций. Однако опыты показали, что засаливание до расчетной концентрации происходит только для низких концентраций (до 2—3%); для более высоких концентраций засаливание не достигает каждый раз заданной расчетной величины вследствие того, что ткани рыбы не в состоянии удерживать все количество раствора, вводимое согласно расчету (большая часть раствора при впрыскивании вытекает наружу).

Результаты посола кусков рыбы шприцеванием видны из табл. 10.

Засаливание мокрым посолом также не дало удовлетворительных результатов, так как кубики рыбы сильно разрыхлялись в солевом растворе и определение электропроводности в них сильно затруднялось.

В дальнейшей работе применялся сухой посол.

Вырезанные из филе рыбы кубики укладывались стопкой в стеклянную банку и пересыпались густо солью, а затем вынимались из банки через возрастающие каждый раз промежутки времени и оставлялись

| № образца | Вес образца<br>(в г) | Количество соле-<br>вого раствора<br>(в см <sup>3</sup> ) | Расчетная кон-<br>центрация соли<br>(в ‰) | Фактическая кон-<br>центрация соли<br>(в ‰) |
|-----------|----------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| I         | 62                   | 1,07                                                      | 1                                         | 1,07                                        |
| II        | 71                   | 2,45                                                      | 2                                         | 2,03                                        |
| III       | 73                   | 3,77                                                      | 3                                         | 2,65                                        |
| IV        | 59                   | 4,07                                                      | 4                                         | 2,97                                        |
| V         | 61                   | 5,25                                                      | 5                                         | 3,16                                        |
| VI        | 53                   | 5,48                                                      | 6                                         | 3,49                                        |
| VII       | 50                   | 6,90                                                      | 7                                         | 3,89                                        |
| VIII      | 67                   | 13,8                                                      | 12                                        | 4,64                                        |
| IX        | 82                   | 22,6                                                      | 16                                        | 5,96                                        |
| X         | 56                   | 19,3                                                      | 20                                        | 7,07                                        |

в банках в холодильном шкафу на 3—4 суток при температуре 3—4° для равномерного распределения соли. Перед определением электропроводности температура кубиков рыбы доводилась в термостате до 19°. Электропроводность определялась при помощи того же прибора и по той же схеме, что и для рыбного фарша и икры. После определения электропроводности в каждом образце определялось содержание соли способом титрования по Морю, а в исходных образцах кроме того определялось содержание влаги и жира. В каждом образце делались по три определения электропроводности при разных сопротивлениях магазина, выводились средние значения, по которым вычерчивались кривые электросопротивления для различных пород рыб.

### Результаты

Несколько предварительных определений электропроводности в кусках рыбы (трески), как видно из табл. 11, не обнаружили заметных расхождений в величине электропроводности, измеренной вдоль волокон рыбы и поперек их.

Таблица 11

Электропроводность рыбы (трески) при погружении электродов в разные части образца рыбы и в разных направлениях

| Сопротивление<br>магазина<br>в омах | Отсчет по линейке мостика |                 |               |                 |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                                     | Спинка                    |                 | Брюшко        |                 |
|                                     | Вдоль волокон             | Поперек волокон | Вдоль волокон | Поперек волокон |
| 500                                 | 785                       | 785             | 745           | 745             |
| 200                                 | 585                       | 585             | 530           | 525             |
| 100                                 | 425                       | 420             | 355           | 355             |

Для сравнения результатов исследования электропроводности рыбы разных пород между собой все данные были сведены в табл. 12.

В этой таблице даны электросопротивления мяса рыб разных пород при одинаковых концентрациях соли от 0,5 до 15—20‰ при 19°. На основании этой таблицы были вычерчены кривые электросопротивления этих пород рыбы при 19° (рис. 9).

При сравнении значений из таблиц и кривых между собой видно, что электросопротивление мяса рыбы, как и фарша, находится в обратной зависимости от содержания в ней соли. Характер кривой этой зависимости идентичен для всех пород рыб так же, как и для фарша: при увеличении количества соли в рыбе ее сопротивление вначале резко падает от 200 омов (свежая рыба) до 50 омов (при концентрации соли в 5,5‰),

а затем постепенно переходит в плавную, почти параллельную оси абсцисс.

Электросопротивление кусков рыбы почти в два раза больше сопротивления фарша рыбы тех же пород и при тех же концентрациях соли; кривые электросопротивления кусков рыбы каждой породы расположены выше кривых фарша соответствующей породы.

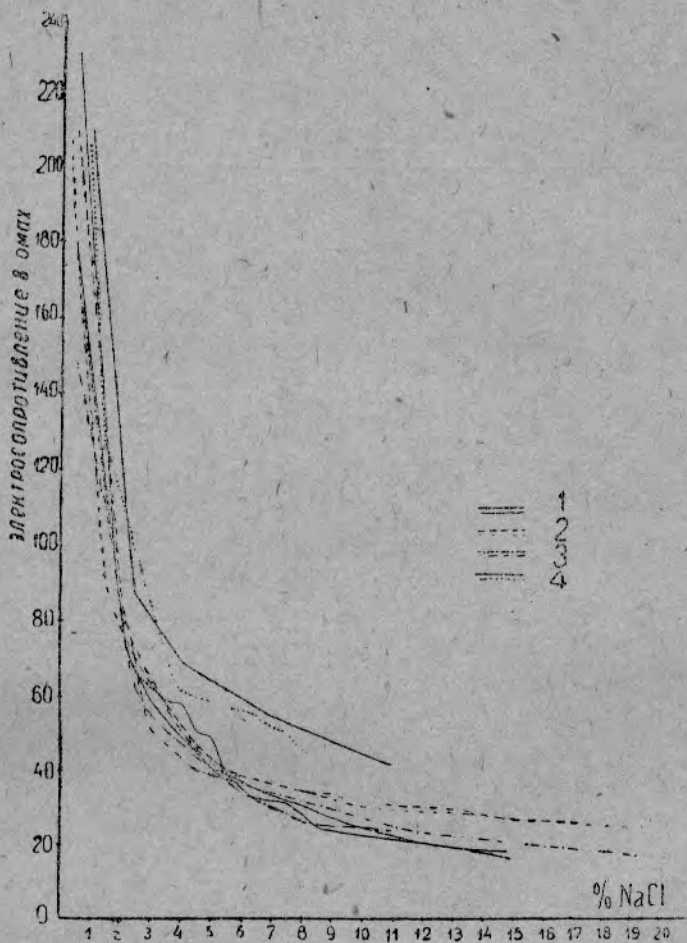


Рис. 9. Кривые электросопротивления мяса рыб разных пород при температуре 19°: 1—трески; 2—судака; 3—сазана; 4—белуги

Сравнивая кривые и значения сопротивлений, видим, что рыбы разных партий одной и той же породы способны производить более или менее постоянное сопротивление при данной концентрации соли. Кривые сопротивления их почти сливаются, только на некоторых участках расходясь и пересекаясь. Отклонения отдельных значений сопротивления от средней величины одной какой-нибудь породы составляют в среднем 5%, что соответствует 0,2% соли, а максимальное отклонение — 0,5% соли.

Далее, видно, что тощая рыба разных пород с содержанием жира от 0,5 до 3% (треска, судак, сазан) имеет до некоторого предела солёности близкие друг к другу сопротивления, в то время как жирная рыба (белуга) имеет значительно большее сопротивление. В табл. 13 и рис. 10 даны средние значения сопротивления и соответствующие кривые для судака, трески, сазана и белуги. Из них видно, что для всех трех пород



Величины среднего сопротивления рыбы разных

| ‰<br>соле-<br>ности | Треска                                          |                                               |                                        | Судак                                           |                                               |                                        | Са                                              |
|---------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                     | Среднее элек-<br>тросопротивле-<br>ние (в омах) | ‰ максимал-<br>ного отклонения<br>от среднего | Максимальное<br>отклонение в ‰<br>соли | Среднее элек-<br>тросопротивле-<br>ние (в омах) | ‰ максимал-<br>ного отклонения<br>от среднего | Максимальное<br>отклонение<br>в ‰ соли | Среднее элек-<br>тросопротивле-<br>ние (в омах) |
| 1                   | 2                                               | 3                                             | 4                                      | 5                                               | 6                                             | 7                                      | 8                                               |
| 0,50                | 209,0                                           | 14,0                                          | 0,25                                   | 196,0                                           | 9,4                                           | 0,20                                   | 164,2                                           |
| 1,0                 | 167,0                                           | 11,0                                          | 0,25                                   | 154,7                                           | 13,0                                          | 0,25                                   | 138,1                                           |
| 1,5                 | 126,0                                           | 6,0                                           | 0,10                                   | 113,2                                           | 18,0                                          | 0,50                                   | 112,0                                           |
| 2,0                 | 83,0                                            | 2,4                                           | 0,05                                   | 86,5                                            | 9,7                                           | 0,10                                   | 86,0                                            |
| 2,5                 | 67,0                                            | 1,5                                           | 0,0005                                 | 71,3                                            | 2,6                                           | 0,10                                   | 65,3                                            |
| 3,0                 | 60,5                                            | 3,5                                           | 0,10                                   | 64,8                                            | 1,4                                           | 0,05                                   | 52,2                                            |
| 3,5                 | 57,0                                            | 4,4                                           | 0,30                                   | 58,5                                            | 0,3                                           | 0,00005                                | 48,78                                           |
| 4,0                 | 54,0                                            | 9,2                                           | 0,40                                   | 52,0                                            | 1,3                                           | 0,05                                   | 45,24                                           |
| 4,5                 | 48,4                                            | 6,9                                           | 0,50                                   | 44,5                                            | 7,0                                           | 0,1                                    | 41,81                                           |
| 5,0                 | 45,0                                            | 11,0                                          | 0,35                                   | 43,4                                            | 0,9                                           | 0,1                                    | 39,54                                           |
| 5,5                 | 38,4                                            | 0,9                                           | 0,02                                   | 39,9                                            | 2,5                                           | 0,15                                   | 37,45                                           |
| 6,0                 | 36,0                                            | 2,7                                           | 0,15                                   | 39,55                                           | 0,3                                           | 0,01                                   | 35,30                                           |
| 6,5                 | 34,0                                            | 4,4                                           | 0,25                                   | 38,31                                           | 0,55                                          | 0,05                                   | 33,90                                           |
| 7,0                 | 32,8                                            | 3,0                                           | 0,15                                   | 37,22                                           | 0,20                                          | 0,0005                                 | 32,42                                           |
| 7,5                 | 31,73                                           | 0,9                                           | 0,05                                   | 36,15                                           | 0,20                                          | 0,00                                   | 30,94                                           |
| 8,0                 | 29,37                                           | 0,4                                           | 0,20                                   | 35,07                                           | 0,20                                          | 0,00                                   | 29,39                                           |
| 8,5                 | 24,92                                           | —                                             | —                                      | 34,22                                           | 1,1                                           | 0,02                                   | 28,55                                           |
| 9,0                 | 24,26                                           | —                                             | —                                      | 33,40                                           | 2,0                                           | 0,35                                   | 27,88                                           |
| 9,5                 | 23,71                                           | —                                             | —                                      | 32,62                                           | 3,0                                           | 0,5                                    | 27,21                                           |
| 10,0                | 23,13                                           | —                                             | —                                      | 31,84                                           | 4,0                                           | 0,5                                    | 26,50                                           |
| 11,0                | 22,14                                           | —                                             | —                                      | 30,85                                           | 2,2                                           | 0,75                                   | 25,07                                           |
| 12,0                | 21,14                                           | —                                             | —                                      | 30,51                                           | 2,5                                           | 0,8                                    | 24,09                                           |
| 13,0                | 20,17                                           | —                                             | —                                      | 29,90                                           | 2,0                                           | 0,25                                   | 23,40                                           |
| 14,0                | 18,39                                           | —                                             | —                                      | 29,03                                           | 0,5                                           | 0,10                                   | 22,71                                           |
| 15,0                | 15,68                                           | —                                             | —                                      | 27,90                                           | 1,4                                           | 0,25                                   | 22,00                                           |
| 16,0                | —                                               | —                                             | —                                      | 27,44                                           | 1,6                                           | 0,50                                   | 21,33                                           |
| 17,0                | —                                               | —                                             | —                                      | 26,98                                           | 1,7                                           | —                                      | 20,64                                           |
| 18,0                | —                                               | —                                             | —                                      | —                                               | —                                             | —                                      | 20,0                                            |
| 19,0                | —                                               | —                                             | —                                      | —                                               | —                                             | —                                      | 19,32                                           |
| 20,0                | —                                               | —                                             | —                                      | —                                               | —                                             | —                                      | 18,64                                           |

## пород и максимальные отклонения от него

| Зан                                    |                                  | Белуга                                |                                        |                                  | Севрюга                               |                                        |                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| % максимального отклонения от среднего | Максимальное отклонение в ‰ соли | Среднее электросопротивление (в омах) | % максимального сопротивления (в омах) | Максимальное отклонение в ‰ соли | Среднее электросопротивление (в омах) | % максимального сопротивления (в омах) | Максимальное отклонение в ‰ соли |
| 9                                      | 10                               | 11                                    | 12                                     | 13                               | 14                                    | 15                                     | 16                               |
| 8,8                                    | 0,20                             | 954,48                                | 19,0                                   | 0,4                              | 259,61                                | —                                      | —                                |
| 6,1                                    | 0,15                             | 176,7                                 | 19,0                                   | 0,4                              | 147,80                                | 26,0                                   | —                                |
| 2,2                                    | 0,05                             | 148,6                                 | 13,3                                   | 0,25                             | 101,20                                | 12,1                                   | —                                |
| 4,0                                    | 0,15                             | 120,5                                 | 3,7                                    | 0,15                             | 71,23                                 | 1,7                                    | —                                |
| 6,1                                    | 0,10                             | 94,2                                  | 7,1                                    | 0,15                             | 60,45                                 | 3,7                                    | —                                |
| 3,4                                    | 0,10                             | 84,0                                  | 2,8                                    | 0,15                             | 51,41                                 | 4,4                                    | —                                |
| 3,6                                    | 0,20                             | 73,7                                  | 2,5                                    | 0,10                             | 42,63                                 | 7,5                                    | —                                |
| 3,9                                    | 0,20                             | 65,50                                 | 6,1                                    | 0,25                             | 37,76                                 | 1,5                                    | —                                |
| 4,6                                    | 0,25                             | 63,75                                 | 5,4                                    | 0,6                              | 36,22                                 | 2,7                                    | —                                |
| 1,9                                    | 0,10                             | 62,9                                  | 6,2                                    | 0,4                              | 34,63                                 | 4,1                                    | —                                |
| 0,6                                    | 0,05                             | 60,10                                 | 3,9                                    | 0,5                              | 33,07                                 | 5,7                                    | —                                |
| 3,6                                    | 0,20                             | 58,28                                 | 3,0                                    | 0,3                              | 31,44                                 | 7,5                                    | —                                |
| 4,7                                    | 0,50                             | 56,50                                 | 2,1                                    | 0,3                              | 28,25                                 | 9,7                                    | —                                |
| 6,5                                    | 0,60                             | 54,0                                  | 2,6                                    | 0,25                             | 26,72                                 | 5,8                                    | —                                |
| 8,2                                    | 0,65                             | 52,32                                 | 2,8                                    | 0,30                             | 25,84                                 | 4,5                                    | —                                |
| 3,3                                    | 0,75                             | 47,66                                 | 7,2                                    | 0,75                             | 25,45                                 | 4,9                                    | —                                |
| 9,6                                    | 0,85                             | —                                     | —                                      | —                                | 25,15                                 | 4,4                                    | —                                |
| 8,3                                    | 0,90                             | —                                     | —                                      | —                                | 24,77                                 | 6,0                                    | —                                |
| 6,9                                    | 0,75                             | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 6,3                                    | 0,6                              | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 3,0                                    | 0,4                              | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 0,04                                   | 0,000                            | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 0,6                                    | 0,000                            | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 1,4                                    | 0,25                             | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 2,2                                    | 0,45                             | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 3,1                                    | 0,50                             | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 4,1                                    | 0,75                             | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 4,6                                    | 1,0                              | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 5,7                                    | 1,0                              | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |
| 6,9                                    | 1,0                              | —                                     | —                                      | —                                | —                                     | —                                      | —                                |

## Средняя величина электросопротивления для тощих и жирных пород рыбы и максимальные отклонения

| ‰ соли | Среднее сопротивление тощих рыб |       |       |                   | ‰ максим. отклонения | ‰ максим. отклонен. в ‰ соли | Среднее электро-сопротивл. белуги | ‰ максим. отклон. от средн. для тощих рыб |
|--------|---------------------------------|-------|-------|-------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
|        | Треска                          | Судак | Сазан | Среднее для тощих |                      |                              |                                   |                                           |
| 0,5    | 209,0                           | 196,0 | 164,2 | 189,7             | 13,4                 | 0,2                          | 254,48                            | 34,0                                      |
| 1,0    | 167,0                           | 154,7 | 138,1 | 153,2             | 9,8                  | 0,2                          | 176,70                            | 15,3                                      |
| 1,5    | 126,0                           | 113,2 | 112,0 | 117,1             | 7,6                  | 0,1                          | 148,60                            | 26,9                                      |
| 2,0    | 83,0                            | 86,5  | 86,0  | 85,2              | 2,5                  | 0,02                         | 120,50                            | 41,4                                      |
| 2,5    | 67,0                            | 71,3  | 65,3  | 67,8              | 5,1                  | 0,2                          | 94,20                             | 38,9                                      |
| 3,0    | 60,5                            | 64,8  | 52,2  | 59,2              | 11,8                 | 0,25                         | 84,20                             | 42,2                                      |
| 3,5    | 57,0                            | 58,5  | 48,78 | 54,78             | 10,8                 | 0,4                          | 73,70                             | 34,6                                      |
| 4,0    | 54,0                            | 52,0  | 45,24 | 50,41             | 10,2                 | 0,4                          | 65,50                             | 30,0                                      |
| 4,5    | 48,4                            | 44,5  | 41,81 | 44,91             | 7,9                  | 0,4                          | 63,75                             | 41,7                                      |
| 5,0    | 45,0                            | 43,4  | 39,54 | 42,64             | 5,5                  | 0,4                          | 62,90                             | 47,5                                      |
| 5,5    | 38,4                            | 39,9  | 37,45 | 38,58             | 3,4                  | 0,4                          | 60,10                             | 55,7                                      |
| 6,0    | 36,0                            | 39,55 | 35,3  | 38,95             | 9,3                  | 0,4                          | 58,28                             | 49,0                                      |
| 6,5    | 34,0                            | 38,31 | 33,9  | 35,90             | 6,9                  | 0,4                          | 56,50                             | 57,3                                      |
| 7,0    | 32,8                            | 37,22 | 32,42 | 34,14             | 9,0                  | 0,5                          | 54,0                              | 58,8                                      |
| 7,5    | 31,73                           | 36,15 | 30,94 | 32,94             | 9,7                  | 0,55                         | 52,32                             | 58,8                                      |
| 8,0    | 29,37                           | 35,07 | 29,39 | 31,27             | 12,1                 | 1,5                          | 48,63                             | 55,6                                      |
| 8,5    | 24,92                           | 34,22 | 28,55 | 29,23             | 17,0                 | 2,0                          | —                                 | —                                         |
| 9,0    | 24,26                           | 33,40 | 27,88 | 28,31             | 17,9                 | 5,5                          | —                                 | —                                         |
| 9,5    | 23,71                           | 32,62 | 27,21 | 27,84             | 17,1                 | 7,0                          | —                                 | —                                         |
| 10,0   | 23,13                           | 31,84 | 26,50 | 27,15             | 17,2                 | —                            | —                                 | —                                         |
| 11,0   | 22,14                           | 30,85 | 25,07 | 26,02             | 18,5                 | —                            | —                                 | —                                         |
| 12,0   | 21,14                           | 30,51 | 24,09 | 25,24             | 20,8                 | —                            | —                                 | —                                         |
| 13,0   | 20,17                           | 29,9  | 23,40 | 24,49             | 22,0                 | —                            | —                                 | —                                         |
| 14,0   | 18,39                           | 29,03 | 22,71 | 23,37             | —                    | —                            | —                                 | —                                         |
| 15,0   | 15,68                           | 27,90 | 22,00 | 22,29             | —                    | —                            | —                                 | —                                         |
| 16,0   | 15,68                           | 27,44 | 21,33 | 21,48             | —                    | —                            | —                                 | —                                         |
| 17,0   | —                               | 26,98 | 20,64 | —                 | —                    | —                            | —                                 | —                                         |
| 18,0   | —                               | —     | 20,00 | —                 | —                    | —                            | —                                 | —                                         |

нежирных рыб отклонение от средней величины сопротивления не превышает 0,5‰ (в пересчете на NaCl), однако это только до 6,5—7‰ содержания соли в рыбе, т. е. до того места на кривой, когда она делает резкий поворот, переходя в прямую, почти параллельную оси абсцисс. Начиная с этого момента, перепады электросопротивления с увеличением солёности резко понижаются: сравнительно большому увеличению солёности соответствует небольшое уменьшение сопротивления.

Поэтому, начиная от солёности в 6,5—7,0‰, даже небольшие отклонения сопротивления разных пород рыбы от среднего значения соответствуют значительным отклонениям (в пересчете на процент соли), выходящим за пределы намеченной точности.

Так например, при содержании 8,5‰ соли в рыбе наибольшее отклонение сопротивления рыбы какой-нибудь породы от среднего для всех тощих пород значения уже достигает 5,5‰ соли, а для более высоких концентраций еще больше.

Таким образом, рыбы разных нежирных пород, как треска, судак, сазан, могут давать константное сопротивление с практически допустимыми отклонениями только до 6,5—7‰ солёности. Это значит, что только до этого предела средние значения электросопротивления будут с допустимой точностью соответствовать концентрации соли для всех нежирных пород рыб.

Что же касается жирных рыб, как белуга, то ее кривая сопротивления гораздо выше кривых нежирных рыб, и расхождения выходят далеко за пределы допустимых.

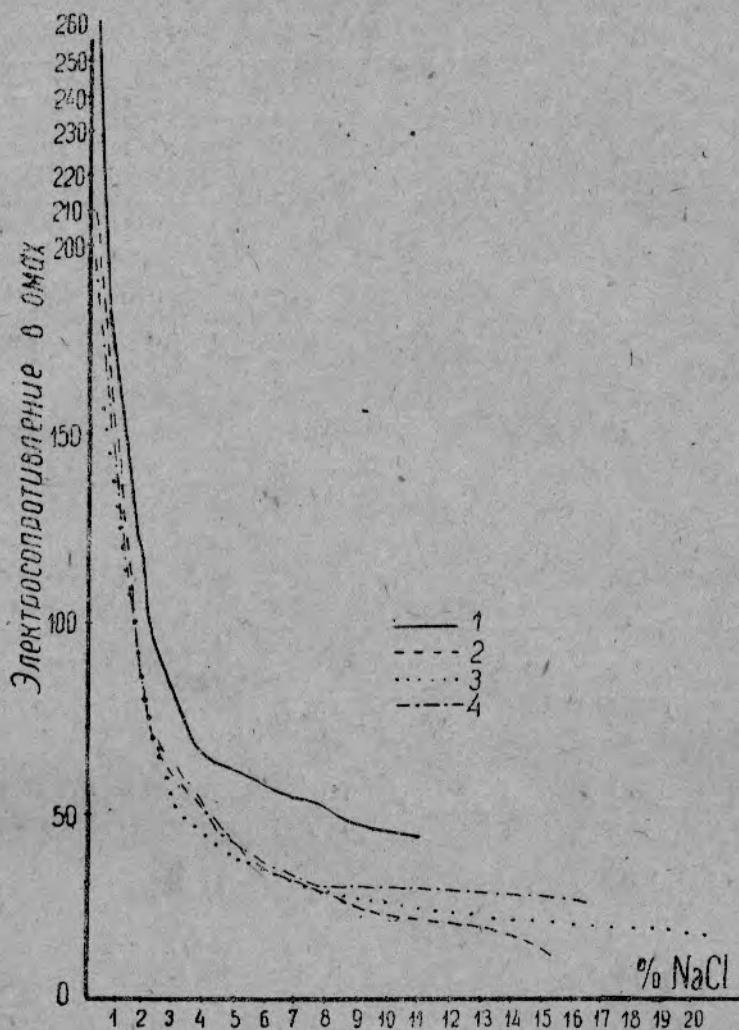


Рис. 10. Среднее электросопротивление рыбы: 1—белуги; 2—трески; 3—сазана; 4—судака

### Влияние влаги

Исследование влияния количества влаги на электропроводность рыбы производилось путем подсушки образцов свежей и соленой рыбы в вакуум-аппарате при температуре  $40^{\circ}$  в течение  $3\frac{1}{2}$  час., и последовательного измерения электропроводности этих образцов. Параллельно определялось содержание в них соли титрованием по способу Мора. В табл. 14 и 15 даны значения электропроводности образцов сазана и осетра с разным содержанием в них влаги. Количество влаги в свежей рыбе в очень незначительной мере влияет на электропроводность ее; так, с уменьшением влаги в сазане на 3,5% сопротивление ее уменьшается на 1 ом. Изменение электропроводности соленой рыбы в зависимости от содержания в ней влаги соответствует изменению при этом концентрации соли. Бенфильд [5] в исследованиях электропроводности мяса указывает, что при добавлении воды к измельченному мясу электрическое сопротив-

## Изменение электропроводности рыбы в зависимости от количества влаги

| Продолжительность просушки (в час.) | Сазан свежий                  |                         |            |         | Сазан соленый                 |                         |            |         |        |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------|---------|-------------------------------|-------------------------|------------|---------|--------|
|                                     | Электропроводн.               | Средняя электропроводн. | Сопротивл. | % влаги | Электропроводн.               | Средняя электропроводн. | Сопротивл. | % влаги | % соли |
| 0                                   | 0,00491<br>0,00487<br>0,00467 | 0,00482                 | 207,4      | 79,09   | 0,03066<br>0,03002<br>0,03002 | 0,03022                 | 33,1       | 71,29   | 7,69   |
| 1                                   | 0,00491<br>0,00487<br>0,00477 | 0,00485                 | 206,2      | 75,69   | 0,03158<br>0,03053<br>0,03009 | 0,03070                 | 32,5       | 65,83   | 9,66   |
| 3 1/2                               | 0,00630<br>0,00630<br>0,00630 | 0,00630                 | 158,7      | 67,87   | 0,03313<br>0,03537<br>0,03152 | 0,03434                 | 29,1       | 52,95   | 11,19  |

Таблица 15

## Изменение электропроводности рыбы в зависимости от количества влаги

| Продолжительность просушки (в час.) | Осетр свежий                  |                         |            |         | Осетр соленый                 |                         |            |         |        |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------|---------|-------------------------------|-------------------------|------------|---------|--------|
|                                     | Электропроводн.               | Средняя электропроводн. | Сопротивл. | % влаги | Электропроводн.               | Средняя электропроводн. | Сопротивл. | % влаги | % соли |
| 0                                   | 0,00478<br>0,00465<br>0,00463 | 0,00468                 | 213,7      | 77,57   | 0,03163<br>0,03000<br>0,02800 | 0,03049                 | 32,70      | 67,71   | 7,60   |
|                                     | 0,00488<br>0,00478<br>0,00509 | 0,00491                 | 203,6      | 75,82   | 0,03396<br>0,03018<br>0,02830 | 0,03081                 | 32,40      | 67,64   | 7,36   |
| 3 1/2                               | 0,00529<br>0,00538<br>0,00506 | 0,00524                 | 190,8      | 70,2    | 0,02916<br>0,02441<br>0,02268 | 0,02542                 | 39,30      | 65,15   | 8,83   |

ление не изменяется или изменяется в очень незначительной степени. Вода обладает двумя взаимопротиводействующими свойствами, которые, повидимому, взаимно нейтрализуются. С одной стороны, вода разжижает ткани мяса и содействует таким образом повышению электрического сопротивления, с другой стороны, вода снижает электрическое сопротивление, поскольку она пропорционально уменьшает отношение между веществом, обладающим плохой электропроводностью, и общим объемом пробы. Это объяснение вполне вероятное, однако разжижающее действие воды несколько сильнее, чем влияние плохопроводящего вещества, поэтому наблюдается некоторое понижение сопротивления с уменьшением количества влаги, которое, впрочем, на практике может быть оставлено без внимания в пределах существующих колебаний количества влаги в исследуемых пробах рыб.

### Влияние свежести рыбы

Для выяснения влияния свежести рыбы на ее электропроводность последняя измерялась в образце белуги свежей и в том же образце через сутки и, наконец, через 4 суток хранения при комнатной температуре, когда рыба имела явные признаки порчи. В табл. 16 даны результаты этих измерений, из которых видно, что порча рыбы не вызывает заметных изменений ее электросопротивления. Надо лишь отметить, что измерение электропроводности порченной рыбы затрудняется вследствие присутствия в ней продуктов разложения, от чего минимум затухания звука в телефоне быстро сползает по всей длине измерительной линейки. Это явление может служить признаком порчи рыбы.

Таблица 16

Изменения электросопротивления рыбы (белуги) в процессе ее порчи

| Продолжительность хранения (в сутках) | Электропроводность | Средняя электропроводность | Сопротивление (в омах) |
|---------------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|
| 0                                     | 0,03266            | 0,03183                    | 31,4                   |
|                                       | 0,03100            |                            |                        |
| 1                                     | 0,03142            | 0,031425                   | 31,8                   |
|                                       | 0,03143            |                            |                        |
| 4                                     | 0,03142            | 0,031425                   | 31,8                   |
|                                       | 0,03143            |                            |                        |

### Влияние температуры

Измерялась электропроводность образца рыбы свежей и соленой при температурах 5, 10, 20, 25, 30°, результаты даны в табл. 17 и на рис. 11.

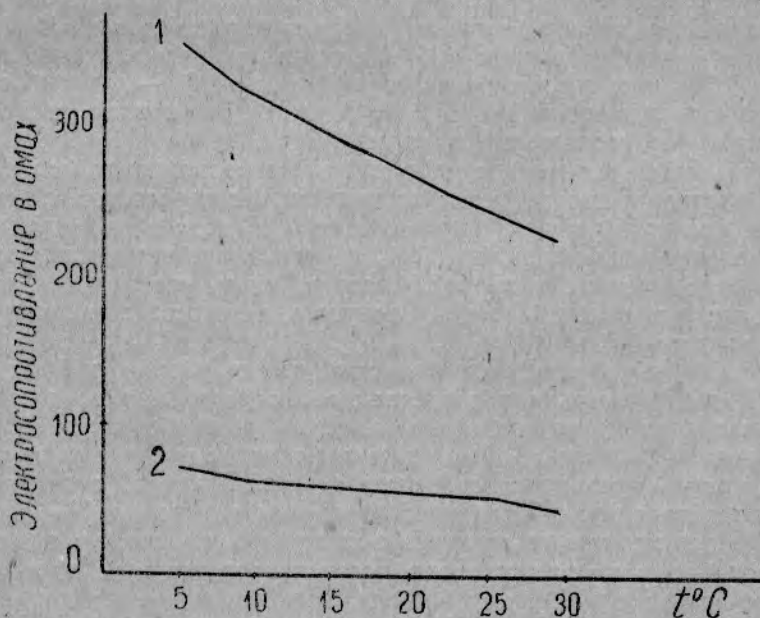


Рис. 11. Электропроводность белуги при разных температурах: 1—свежей (с содержанием соли 0,30‰); 2—соленой (с содержанием соли 6,37‰)

Электросопротивление рыбы падает с увеличением температуры, причем это падение больше для свежей рыбы, чем для соленой. Темпера-

турный коэффициент электросопротивления рыбы колеблется около величины 1,9—2,0%, т. е. при изменении температуры рыбы на 1° электросопротивление изменяется на 2,0%.

Таблица 17

Влияние температуры

| Температура<br>(в °С)          | Белуга свежая (соленость 0,3%) |            |                                  |                                 | Белуга соленая (соленость 6,87%) |                 |            |                          |                                 |
|--------------------------------|--------------------------------|------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------|------------|--------------------------|---------------------------------|
|                                | Электропроводн.                | Сопротивл. | Падение сопротивл. на 1°С в омах | Температурный коэффициент (в %) | Температура (в °С)               | Электропроводн. | Сопротивл. | Падение сопротивл. на 1° | Температурный коэффициент (в %) |
| 5                              | 0,00208                        | 349,0      | 6,4                              | 1,9                             | 5                                | 0,01406         | 71,1       | 1,3                      | 2,0                             |
| 9                              | 0,00309                        | 323,2      | 5,15                             | 1,8                             | 10                               | 0,01552         | 64,4       | 0,94                     | 1,7                             |
| 19                             | 0,00368                        | 271,7      | 5,10                             | 2,1                             | 19                               | 0,01787         | 55,9       | 1,05                     | 2,1                             |
| 25                             | 0,00415                        | 240,8      | 4,3                              | 1,9                             | 26                               | 0,02062         | 48,5       | 0,86                     | 1,9                             |
| 30                             | 0,00456                        | 219,2      | —                                | —                               | 32                               | 0,02309         | 43,3       | —                        | —                               |
| Средн. темпер. коэффициент 1,9 |                                |            |                                  |                                 | Средн. темпер. коэффициент 1,9   |                 |            |                          |                                 |

Заключение

1. а) Исследовалась электропроводность фарша рыбы в зависимости от содержания в нем соли, результаты показывают возможность определения солёности рыбы по электропроводности фарша в пределах от 0,5 до 14% солёности. В этом случае электропроводность фарша может определяться на обычном приборе с мостиком сопротивлений, причем пересчет определяемых значений электропроводности на процент соли производится по таблице электропроводности чистых растворов хлористого натрия с коэффициентами 1,36 для тощих рыб (содержание жира от 0,25 до 1,5%), как треска, судак, пикша и пр., 1,63 — для рыб средней жирности (содержание жира от 2 до 5%) как сазан и др., и 2,0 — для жирных рыб (содержание жира выше 8%).

б) Результаты этих же исследований дают возможность создать прибор для определения солёности фарша рыбы без пересчетов, с непосредственным отсчетом по шкале процента соли. В этом случае пределы измерения расширяются от 0,5 до 18%, но каждая из перечисленных выше групп (тощие, средние и жирные) должна иметь свою шкалу согласно выведенным для каждой группы кривым зависимости электропроводности от солёности.

2. Исследовалась электропроводность целых кусков рыбы с целью выяснить возможность непосредственного определения по электропроводности солёности рыбы без какой-нибудь предварительной обработки ее. Результаты позволяют объединить все породы рыб в группы по жирности с целью определения солёности по общей кривой электропроводности (по общей шкале) для каждой группы только до 7% солёности рыбы. Представляется возможным сконструировать прибор для определения солёности по электропроводности непосредственно в мясе рыбы для целой группы рыб (судак, треска, лещ, вобла, пикша и др.) с пределами измерения от 0,5 до 7% солёности, с точностью  $\pm 0,3\%$  и непосредственным отсчетом процента соли на шкале. Разумеется для каждой отдельно взятой породы возможно определение солёности по электропроводности с достаточной точностью по всей шкале от 0,5 до 18%.

3. Исходя из возможностей, представленных перечисленными резуль-

татами, надо полагать целесообразным осуществить для промышленности два прибора:

1) прибор лабораторного типа для определения солености всех видов рыбных продуктов по электропроводности вытяжки или болтушки, солености тузлуков, отмочных вод с непосредственным отсчетом в процентах соли по шкале;

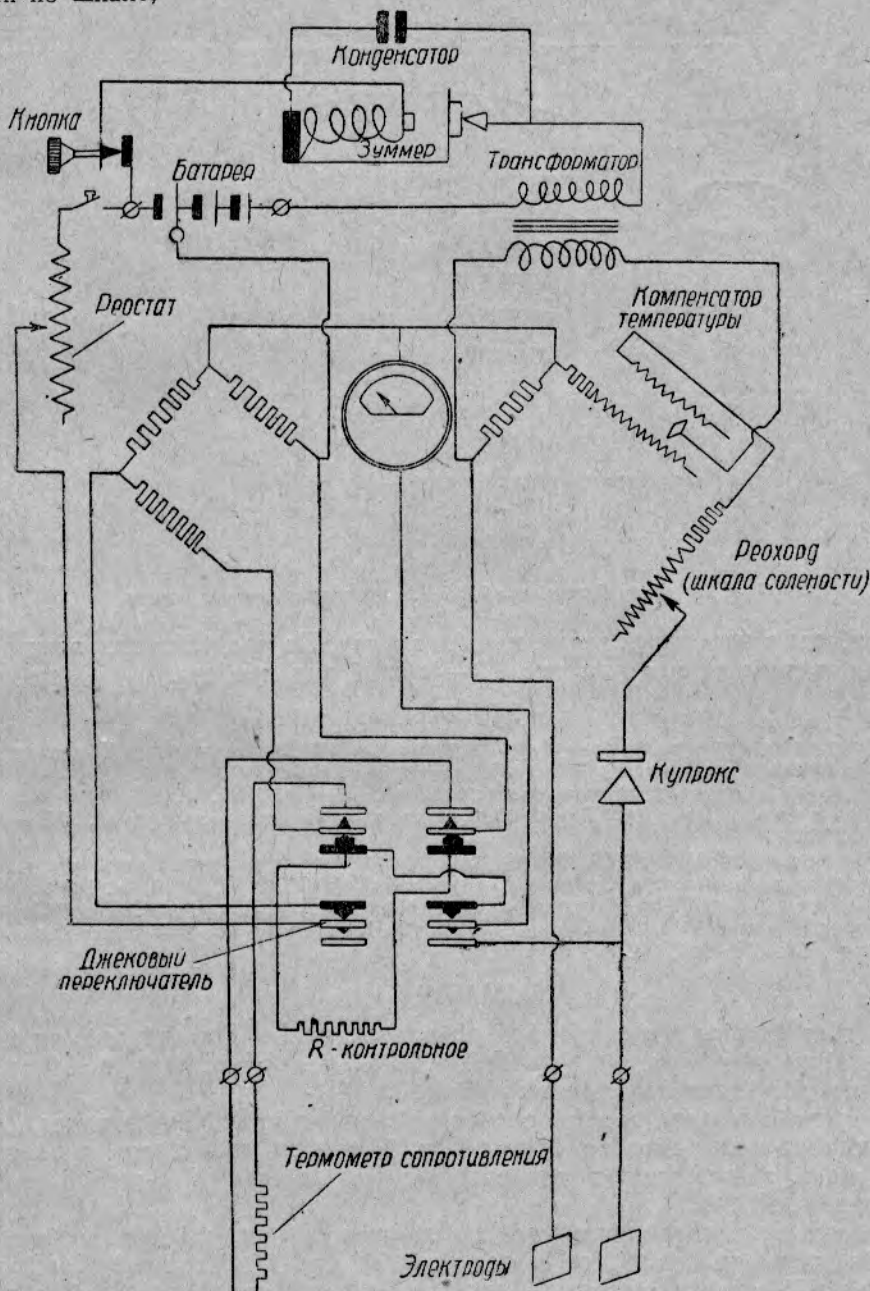


Рис. 12. Схема прибора для определения солености

2) прибор производственного типа для определения солености непосредственно в рыбе для тощих пород рыб: треска, пикша, судак, лещ, вобла, сазан и пр. в пределах от 0,5 до 7‰ солености с точностью  $\pm 0,3\%$ , с компенсацией температуры и непосредственным отсчетом в процентах соли на шкале.



Нами были рассчитаны все основные данные для конструкции этих приборов: принципиальная схема, расчет шкалы, электродные сосуды и пр.

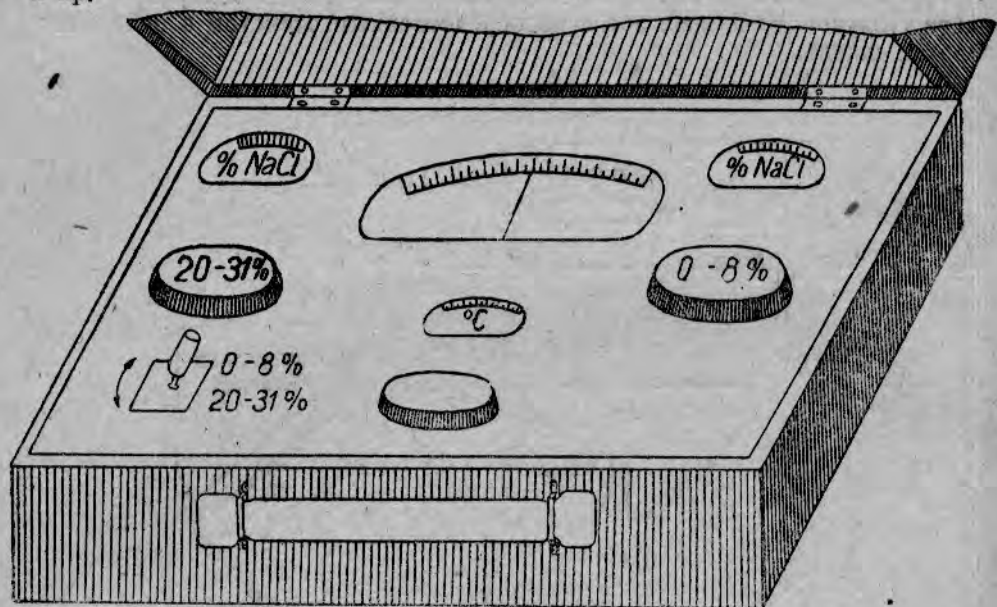


Рис. 13. Общий вид прибора для определения солености

Приборы в настоящее время изготавливаются. На рис. 12 дается электрическая схема прибора и на рис. 13 — общий вид прибора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гмелин, Гросс, Зауэр и Кренерт, Физико-химический анализ в промышленности ГНТИУ, НКТП, 1936.
2. Кейнат, „Электроизмерительная техника“, М. — Л., 1935.
3. Оствальд, Лютер, Друккер, Физико-химические измерения, М. — Л., ОНТИ, 1935.
4. Шустров (ЦИЛКИП), Электропроводность пищевых продуктов, (отчет).
5. Бенфильд, Каллоу, „Journal of the Soc. of Chem. Ind“, № 50, 54, 1935.
6. Calvert—Leitfähigkeitsversuche, „Zeitschr. f. physik Chem.“, 38, 528, 1901.
7. Spengler Tödt, Wigand, „Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zucker—Industrie“, Bd. 62, 1932, Bd. 83, 1933.

#### SUMMARY

In order to obtain a rapid and objective method for determining the salt content of caviar and fish, their electrical conductivity at different contents of sodium chloride was studied.

Investigations were carried out on salt caviar mixed with water, caviar without water thoroughly mixed with salt so as to form a semi-solid mass, natural caviar with common salt, minced fish-meat (hash) and pieces of fish.

The results of these investigations show a direct relation between the electrical conductivity of caviar and fish and their content of sodium chloride. This relation is stated for the principal species of food fishes.

On the basis of these results and the graphical material obtained, an apparatus was devised and constructed for rapid determinations of salt-content of fish, with a direct reading of the salt percentage on the scale and an automatic compensation of temperature.

The apparatus has an accuracy of  $\pm 0,1$  for the range of salinity from 0,5% to 7,0% and  $\pm 1\%$  for the range of salinity from 7% and up.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОЛЕННОСТИ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ

*Т. И. Макарова*

(Лаборатория контроля производства ВНИРО. Руководитель А. А. Лазаревский  
1937 г.)

## MEASUREMENTS OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY FOR DETERMINING THE SALT CONTENT OF FISH PRODUCTS

*By T. Makarova*

Одним из наиболее распространенных в практике заводских лабораторий анализов является определение содержания поваренной соли в готовых рыбных продуктах, полуфабрикатах и солевых растворах (тузлуках, отработанных водах при отмочке соленой рыбы). В основу существующих методов определения солености рыбных продуктов положен принцип количественного определения  $\text{Cl}^-$  — иона в растворе титрованием по Мору. Применение этого принципа требует довольно длительной предварительной обработки анализируемого продукта для перевода содержащейся в нем поваренной соли в бесцветный и прозрачный раствор. При титровании профильтрованной водной вытяжки из продукта раствором азотнокислого серебра определение солености требует от 45 до 60 мин. [1].

Такая продолжительность определения не всегда отвечает требованиям производства, особенно при контроле полуфабрикатов.

Поэтому мы поставили перед собою задачу отыскать более быстрый способ определения солености рыбных продуктов.

Ускорение определения солености рыбных продуктов, очевидно, возможно, путем замены титрования солевого раствора измерением его электропроводности в специально сконструированном приборе, дающем показания непосредственно в процентах хлористого натрия.

Так как в составе водных вытяжек из соленой рыбы, натуральных тузлуков и отмочных вод превалирующее положение занимает хлористый натрий, вытяжки из соленой рыбы, натуральные тузлуки и отмочные воды в некотором приближении можно рассматривать как водные растворы хлористого натрия. При этом электропроводность вытяжек из рыбы, тузлуков и отмочных вод должна обуславливаться в основном содержанием в них хлористого натрия и быть близкой к электропроводности чистых водных растворов хлористого натрия. Ожидать сколько-нибудь серьезного влияния на электропроводность данных жидкостей находящихся в них других минеральных и органических соединений нет оснований. Примеси минеральных соединений в вытяжках из соленой рыбы, тузлуках и

отмочных водах представляют собой ряд легкорастворимых солей, сопутствующих хлористому натрию в поваренной соли, употребляемой для посола рыбы. Содержание таких примесей в поваренной соли обычно менее 1% и поэтому практически не должно существенно влиять на электропроводность. Что касается органических соединений, то они представляют собой в основном белковые вещества и продукты их распада, перешедшие в раствор из рыбы. Хотя известно, что подобные соединения в растворе обладают малой проводимостью ввиду низкой степени диссоциации, рассчитывать, что присутствие их может явиться фактором, угнетающим электропроводность вытяжек из рыбы, тузлуков и отмочных вод, не приходится, так как содержание белковых веществ в последних сравнительно с хлористым натрием невелико.

Для решения поставленного вопроса было проведено изучение электропроводности тузлуков и водных вытяжек из соленой рыбы и сопоставление найденных величин электропроводности с соответствующими данными для чистых растворов хлористого натрия.

Измерение электропроводности производилось по принципу измерения сопротивления растворов Кольрауша с помощью прибора ЦНИЛКИПа (модель 1934 г.) и стеклянных электродных сосудов с платиновыми электродами, покрытыми слоем платиновой черни [2, 3]. Во избежание стирания чернь подвергалась «спеканию» путем легкого прокалывания электродов на пламени спиртовой горелки.

Для измерения электропроводности жидкостей с содержанием хлористого натрия до 1% (водных вытяжек из рыбы и сильно разведенных тузлуков) употреблялся электродный сосуд с емкостью сопротивления около 0,5. Для жидкостей с более высокой концентрацией хлористого натрия (удельное сопротивление менее 10-ом) данный сосуд оказался непригодным, так как во время измерения наблюдались разогревание жидкости в сосуде и электролиз хлористого натрия.

Поэтому для жидкостей с содержанием хлористого натрия свыше 1% применялись специально изготовленные U-образные сосуды с большой емкостью (от 30 до 200).

Так как получение тузлуков и вытяжек из рыбы с содержанием хлористого натрия, точно отвечающим таковому ряду чистых растворов хлористого натрия с известной по литературе электропроводностью, практически невозможно, то в процессе настоящей работы применялся косвенный метод сравнения электропроводностей путем пересчета удельной электропроводности исследуемой жидкости при 18° на соленость и сравнения последней с результатами определения содержания хлористого натрия химическим способом. Пересчет электропроводности на соленость производился по данным для чистых растворов хлористого натрия при 18° [2, 5] при концентрации хлористого натрия в растворе до 1 $\frac{1}{2}$ % интерполяцией данных и свыше 1 $\frac{1}{2}$ % по специальной таблице, составленной по кривой электропроводности. Объектами исследования служили образцы натуральных тузлуков из-под высолочной рыбы, полученные с рыбозаводов Северного Каспия. Разведением тузлуков дистиллированной водой был приготовлен ряд растворов с содержанием хлористого натрия от 0,5 до 29%. Измерение электропроводности растворов производилось при 0, 18 и 25°. Результаты (табл. 1 и рис. 1) показали, что для растворов тузлуков наблюдается та же зависимость между электропроводностью, концентрацией хлористого натрия и температурой, что и для чистых водных растворов хлористого натрия.

Наращение электропроводности растворов особенно значительно при содержании хлористого натрия до 11%. В пределах этой концентрации электропроводность растворов возрастает пропорционально росту содержания в них соли. Для растворов с более высокой концентрацией соли темп нарастания электропроводности постепенно замедляется. Для растворов с содержанием соли до 11% увеличение удельной электропро-

| № раст-<br>вора                                              | 1-й образец тузлука                                   |                                      |         |         | 2-й образец тузлука                                   |                                      |       |         |                                                         |                                                 |                                                  |                                                 |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------|---------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                              | содержа-<br>ние NaCl<br>(титрова-<br>нием по<br>Мору) | Удельная электропровод-<br>ность при |         |         | Содержа-<br>ние NaCl<br>(титрова-<br>нием по<br>Мору) | Удельная электропровод-<br>ность при |       |         | Изменение удельной<br>электропроводности<br>на 1° (в %) |                                                 |                                                  |                                                 |
|                                                              |                                                       | 0°                                   | 18°     | 25°     |                                                       | 0°                                   | 18°   | 25°     |                                                         |                                                 |                                                  |                                                 |
|                                                              |                                                       |                                      |         |         |                                                       |                                      |       |         |                                                         | при понижен-<br>ии температу-<br>ры с 18° до 0° | при повыше-<br>нии температу-<br>ры с 18° до 25° | при понижен-<br>ии температу-<br>ры с 18° до 0° |
| 1                                                            | 0,34                                                  | 0,00344                              | 0,00557 | 0,00643 | -2,13                                                 | +2,20                                | 0,42  | 0,00421 | 0,00662                                                 | 0,00770                                         | -2,02                                            | +2,31                                           |
| 2                                                            | 1,03                                                  | 0,01013                              | 0,01611 | 0,01857 | -2,06                                                 | +2,18                                | 1,05  | 0,00981 | 0,01574                                                 | 0,01817                                         | -2,09                                            | +2,19                                           |
| 3                                                            | 2,98                                                  | 0,02619                              | 0,04158 | 0,04792 | -2,02                                                 | +2,18                                | 3,10  | 0,02728 | 0,04350                                                 | 0,04967                                         | -2,07                                            | +2,03                                           |
| 4                                                            | 5,05                                                  | 0,04225                              | 0,06624 | 0,07600 | -2,01                                                 | +2,11                                | 4,91  | 0,04109 | 0,06458                                                 | 0,07447                                         | -2,02                                            | +2,19                                           |
| 5                                                            | 7,92                                                  | 0,06187                              | 0,09615 | 0,11193 | -1,98                                                 | +2,34                                | 7,81  | 0,06059 | 0,09372                                                 | 0,10845                                         | -1,96                                            | +2,24                                           |
| 6                                                            | 10,65                                                 | 0,07886                              | 0,12281 | 0,14084 | -1,99                                                 | +2,09                                | 11,03 | 0,07921 | 0,12335                                                 | 0,14264                                         | -1,99                                            | +2,23                                           |
| 7                                                            | 13,20                                                 | 0,09254                              | 0,14255 | 0,16554 | -1,95                                                 | +2,40                                | 14,12 | 0,09504 | 0,14864                                                 | 0,16975                                         | -2,00                                            | +2,03                                           |
| 8                                                            | 16,75                                                 | 0,10670                              | 0,16549 | 0,19099 | -1,98                                                 | +2,20                                | 16,02 | 0,10379 | 0,15946                                                 | 0,18293                                         | -1,94                                            | +2,10                                           |
| 9                                                            | 19,85                                                 | 0,11694                              | 0,18171 | 0,20986 | -1,98                                                 | +2,21                                | 21,07 | 0,12128 | 0,18829                                                 | 0,21837                                         | -1,98                                            | +2,28                                           |
| 10                                                           | 22,13                                                 | 0,12315                              | 0,19288 | 0,22468 | -2,01                                                 | +2,35                                | 23,35 | 0,12585 | 0,19679                                                 | 0,22903                                         | -2,00                                            | +2,34                                           |
| 11                                                           | 25,29                                                 | 0,12842                              | 0,20348 | 0,23422 | -2,05                                                 | +2,11                                | 25,82 | 0,13161 | 0,20565                                                 | 0,23947                                         | -2,00                                            | +2,34                                           |
| 12                                                           | 29,47                                                 | 0,13531                              | 0,21360 | 0,24926 | -2,04                                                 | +2,38                                | —     | —       | —                                                       | —                                               | —                                                | —                                               |
| Среднее изменение удельной электро-<br>проводности . . . . . |                                                       |                                      |         | -2,02   | +2,23                                                 | —                                    | —     | -2,01   | +2,21                                                   |                                                 |                                                  |                                                 |

водности на 1‰ соли составляет около 0,01 обратных ома, для растворов с концентрацией соли от 11 до 22‰ — 0,006 обратных ома и для растворов с концентрацией соли от 22 до 29‰ — около 0,003 обратных ома.

Электропроводность растворов тузлуков увеличивается с повышением температуры; с изменением температуры на 1° С электропроводность в среднем изменяется на 2‰.

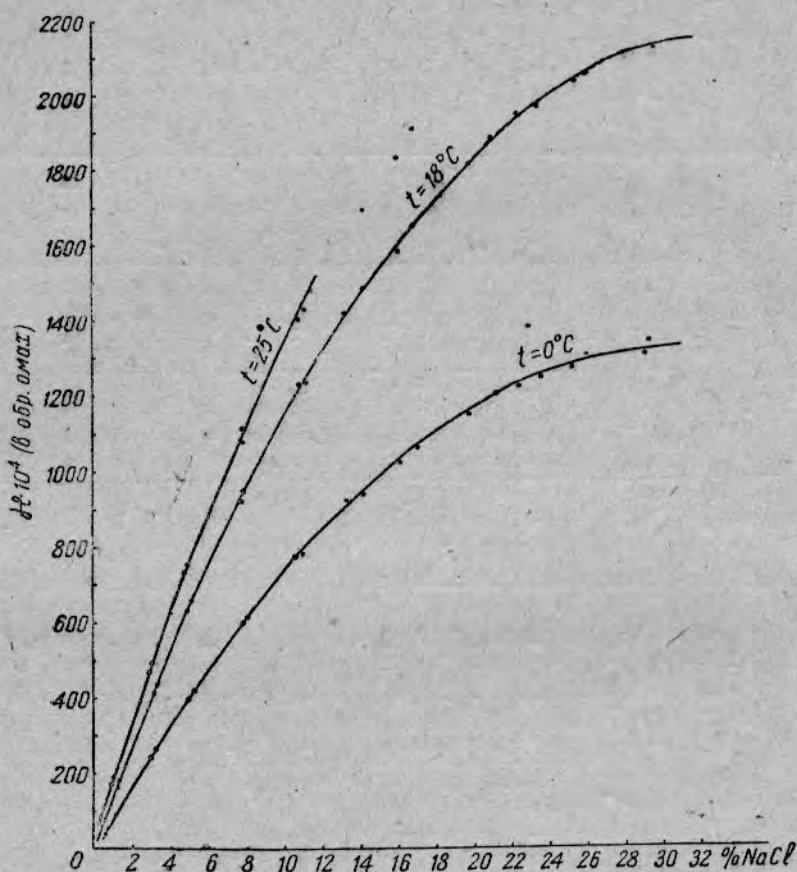


Рис. 1. Кривые электропроводности чистых водных растворов NaCl. Точками обозначена электропроводность тузлуков

Отклонение удельной электропроводности растворов тузлуков на 1° при повышении температуры от 18 до 25° составляет + 2,22‰ и при понижении температуры с 18 до 0° — 2,02‰ по отношению к электропроводности при 18°. На основании данных Кольрауша [5] соответствующие отклонения для чистых растворов хлористого натрия равняются + 2,30‰ и — 2,08‰.

Опыт показал, что для измерения электропроводности разведенных тузлуков с содержанием хлористого натрия до 20‰ удобно пользоваться электродным сосудом с емкостью сопротивления около 30; для измерения электропроводности жидкостей с большим содержанием хлористого натрия, в частности насыщенных тузлуков, требуется электродный сосуд с емкостью около 200. Измерение электропроводности жидкостей, содержащих свыше 25‰ хлористого натрия, требует кроме того очень точной измерительной аппаратуры.

Далее был проведен ряд определений содержания хлористого натрия в образцах натуральных тузлуков и отмочных вод по их электропровод-

ности. Сперва определение солености тузлуков производилось по электропроводности разведенных водой точных навесок тузлуков при разбавлении от 1:200 до 1:1, а затем непосредственным измерением электропроводности исследуемой жидкости. Измерение производилось при 18°. Результаты определений (табл. 2 и 3) показали, что, измеряя электропроводность разведенных или натуральных тузлуков и отмочных вод и пересчитывая ее на соленость по данным для чистых растворов хлористого натрия, можно получать достаточно точное для практических целей цифровое выражение содержания хлористого натрия.

Таблица 2

| Образцы<br>натурального<br>тузлука | Колич. туз-<br>лука в<br>100 мл ра-<br>створа<br>(в мл) | Найдено NaCl в тузлуке<br>(в вес. %) |                        |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|                                    |                                                         | по электро-<br>проводности           | титрованием<br>по Мору |
| № 1                                | 0,5                                                     | 24,62                                | 24,86                  |
|                                    | 2,0                                                     | 25,06                                | 25,03                  |
|                                    | 4,0                                                     | 24,77                                | 24,55                  |
| № 2                                | 0,5                                                     | 25,00                                | 25,24                  |
|                                    | 2,0                                                     | 25,19                                | 25,19                  |
|                                    | 4,0                                                     | 24,49                                | 25,19                  |
| № 3                                | 0,5                                                     | 19,23                                | 19,23                  |
|                                    | 5,0                                                     | 19,06                                | 18,88                  |
|                                    | 25,0                                                    | 18,65                                | 18,53                  |
|                                    | 50,0                                                    | 18,81                                | 18,49                  |
| № 4                                | 1,0                                                     | 26,41                                | 25,32                  |
|                                    | 5,0                                                     | 26,29                                | 25,16                  |
|                                    | 25,0                                                    | 26,21                                | 25,14                  |
|                                    | 50,0                                                    | 25,50                                | 25,10                  |
| № 5                                | 1,0                                                     | 26,56                                | 25,54                  |
|                                    | 5,0                                                     | 26,56                                | 25,49                  |
|                                    | 10,0                                                    | 26,33                                | 25,40                  |
|                                    | 25,0                                                    | 26,26                                | 25,12                  |
|                                    | 50,0                                                    | 25,76                                | 25,09                  |
| № 6                                | 5,0                                                     | 26,26                                | 25,66                  |
|                                    | 10,0                                                    | 26,26                                | 25,53                  |
|                                    | 50,0                                                    | 26,05                                | 25,32                  |

Таблица 3

| Образцы                                                         | Содержание NaCl (в объемн. %) |                            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                                                                 | титрованием<br>по Мору        | по электро-<br>проводности |
| Отработанная вода после отмочки соленой ры-<br>бы № 1 . . . . . | 3,47                          | 3,34                       |
| То же № 2 . . . . .                                             | 2,08                          | 2,09                       |
| „ № 3 . . . . .                                                 | 3,13                          | 2,95                       |
| „ № 4 . . . . .                                                 | 1,96                          | 1,95                       |
| „ № 5 . . . . .                                                 | 2,72                          | 2,66                       |
| „ № 6 . . . . .                                                 | 1,84                          | 1,87                       |
| Натуральный тузлук № 2 . . . . .                                | 20,96                         | 20,86                      |
| То же № 3 . . . . .                                             | 29,47                         | 29,35                      |
| „ № 4 . . . . .                                                 | 30,09                         | 28,66                      |
| „ № 6 . . . . .                                                 | 30,36                         | 30,40                      |

Для разрешения вопроса о возможности применения измерения электропроводности водной вытяжки для определения солености рыбы был проведен ряд опытов, имевших своей целью выяснить: 1) может ли электропроводность вытяжки дать достаточно точное выражение содержания в ней хлористого натрия и 2) оптимальное соотношение рыбы и воды при приготовлении вытяжки. Навески соленой рыбы (пикши и трески) помещались в мерные колбы на 250 мл, заливались дистиллированной водой и настаивались в течение 15 мин. при комнатной температуре. Периодически содержимое колб взбалтывалось. Измерение электропроводности производилось в отстоянной в течение 3 мин. вытяжке при 18°. Параллельно в отдельной пробе профильтрованной вытяжки определялось содержание хлористого натрия по Мору.

Таблица 4

| Навеска на 250 мл (в г) | Пикша соленая              |                              | Треска соленая             |                              |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
|                         | % NaCl титрованным по Мору | % NaCl по электропроводности | % NaCl титрованием по Мору | % NaCl по электропроводности |
| 1                       | 20,08                      | 20,08                        | —                          | —                            |
| 5                       | 19,80                      | 20,04                        | 18,37                      | 18,35                        |
| 10                      | 20,16                      | 19,89                        | 18,46                      | 18,35                        |
| 25                      | 19,47                      | 19,46                        | 18,30                      | 18,41                        |
| 50                      | —                          | 18,71                        | —                          | 17,00                        |
| 120                     | —                          | 15,74                        | —                          | —                            |

Определение солености по электропроводности отстоянной вытяжки (табл. 4) дало вполне удовлетворительные для практических целей результаты при соотношении рыбы к воде не более 1 : 10 (25 г в объеме 250 мл). Присутствующие при этом в вытяжке коллоидально растворенные белковые вещества практически не влияют на точность получаемых результатов. При увеличении содержания рыбы результаты солености получаются сильно пониженными. Несомненно, что в данном случае белковые вещества являются угнетающим электропроводность фактором, причем их отрицательное влияние усиливается по мере уменьшения степени разбавления. Это указывает на то, что при одном и том же соотношении соли и белковых веществ решающую роль играет абсолютное содержание белковых веществ в вытяжке.

Для приготовления вытяжки и проведения измерений электропроводности наиболее удобно пользоваться навесками рыбы в 5—10 г в объеме 250 мл. Так как в пределах этого соотношения рыбы и воды результаты определения солености по электропроводности отстоянной вытяжки получаются вполне удовлетворительные, то в отличие от способа титрования по Мору предварительное фильтрование вытяжки может быть исключено.

Для уточнения вопроса о влиянии взвешенных частиц мяса на электропроводность вытяжки был проведен опыт измерения электропроводности одной вытяжки, внесенной в сосуд тотчас после взбалтывания и после 5-минутного отстаивания. Измерение электропроводности производилось при 18° с помощью обычного электродного сосуда с вертикально расположенными электродами (№ 1) и сосуда в виде U-образной трубки с горизонтально расположенными электродами (№ 2). В первом случае (сосуд с вертикально расположенными электродами) разница в солености, определенной в отстоянной и неотстоянной вытяжке, не превышала 0,15%, при определении же солености для неотстоянной вытяжки при помощи U-образного сосуда получены пониженные на 0,5—0,9% результаты (табл. 5).

Таблица 5

| № п/п | Электродный сосуд № 1 |                      | Электродный сосуд № 2 |                      |
|-------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|       | отстоенная вытяжка    | неотстоенная вытяжка | отстоенная вытяжка    | неотстоенная вытяжка |
| 1     | 19,94                 | 20,09                | 19,90                 | 19,01                |
| 2     | 19,89                 | 20,24                | 20,04                 | 19,16                |
| 3     | 19,86                 | 19,83                | 19,93                 | 19,41                |
| 4     | 19,84                 | 19,79                | 19,89                 | 19,32                |

Последнее объясняется тем, что при определении солености в обычном сосуде (№ 1) взвешенные частицы мяса во время выдерживания в термостате оседают на дно сосуда и выходят из поля тока между электродами. При определении же с помощью U-образного сосуда взвешенные частицы мяса во время выдерживания в термостате оседают в закруглении нижней части сосуда, при измерении находятся между электродами в поле тока и сообщают жидкости добавочное сопротивление. Такое отрицательное влияние взвешенных частиц мяса ясно указывает на необходимость отстаивания вытяжки перед измерением электропроводности. Пользование неотстоенной вытяжкой неудобно еще и потому, что сосуд и электроды вследствие налипания частиц мяса загрязняются. Длительность отстаивания в 3—5 мин. является вполне достаточной.

Следующий опыт имел целью установить зависимость точности результатов определения солености по электропроводности от соотношения соли и белковых веществ в рыбе, т. е. от степени солености рыбы. Для этого была проведена серия определений солености специально приготовленных образцов фарша из мяса судака и осетра с соленостью от 2 до 20%.

Таблица 6

| Навеска на 250 м.л (в г) | Судак                        |                              | Осетр                        |                              |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                          | % NaCl по титрованию по Морю | % NaCl по электропроводности | % NaCl по титрованию по Морю | % NaCl по электропроводности |
| 5                        | 2,14                         | 2,41                         | 2,51                         | 2,59                         |
| 10                       | 2,19                         | 2,41                         | 2,47                         | 2,57                         |
| 5                        | 4,96                         | 5,14                         | 5,55                         | 5,61                         |
| 10                       | 4,98                         | 5,09                         | 5,57                         | 5,47                         |
| 5                        | 7,43                         | 7,54                         | 9,70                         | 9,79                         |
| 10                       | 7,48                         | 7,52                         | 9,71                         | 9,61                         |
| 5                        | 10,52                        | 10,70                        | 13,48                        | 13,24                        |
| 10                       | 10,48                        | 10,68                        | 13,56                        | 13,25                        |
| 5                        | 13,96                        | 14,04                        | 17,30                        | 17,69                        |
| 10                       | 13,96                        | 14,06                        | 17,64                        | 17,20                        |
| 10                       | 21,25                        | 21,50                        | —                            | —                            |

Результаты (табл. 6) показали, что степень солености рыбы практически не влияет на точность определения солености по электропроводности отстоенной вытяжки.

Для установления длительности настаивания рыбы с водой, необходимой для полного извлечения соли, был проведен ряд определений солености тощей (треска, пикша, судак) и жирной (осетр) рыбы по электропроводности и параллельно титрованием по Морю при длительности настаивания в 15, 30 и 60 мин.



Таблица 7

| Образцы          | Длительность настаивания (в мин.) | % NaCl титрованием по Мору | % NaCl по электропроводности |
|------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Пикша . . . . .  | 15                                | 19,89                      | 19,84                        |
| " . . . . .      | 30                                | 19,80                      | 19,56                        |
| Треска . . . . . | 15                                | 18,37                      | 18,35                        |
| " . . . . .      | 30                                | 18,36                      | 18,30                        |
| Судак . . . . .  | 15                                | 7,48                       | 7,52                         |
| " . . . . .      | 30                                | 7,41                       | 7,51                         |
| " . . . . .      | 60                                | 7,52                       | 7,61                         |
| " . . . . .      | 15                                | 13,96                      | 14,06                        |
| " . . . . .      | 30                                | 13,94                      | 14,11                        |
| " . . . . .      | 60                                | 13,98                      | 14,15                        |
| " . . . . .      | 15                                | 21,25                      | 21,50                        |
| " . . . . .      | 30                                | 21,11                      | 21,35                        |
| " . . . . .      | 60                                | 20,88                      | 21,09                        |
| Осетр . . . . .  | 15                                | 2,47                       | 2,57                         |
| " . . . . .      | 30                                | 2,54                       | 2,57                         |
| " . . . . .      | 60                                | 2,52                       | 2,59                         |
| " . . . . .      | 15                                | 9,71                       | 9,61                         |
| " . . . . .      | 30                                | 9,74                       | 9,65                         |
| " . . . . .      | 60                                | 9,75                       | 9,68                         |
| " . . . . .      | 15                                | 17,64                      | 17,20                        |
| " . . . . .      | 30                                | 17,64                      | 17,17                        |
| " . . . . .      | 60                                | 17,54                      | 17,03                        |

Результаты (табл. 7) показали, что при определении солености рыбы как по электропроводности вытяжки, так и титрованием по Мору можно ограничиваться сроком настаивания в 15 мин. вне зависимости от жирности рыбы.

Наконец, последние опыты имели целью выяснить возможность проведения измерений электропроводности при любой комнатной температуре с введением при расчете поправочного коэффициента на температуру.

Так как известно, что электропроводность растворов электролитов изменяется в среднем на 2% при отклонении температуры на 1° и наши опыты с тузлуками установили такое же отклонение и для тузлуков, то очевидно, что вытяжкам из соленой рыбы, которые близки растворам хлористого натрия и тузлукам, должен быть свойственен этот же размер изменения электропроводности в зависимости от температуры. Исходя из этого, был проведен ряд определений солености рыбы измерением электропроводности отстоянной вытяжки при температурах 15, 18, 20 и 22°. Найденная при 15, 20 и 22° удельная электропроводность вытяжки для сравнения с данными по растворам хлористого натрия пересчитывалась на электропроводность при 18° по формуле

1) при температуре болтушки выше 18°:

$$\chi_{18} = \frac{\chi_t \cdot 100}{100 + 2a};$$

2) при температуре болтушки ниже 18°:

$$\chi_{18} = \frac{\chi_t \cdot 100}{100 - 2a},$$

где:  $\chi_{18}$  — удельная электропроводность при 18°;

$\chi_t$  — найденная удельная электропроводность при температуре измерения;

$a$  — разность между температурой, при которой производилось измерение электропроводности и 18° в градусах Цельсия.

При приготовлении вытяжек для упрощения определения навески фар-

ша отвешивались на техно-химических весах с точностью до 0,01 г. Длительность настаивания была принята в 15 мин. Для всех образцов рыбы из отдельной точной навески была определена соленость принятым способом титрования вытяжки по Морю.

Таблица 8

| Образцы         | Содержание NaCl определенное титрованием по Морю (в ‰) | Содержание NaCl найденное по электропроводности (в ‰) | Температура при измерении электропроводности (°C) |
|-----------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Пикша . . . . . | 19,69                                                  | 19,52                                                 | 15                                                |
|                 |                                                        | 19,63                                                 | 18                                                |
|                 |                                                        | 19,71                                                 | 20                                                |
|                 |                                                        | 19,80                                                 | 22                                                |
| Судак . . . . . | 4,97                                                   | 4,99                                                  | 15                                                |
|                 |                                                        | 5,13                                                  | 18                                                |
|                 |                                                        | 5,13                                                  | 20                                                |
|                 |                                                        | 5,17                                                  | 22                                                |
| Судак . . . . . | 7,46                                                   | 7,61                                                  | 15                                                |
|                 |                                                        | 7,66                                                  | 18                                                |
|                 |                                                        | 7,66                                                  | 20                                                |
| Судак . . . . . | 10,50                                                  | 10,52                                                 | 15                                                |
|                 |                                                        | 10,63                                                 | 18                                                |
|                 |                                                        | 10,66                                                 | 20                                                |
|                 |                                                        | 10,69                                                 | 22                                                |
| Судак . . . . . | 13,96                                                  | 14,10                                                 | 15                                                |
|                 |                                                        | 14,10                                                 | 18                                                |
|                 |                                                        | 14,18                                                 | 20                                                |
|                 |                                                        | 14,20                                                 | 22                                                |
| Судак . . . . . | 21,08                                                  | 20,89                                                 | 18                                                |
|                 |                                                        | 20,90                                                 | 20                                                |
|                 |                                                        | 21,00                                                 | 22                                                |
| Осетр . . . . . | 5,56                                                   | 5,55                                                  | 15                                                |
|                 |                                                        | 5,55                                                  | 18                                                |
|                 |                                                        | 5,59                                                  | 20                                                |
|                 |                                                        | 5,64                                                  | 22                                                |
| Осетр . . . . . | 9,69                                                   | 9,74                                                  | 15                                                |
|                 |                                                        | 9,78                                                  | 18                                                |
|                 |                                                        | 3,84                                                  | 20                                                |
|                 |                                                        | 9,88                                                  | 22                                                |
| Осетр . . . . . | 13,56                                                  | 13,51                                                 | 15                                                |
|                 |                                                        | 13,60                                                 | 18                                                |
|                 |                                                        | 13,60                                                 | 20                                                |
|                 |                                                        | 13,74                                                 | 22                                                |

Результаты (табл. 8) показали, что измерение электропроводности вытяжек при температуре от 15 до 22° с приведением найденной удельной электропроводности к 18° из расчета изменения электропроводности на 2‰ на 1° дает практически удовлетворительные результаты.

При этом вследствие исключения операции приведения температуры вытяжки точно к 18° определение упрощается и измерение солености требует всего 1—2 мин.

Предлагаемый способ определения солености рыбы по электропроводности вытяжки был проверен на ряде товарных образцов соленой, вяленой и копченой рыбы. Вытяжки готовились настаиванием рыбы

с водой в течение 15 мин., включая отстаивание. В начале и через 5 и 10 мин. после начала опыта содержимое колб перемешивалось энергичным взбалтыванием в течение 1/2 мин. Навески рыбы брались в 5—10 г на объем в 250 мл и отвешивались на техно-химических весах с точностью до 0,01 г. Измерение электропроводности производилось в отстоянной вытяжке при комнатной температуре.

Результаты приведены в табл. 9.

Таблица 9

| Образцы                                       | Температура вытяжки при измерении электропроводности (в °С) | % NaCl по электропроводности | % NaCl титрованием по Мору |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Сазан малосол. . . . .                        | 18,4                                                        | 17,82                        | 18,06                      |
| Сулак мелкий соленый . . . . .                | 17,5                                                        | 19,25                        | 19,65                      |
| Пикша соленая (кляпфиск) . . . . .            | 20,0                                                        | 19,71                        | 19,69                      |
| Сельдь астраханская рядовая соленая . . . . . | 17,9                                                        | 17,00                        | 17,02                      |
| Вобла соленая . . . . .                       | 19,0                                                        | 17,00                        | 16,98                      |
| Иваси соленая . . . . .                       | 19,0                                                        | 15,44                        | 15,37                      |
| Нерка соленая (арамаки) . . . . .             | 17,0                                                        | 12,60                        | 12,63                      |
| Семга соленая . . . . .                       | 17,8                                                        | 8,60                         | 8,55                       |
| Балык белорыбий . . . . .                     | 16,2                                                        | 6,33                         | 6,27                       |
| Балык усачевый . . . . .                      | 17,2                                                        | 7,35                         | 7,39                       |
| Икра ястычная красной рыбы . . . . .          | 17,7                                                        | 7,35                         | 7,50                       |
| Треска горячего копчения . . . . .            | 17,1                                                        | 4,90                         | 4,51                       |
| Лещ горячего копчения . . . . .               | 17,0                                                        | 3,17                         | 2,91                       |
| Кефаль копченая . . . . .                     | 17,9                                                        | 8,59                         | 8,54                       |
| Вобла копченая . . . . .                      | 17,8                                                        | 11,40                        | 11,44                      |
| Сазан копченый . . . . .                      | 16,8                                                        | 13,33                        | 13,30                      |
| Сельдь дольская маринованная . . . . .        | 17,1                                                        | 3,30                         | 2,85                       |
| То же . . . . .                               | 17,1                                                        | 3,70                         | 3,20                       |

Как видно из таблицы, определение солености рыбы по электропроводности вытяжки дает для соленой, вяленой и копченой рыбы вполне удовлетворительные для практических целей результаты. Только для малосоленой рыбы горячего копчения с соленостью в 3—4% результаты по электропроводности получены несколько повышенные. Для маринованной сельди результаты получены значительно повышенные, что и следовало ожидать, так как в ней присутствуют уксусная кислота и ее соли.

Таким образом, предлагаемый способ определения солености по электропроводности водной вытяжки является вполне пригодным для определения поваренной соли в соленой, вяленой и копченой рыбе. Определение требует при наличии готовой пробы фарша 20—25 мин.

## Заключение

1. Электропроводность водных вытяжек из соленой рыбы (при разведении не свыше 1 : 10), натуральных тузлуков и отмочных вод находится в зависимости от содержания в них хлористого натрия и температуры, причем ничем не отличается от электропроводности чистых водных растворов хлористого натрия.

2. Измерение электропроводности водных вытяжек из рыбы, натуральных тузлуков и отмочных вод может применяться для определения поваренной соли в соленой, вяленой и копченой рыбе, натуральных тузлуках и отмочных водах.

3. Определение солености по электропроводности можно производить при любой комнатной температуре, внося при расчете поправочный коэффициент на температуру.

4. Вытяжки из соленой рыбы следует готовить из расчета соотношения рыбы к воде в пределах от 1:50 до 1:25, при длительности настаивания в течение 15 мин.

5. Применение метода определения солености рыбы по электропроводности вытяжки взамен титрования по Мору позволяет сократить длительность определения и дает экономию в расходовании материалов — азотнокислого серебра и фильтровальной бумаги, в большом количестве расходуемых при массовых определениях солености.

6. Определение концентрации хлористого натрия в водных вытяжках из рыбы, разведенных водой тузлуках и отмочных водах может быть выполнено с помощью любого прибора для измерения электропроводности жидкостей. Для упрощения определения на основании результатов настоящей работы сконструирован и изготовлен специальный прибор с непосредственным отсчетом результатов в процентах хлористого натрия, приспособлением для компенсации температуры и питанием от осветительной сети. В настоящее время прибор испытывается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Л. Сербиновская и М. А. Гриндель, Определение солености рыбных продуктов, „Труды ВНИРО“, т. VI, Москва, 1937.
  2. Каблуков, Гапон и Гриндель, Физическая и коллоидная химия, Москва, Сельхозгиз, 1937.
  3. Оствальд, Друкер и Лютер, Физико-химические измерения, Ленинград, ОНТИ, 1935.
  4. Конев Д., Быстрый способ определения поваренной соли в рыбной муке по электропроводности водной болтушки, „Рыбное хозяйство“, № 8, 1936.
  5. Landolt — Börnstein, Physikalisch—Chemische Tabellen, Berlin, 1923.
-

## SUMMARY

The electrical conductivity of brines, soaking waters and water extracts of salt fish were studied. It was stated that the electrical conductivity of these liquids depends on the content of sodium chloride and the temperature and differs in no respects from the electrical conductivity of pure water solutions of sodium chloride.

A method is described for determining the salt content of salted, dried and smoked fish; the salt is extracted by means of infusing minced fish with water (at a ratio of 1:50 to 1:25) during 15 minutes, and the electrical conductivity of the extract is measured at room-temperature.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| И. И. Харьков, Материалы к весовому и химическому составу китов . . .                                                                       | 3   |
| В. В. Колчев, Гигроскопичность рыбной муки и ее изменения в различных условиях . . . . .                                                    | 51  |
| В. В. Колчев, О. И. Шапиро. Уточнение процесса переработки медицинского трескового жира . . . . .                                           | 73  |
| И. М. Маршак, Дальнействующий прибор для контроля температуры мяса рыбы на разных стадиях ее обработки копчением и замораживанием . . . . . | 89  |
| И. М. Маршак, Определение солености рыбы по электропроводности тканей . . . . .                                                             | 101 |
| Т. И. Макарова, Применение измерения электропроводности для определения солености рыбных продуктов . . . . .                                | 131 |

## CONTENTS

|                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| J. Kharkov, On the weight and chemical composition of whales . . . . .                                           | 3   |
| V. Kolchev, Hygroscopicity of fish meal and its changes according to storage conditions . . . . .                | 51  |
| V. Kolchev and O. Shapiro, A modification of the process of treatment of medical cod-liver oil . . . . .         | 73  |
| J. Marshak, A distant action thermometer for fish products . . . . .                                             | 89  |
| J. Marshak, Determining the salt content of fish by the electrical conductivity of the tissues . . . . .         | 101 |
| T. Makarova, Measurements of electrical conductivity for determining the salt-content of fish-products . . . . . | 131 |

*Цена в переплете 11 руб.*

---

|                                       |                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| Редакторы Э. А. Сикко и Р. И. Калменс | Спец. редактор В. В. Колчев        |
| Тех. редактор С. В. Флоринский        |                                    |
| Пост. в произв. 17/XI 1939 г.         | Подп. в печ. 15/VI 1940 г.         |
| Индекс Изд-ва ППП 14-3 № Изд-ва 73    | $1/16$ 72×105 62 440 зн. в 1 п. л. |
| 9 п. л. 13,1 авт. л.                  | 14,05 уч. авт. л.                  |
| Уполн. Мособлгорлита Б-9106           | Заказ 3415                         |
|                                       | Тираж 1000                         |

---

Типография „Красное знамя“, Москва, Суцевская, 21.