

## ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛКОВОГО ПРЕПАРАТА ИЗ МЯСА РЫБ ТРЕСКОВЫХ ПОРОД

Ст. научный сотрудник Н. И. Рехина  
Лаборатория жиров ВНИРО

Значительное количество рыбы малоценной в пищевом отношении вследствие малых размеров, низкой жирности и большой костистости (пертуй, сайка, мойва, ерш и др.) в настоящее время направляют для выработки кормовых или технических продуктов. Учитывая, что данное сырье представляет богатейший источник полноценного животного белка, мы задались целью изыскать новые способы его использования. Мы полагаем, что, применив обработку рыбы растворами химических веществ, возможно выделить из нее полноценные белки и получить белковый концентрат, который мог бы найти широкое применение в разных отраслях промышленности, общественном и лечебном питании. В связи с этим, обработка рыбы должна включать следующие основные этапы:

1. Отделение мышечной ткани рыбы от костей.
2. Удаление межмышечных соединительнотканых белковых веществ и выделение из мышечной ткани полноценных белков.
3. Дезодорация и обезжиривание полученных мышечных белков.

Опыты по получению белкового препарата вначале проводили на тресковом филе.

Для опытов было взято мороженое тресковое филе следующего состава: влага 79%, белок ( $N \times 6,25$ ) 17,9%, жир 1%, зола 1%.

Филе оттаивали, освобождали от кожи и измельчали в мясорубке.

Для удаления соединительнотканых белков типа коллагена и эластина, находящихся в мышечной ткани рыбы, мы применили обработку слабыми растворами уксусной кислоты. Уксусная кислота, обладая гидролитической способностью в отношении коллагена и эластина, менее денатурирует белок, чем минеральные кислоты, и, как органическая кислота, более соответствует пищевому назначению готового продукта.

Обработка измельченной мышечной ткани трески растворами уксусной кислоты проводилась при нагревании. В разных опытах было испытано разное соотношение мяса рыбы и раствора кислоты, нагревание проводилось различное время при разной температуре.

Растворы уксусной кислоты применялись концентрацией от 0,15 до 0,90%.

В табл. 1 приведены некоторые данные, характеризующие процесс разрушения соединительнотканых белков и переход азота коллагена в раствор при уксуснокислой обработке мышечной ткани.

Наблюдения за изменением содержания аминного азота в уксуснокислом растворе, отделенном от мышечной ткани, показали (табл. 2), что увеличение длительности обработки массы раствором кислоты заданной концентрации с 1 часа 20 минут до 1 часа 50 минут не способствует гидролизу белков.

При обработке уксусной кислотой мышечная ткань внешне сильно изменяется, теряет клейкость и расслаивается на отдельные волокна.

Промытая водой до удаления следов уксусной кислоты и отпрессованная для удаления влаги масса представляет полусухие мелкие волокна, имеющие специфический рыбный запах. Влажность массы около 50%.

Таблица 1

| Номера опытов | Продолжительность обработки | Содержание общего азота (в %) | Содержание коллагенового азота (в %) |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 1             | 1 час. 20 минут             | 0,26                          | 0,25                                 |
| 2             | 1 " 30 "                    | 0,30                          | 0,16                                 |
| 3             | 1 " 40 "                    | 0,26                          | 0,15                                 |
| 4             | 1 " 50 "                    | 0,30                          | 0,16                                 |

Таблица 2

| Номера опытов | Номера проб | Продолжительность обработки | Содержание аминного азота в растворе (в мг %) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|
| 1             | 1           | 1 час. 20 минут             | 44,8                                          |
|               | 2           | 1 " 30 "                    | 50,4                                          |
|               | 3           | 1 " 40 "                    | 49,0                                          |
|               | 4           | 1 " 50 "                    | 50,4                                          |
| 2             | 1           | 1 час. 20 минут             | 65,8                                          |
|               | 2           | 1 " 30 "                    | 64,4                                          |
|               | 3           | 1 " 40 "                    | 65,8                                          |
| 3             | 1           | 1 час. 20 минут             | 49,0                                          |
|               | 2           | 1 " 30 "                    | 47,6                                          |
|               | 3           | 1 " 40 "                    | 46,4                                          |
|               | 4           | 1 " 50 "                    | 43,6                                          |

Для удаления из массы веществ, придающих ей специфический рыбный запах, была применена обработка ее спиртом. Влажную массу обрабатывали последовательно 2—3 порциями спирта при умеренном нагревании (60°), спиртовые вытяжки сливали. После такой обработки масса утратила рыбный запах и обезвоживалась. Это позволило нам в дальнейшем применять спирт также для обезжиривания массы. Применять какие-либо другие растворители для экстракции жира, как, например, дихлорэтан, бензин, мы не сочли возможным, имея в виду трудность удаления остатков этих растворителей из белковой массы и пищевое назначение последней.

Экстракцию жира спиртом производили обычным образом в аппарате Сокслета. Экстракция до полного удаления жира длится 3—5 часов в зависимости от полноты обезжиривания материала.

Полученный на данной стадии продукт представляет концентрат мышечных белков в виде тонких сухих волокон светлосерого цвета, без запаха и вкуса. Содержание белка ( $N \times 6,25$ ) в продукте (в пересчете на сухое вещество) около 95%. Продукт практически нерастворим в воде (растворимость равна 1,5%).

Для перевода продукта в растворимое состояние он был подвергнут обработке щелочью при нагревании. Данная операция имела целью получение соединений белка типа щелочных альбуминатов, которые при наличии небольшого избытка щелочи могут быть растворимы в воде. Изыскивая условия щелочной обработки продукта, мы провели многочисленные опыты с растворами едкого калия и натра разной концентрации. Испытывались также разные соотношения продукта и растворов щелочи, различная температура и длительность нагревания. При обработке раствором щелочи продукт вначале быстро набухал, а затем постепенно растворялся, причем образовывался опалесцирующий раствор от желтого до коричневого цвета. Растворение продукта требует нагревания до 65° и практически завершается в течение 3 часов. Раствор содержал обычно небольшой осадок, состоящий из случайно попавших в исходный мясной фарш мелких костей и кусочков кожи, а также продуктов конденсации белка типа шиффовых оснований. Последние образуются, повидимому, в процессе щелочной обработки в результате взаимодействия аминокислот с сахарами.

Избыток щелочи в растворе нейтрализовали уксусной кислотой до pH 7,2—7,3.

Нейтрализованный раствор упаривали на водяной бане в стеклянных чашках до желеобразного состояния, затем остаток высушивали в вакуум-сушилке и растирали в ступке в порошок. Полученные после щелочной обработки препараты белка подвергали анализу, причем определяли растворимость их в воде и содержание различных форм азота. Препараты белка, полученные с применением едкого калия, имели значительно меньшую растворимость (24—27%), чем приготовленные с едким натром (96—100%); поэтому в дальнейших работах от применения едкого калия мы отказались. Препараты, приготовленные с едким натром, оказались практически полностью растворимы в воде.

Как видно из табл. 3, почти все образцы препарата отличаются высоким содержанием белка.

Таблица 3

| Номера проб | Концентрация раствора NaOH (в %) | Соотношение раствора NaOH и белковой массы | Характеристика готового продукта |                                |      |                      |                |            |                       |              |
|-------------|----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------|----------------------|----------------|------------|-----------------------|--------------|
|             |                                  |                                            | растворимость в воде (в %)       | влаги                          | зола | сырой белок (N×6,25) | истинный белок | общий азот | экстрактивный азот    | аминный азот |
|             |                                  |                                            |                                  | в % на воздушно-сухое вещество |      |                      |                |            | в % на сухое вещество |              |
| 1           | 4,8                              | 1:5                                        | 100,9                            | 7,9                            | 17,2 | 64,3                 | 42,0           | 10,3       | 3,7                   | 1,09         |
| 2           | 4,5                              | 1:5                                        | 95,0                             | 10,8                           | 16,9 | 65,5                 | 44,4           | 10,5       | 5,1                   | 1,01         |
| 3           | 3,1                              | 1:5                                        | 99,3                             | 9,7                            | 12,5 | 72,5                 | 52,9           | 11,6       | 3,6                   | 0,48         |
| 4           | 2,5                              | 1:5                                        | 97,5                             | 9,3                            | 11,8 | 76,2                 | 62,5           | 12,2       | 2,8                   | 0,22         |
| 5           | 2,3                              | 1:5                                        | 96,9                             | 8,9                            | 11,5 | 79,4                 | 67,0           | 12,7       | 2,7                   | 0,17         |
| 6           | 2,0                              | 1:5                                        | 97,0                             | 6,8                            | 11,1 | 79,4                 | 62,5           | 12,7       | 2,5                   | 0,20         |
| 7           | 1,8                              | 1:5                                        | 92,6                             | 6,1                            | 10,7 | 79,4                 | —              | 12,7       | 2,3                   | 0,20         |
| 8           | 1,2                              | 1:5                                        | 53,4                             | 5,5                            | 9,9  | 80,6                 | 69,2           | 12,9       | 2,0                   | 0,13         |

Небольшое содержание аминного и экстрактивного азота в препарате говорит о том, что распад белка до полипептидов и аминокислот происходит в незначительной степени.

Готовый белковый препарат представляет тонкий порошок светлосерого цвета, без запаха, слегка соленый на вкус. Выход препарата



в лабораторных условиях составил 13% от веса сырья. Химический состав препарата: влага 8%, белок ( $N \times 6,25$ ) 76,9%, жир 0,7%, зола 10,7%.

Характерная особенность препарата та, что он хорошо растворим в воде и не свертывается при кипячении раствора. Раствор препарата в воде при взбалтывании образует высокую и стойкую пену.

Пенообразующая способность полученного белкового препарата, определенная стандартным методом, принятым для яичного белка, оказалась равной 180—200%, т. е. выше установленной для яичного белка (140—160%).

Для выяснения полноценности полученного белкового препарата было проведено определение аминокислотного состава его в сравнении с исходным сырьем — тресковым филе. При анализе определяли содержание шести наиболее важных аминокислот, а именно: аргинина, гистидина, триптофана, тирозина, цистина и лизина. Методика определения указанных аминокислот, а также выделения белка из трескового филе для определения его аминокислотного состава были нами заимствованы в Лаборатории белка Института питания Академии медицинских наук СССР.

Определение цистина производили по методу Фолина, основанному на восстановлении цистина в цистеин и свойстве цистеина давать голубое окрашивание с фосфорновольфрамовой кислотой. Содержание цистина определялось колориметрическим путем. Содержание тирозина определяли также колориметрическим путем, пользуясь свойством тирозина давать красное окрашивание при кипячении с сернокислой окисью ртути и последующем прибавлении азотнокислого натрия.

Триптофан определяли колориметрически, основываясь на свойстве триптофана и производных индола давать сине-фиолетовое окрашивание при окислении нитритом в присутствии крепкой соляной кислоты и формальдегида.

Для определения диаминокислот использовался, в основном, метод Каветте, основанный на осаждении аргинина, гистидина, лизина и цистина фосфорновольфрамовой кислотой, растворении осадка в щелочи и последующем определении в растворе аргинина (по количеству аммиака, выделившемуся при кипячении раствора с концентрированной щелочью), гистидина и цистина (колориметрически), лизина (по разности между общим азотом раствора диаминокислот и суммой азота аргинина, гистидина и цистина).

Данные, полученные при определении аминокислотного состава белкового препарата и мяса трески, приведены в табл. 4; для сравнения в табл. 4 приведены сведения об аминокислотном составе белка куриного яйца по данным Института питания Академии медицинских наук СССР.

Таблица 4

| Наименование образца                  | В % к общему азоту |          |       |         |           |         |
|---------------------------------------|--------------------|----------|-------|---------|-----------|---------|
|                                       | цистин             | гистидин | лизин | тирозин | триптофан | аргинин |
| Белковый препарат из трески . . . . . | 13,45              | 2,19     | 11,57 | 1,80    | 2,12      | 1,02    |
| Мясо свежей трески . . .              | 13,66              | 2,16     | 11,62 | 1,84    | 1,49      | 1,12    |
| Белок куриного яйца . . .             | 11,4               | 3,2      | 7,5   | 2,0     | 2,2       | 2,1     |

Как видно из табл. 4, полученный нами белковый препарат по своему аминокислотному составу весьма близок белку мышечной ткани свежей трески и отличается лишь несколько повышенным содержанием

триптофана. Таким образом, можно считать, что принятая обработка мяса рыбы для выделения мышечного белка не вызывает существенного изменения последнего.

Сопоставление аминокислотного состава белка куриного яйца и нашего белкового препарата указывает на высокую пищевую ценность последнего.

Белковый препарат как пенообразователь испытывался в лаборатории Всесоюзного научно-исследовательского института кондитерской промышленности при изготовлении сбивных конфет и халвы. Испытание показало, что белковый препарат с успехом можно применять взамен сухого яичного белка и представляет интерес для кондитерской промышленности.

Основываясь на положительных результатах испытаний препарата, мы провели проверку разработанной технологии получения его в производственных условиях. Промышленное испытание производилось в опытном цехе Мосрыбкомбината группой работников в составе Н. И. Рехиной, В. В. Дорменко, Л. Л. Лагунова и Н. Е. Сафьяновой. При промышленной проверке в технологическую схему получения белкового препарата были внесены некоторые уточнения и изменения. В частности, для промывки массы после обработки уксусной кислотой и отделения из нее избытка влаги было применено центрифугирование. Была уточнена техника выполнения отдельных операций. Для получения сухого препарата из щелочного раствора была применена сушка последнего (после нейтрализации) в распылительной сушилке. Технологическая схема получения белкового препарата, уточненная в результате промышленной проверки, показана ниже.

При работе в производственных условиях в качестве сырья были использованы мороженое тресковое филе, а также потрошенная и обезглавленная свежемороженая и соленая треска. Соленую треску предварительно отмачивали в воде в течение 18—19 часов, потрошеную мороженую рыбу и соленую рыбу после отмачивания использовали в целом виде без предварительного филетирования.

Выход белкового препарата в производственных условиях составил 10% от веса сырья, т. е. оказался ниже, чем при лабораторных опытах, что объясняется недостаточным совершенством примененного оборудования.

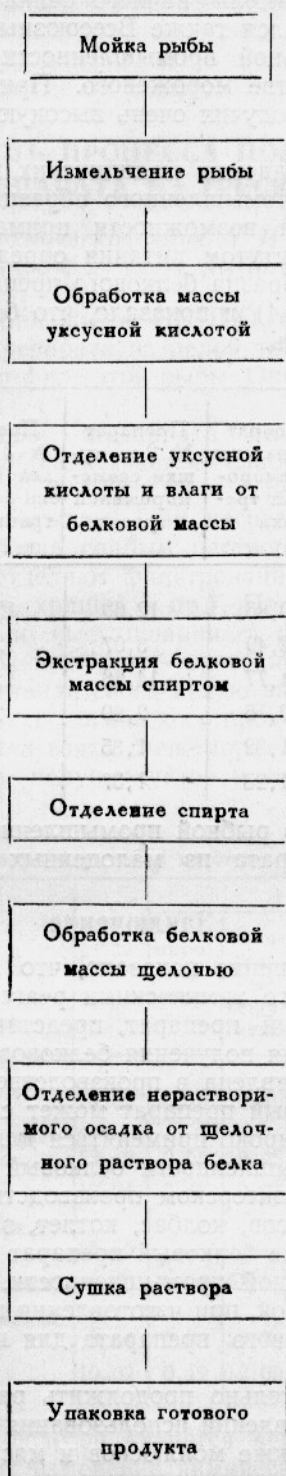
Приготовленный в производственных условиях белковый препарат внешне не отличался от полученного в лаборатории, имел хорошую растворимость (95—100%) и высокую пенообразующую способность (190—200%). Химический состав образцов препарата, полученных из разного сырья — трескового филе, потрошенной свежемороженой и соленой трески, несколько отличался (табл. 5)<sup>1</sup>. Препарат из соленой трески имел пониженное содержание белка и повышенную зольность вследствие наличия в нем некоторого количества поваренной соли.

Таблица 5

| И с х о д н о е   с ы р ь е            | С о с т а в   ( в   % ) |       |     |      |
|----------------------------------------|-------------------------|-------|-----|------|
|                                        | влага                   | белок | жир | зола |
| Мороженое филе . . . . .               | 8,5                     | 81,3  | 0,2 | 9,5  |
| Потрошенная мороженая треска . . . . . | 9,9                     | 76,2  | 0,2 | 12,6 |
| Потрошенная соленая треска . . . . .   | 9,2                     | 60,1  | 0,2 | 23,0 |

<sup>1</sup> По данным Юдицкой А. И.

Технологическая схема получения белкового препарата





Белковый препарат, полученный в производственных условиях, был передан на ряд кондитерских фабрик («Красный Октябрь», «Ударница» и «Марат»), где испытывался при производстве различных кондитерских изделий в качестве заменителя яичного белка и экстракта мыльного корня. Препарат испытывался также Всесоюзным научно-исследовательским институтом холодильной промышленности в качестве заменителя желатины<sup>1</sup> при производстве мороженого. При указанных испытаниях продукт во всех случаях получил очень высокую оценку и был рекомендован к внедрению.

Институт питания Академии медицинских наук СССР, исследовавший пищевые качества промышленного образца белкового препарата, дал заключение о полной возможности применения его для пищевых целей. Проведенное Институтом питания определение аминокислотного состава промышленного образца белкового препарата (табл. 6) подтвердило наши данные (табл. 4) и показало, что белковый препарат имеет высокую пищевую ценность.

Таблица 6

| Название аминокислот | Препарат № 1 из мяса свежемороженой трески | Препарат № 2 из тушки свежемороженой трески | Препарат № 3 из соленой трески без внутренних | Препарат № 4 из свежемороженой трески обезжиренной диалогатом | Белок куриного яйца |
|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|
| Аргинин . . . . .    | 10,86                                      | 12,68                                       | 13,24                                         | 12,42                                                         | 11,4                |
| Гостицин . . . . .   | 2,49                                       | 3,07                                        | 2,78                                          | 2,78                                                          | 3,2                 |
| Лизин . . . . .      | 14,77                                      | 14,86                                       | 12,69                                         | 12,0                                                          | 7,5                 |
| Тирозин . . . . .    | 2,16                                       | 2,20                                        | 2,18                                          | 2,25                                                          | 2,0                 |
| Триптофан . . . . .  | 1,32                                       | 1,35                                        | 1,81                                          | 1,76                                                          | 2,2                 |
| Цистин . . . . .     | 1,23                                       | 1,37                                        | 1,53                                          | 1,46                                                          | 2,1                 |

В настоящее время в рыбной промышленности организуется производство белкового препарата из малоценных тресковых рыб (пертуй, минтай).

### Заключение

Проведенное исследование показало, что из мяса рыб тресковых пород путем обработки его химическими реагентами может быть получен полноценный белковый препарат, представляющий концентрат мышечных белков. Технология получения белкового препарата не сложна и легко может быть осуществлена в производственных условиях.

Предлагаемый белковый препарат может служить хорошим заменителем яичного белка и широко применяться для пищевых и технических целей. В пищевой промышленности белковый препарат может применяться в пекарном и кондитерском производстве, при изготовлении мороженого, майонезов, соусов, колбас, котлет, запеканок и других кулинарных изделий. В технике белковый препарат может найти применение в текстильной и кожевенной промышленности, в производстве синтетических смол, лаков и красок, при изготовлении пенотушителей. Возможно также применение белкового препарата для изготовления питательных бактериологических сред.

В дальнейшем желательно продолжить работы по получению белкового препарата в направлении использования для этой цели различных видов мелкой рыбы, а также моллюсков и мяса морских животных.

<sup>1</sup> Желатина применяется в производстве мороженого как стабилизатор эмульсии.