

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ВНИРО)

На правах рукописи

УДК 664.951.014:577.112

---

КАСТРО РАМОС АННА РОСА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ  
ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ИЗОЛЯТОВ

Специальность: 05.18.04 -  
Технология мясных, молочных и  
рыбных продуктов

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва - 1987

к

Работа выполнена в лабораториях кафедры технологии рыбных продуктов и общей аналитической химии Астрыбвуза и в лабораториях физико-химических исследований ВНИРО.

Научный руководитель: доктор технических наук,  
Кривич В.С.

Официальные оппоненты:

1. доктор биологических наук, профессор Смирнова Г.А.
2. кандидат биологических наук Новикова М.В.

Ведущая организация Гипрорыбфлот

Защита диссертаций<sup>1</sup> состоится " 6 " XI 1987г.  
на заседании специализированного совета К II7 ОI ОI при Всесоюзном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) по адресу: Москва IO7I40, В.Красносельская, 17.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИРО.

Авторефер.

Ученый секретарь  
специализирс  
к.т.н.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Проблема белкового питания очень остро стоит в Республике Мексике, что объясняется, с одной стороны, недостаточным развитием животноводства и рыболовства, а с другой — социальными причинами.

В то же время в водах Атлантического и Тихого океанов, прилегающих к Мексике, имеются значительные запасы рыбы и нерыбных объектов, в частности, креветок. Однако использование объектов промысла для производства пищевых продуктов в условиях Мексики в настоящее время затруднено из-за сложностей их доставки в отдаленные районы страны.

Эта проблема решается путем производства различных видов консервов из океанических рыб. Однако сегодня, из-за высокой стоимости, данный вид продукции остается недоступным для большей части населения страны.

Таким образом, решить проблему улучшения баланса питания и доли белковых продуктов в рационе населения возможно путем использования мелкого океанического сырья, имеющего низкую стоимость, с применением технологических схем, которые дают возможность выделять только белки как добавки к различным продуктам для повышения их биологической ценности.

Исследования производства рыбных белковых концентратов в различных странах ведутся давно по различным технологиям, однако везде сталкиваемся с одним и тем же основным недостатком — высокой ценой полученного продукта при низком качестве. Поэтому РБК и другие белковые препараты, изоляты и др. в настоящее время в массовом количестве не производятся. Высокая стоимость вышеперечисленных продуктов объясняется необходимостью обезжиривать продукт органическими растворителями, в частности, изопропиловым спиртом, что является в настоящее время нерентабельным из-за сложностей, связанных с регенерацией экстрагента. При этом тип растворителя оказывает очень малое влияние на затраты.

Предлагаемые методы получения изолятов условно можно разделить на три группы: физические, химические и биохимические. Однако основной проблемой всех методов является необходимость отделения липидов от белка. Как было сказано, для этой цели применяются органические растворители, перечень которых для использования в пищевой промышленности очень ограничен. Кроме того, их применение приводит к дополнительным материальным затра-

ВНИРО  
№ 1215



там.

**Цель работы.** Разработка технологии и интенсификация процесса обезжиривания при получении белковых препаратов (изолятов) из каспийской анчоусовидной кильки.

**Задачи работы:**

1. Исследовать возможность выделения белков из мышечной ткани каспийской кильки водными растворами электролитов с различным значением pH и выявить влияние способов экстракции на выход и функциональные свойства белкового препарата.

2. Исследовать полноту экстракции липидов из полуфабриката белкового изолята бинарными системами органических растворителей с добавками неионогенных поверхностно-активных веществ.

3. Выявить влияние бинарных смесей органических растворителей с добавками неионогенных поверхностно-активных веществ на качественное состояние экстрагируемых липидов.

4. Разработать технологическую схему получения белковых изолятов с высокими функциональными свойствами с применением бинарных смесей органических растворителей с добавками неионогенных поверхностно-активных веществ.

**Обоснование:** Выбор сырья обусловлен тем, что производство пищевой продукции из такой мелкой рыбы, как анчоусовидная килька, весьма трудоемко, а использование ее для производства кормовой муки нерационально. В то же время запасы анчоусовидной кильки велики и относительно стабильны.

Анчоусовидная килька, являясь морской рыбой по химическому и массовому составу, а также по условиям жизни и режиму питания, соответствует некоторым видам морских рыб Мексики.

**Научная новизна:** Предложена технология получения обезжиренных белковых фракций (изолятов) из мышечной ткани каспийской кильки (*Clupeonella engrauliformis*) путем последовательного растворения в воде, HCl, NaOH измельченной мышечной ткани. При получении изолятов был проведен ряд экспериментов по изучению действия ПАВ на извлечение липидов экстракцией смесью органических растворителей различной полярности с добавками поверхностно-активных веществ со значениями гидрофильно-липофильного баланса от II до I5.

**Практическая значимость.** Разработанная технологическая схема получения белковых изолятов позволяет интенсифицировать процесс выделения липидов при одновременном улучшении качества (функциональных свойств) готового продукта.

**Апробация работы.** Основные разделы диссертации доложены и получили одобрение на заседаниях межкафедральной научной секции (Астрыбтуза), (1983, 1984, 1985, 1986 гг.) и на преподавательской конференции Астрыбтуза (1986, 1987 гг.).

**Публикации.** По теме диссертации приняты к опубликованию в журнале "Пищевая технология" 3 статьи.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, экспериментальной части, включающей 4 главы, выводов, списка литературы, состоящей из 232 наименований, в том числе 112 иностранных и приложений. Работа содержит 172 страницы машинописного текста, 12 рисунков и 27 таблиц. В приложении помещены расчет погрешности опытов и копии акта дегустации, которую производили на межкафедральной научной секции Астрыбтуза.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В обзоре литературы представлены данные, которые характеризуют природу, структуру и свойства мышечных белков, небелковых азотистых веществ мышечной ткани рыб. Рассматриваются и анализируются способы производства белковых рыбных концентратов, гидролизатов и изолятов в исследованиях советских и зарубежных авторов. Обобщены способы обезжиривания различными органическими экстрагентами и новый способ обезжиривания с помощью НПAB, который используется для различных целей в отраслях народного хозяйства. Показано использование изолятов в пищевых целях.

### 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования выбрана анчоусовидная каспийская килька (*Clupeonella engrauliformis*) в виде тушки, выловленная в июне и октябре 1984 г. Химический состав и некоторые морфологические характеристики представлены в таблице I.

Таблица 1  
Химический состав и морфометрическая характеристика  
каспийской анчоусовидной кильки

Вид рыб	Промысловая длина (см)	Масса (г)	Влага (%)	Жиры (%)	Азотистые вещества (%)	Минеральные вещества (%)
Анчоусовидная килька	8,3-11,9	4,0-9,6	73,3-74,5	3,5-4,8	17,5-18,7	2,5-3,0

Исследовалось изменение общего липидного и жирнокислотного состава липидов, экстрагированных из сырья методом Фолча (1957г.). Фракционный состав и жирнокислотный состав липидов представлен в таблицах 2 и 3.

Таблица 2  
Фракционный состав липидов анчоусовидной  
каспийской кильки

Сырье	Время вылова	Фракция липидов (в %)					Фосфолипиды
		Эфирные стеринсы	Триглицериды	Свободные жирные кислоты	Стероиды	Моноглицериды+диглицер.	
Июнь (1984г.)		7,7	61,6	5,2	6,6	4,2	14,7
Октябрь (1984г.)		13,0	53,4	16,7	3,9	Сл.	13,0

Таблица 3  
Общий жирнокислотный состав липидов  
анчоусовидной каспийской кильки (в %)

Сырье	Время вылова	Кислоты (КОД)							
		C14:0	C15:0	C15:1	C16:0	C16:1	C16:2	C16:3	C17:1
Июнь (1984г.)		3,5	0,5	0,5	0,2	0,3	6,2	23,2	1,7
Октябрь (1984г.)		2,8	0,5	0,5	0,2	1,7	4,6	19,8	2,3

Продолжение таблицы 3

Сырье	Время вылова	Кислоты (КОД)							
		C17:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:6	
Июнь (1984г.)		0,6	-	2,6	2,4	25,2	4,8	7,3	16,1
Октябрь (1984г.)		0,7	0,6	1,9	2,4	24,4	5,1	7,2	19,9

Продолжение таблицы 3

Сырье	Время вылова	Кислоты (КОД)		
		C22:0	C24:0	Неид.
Июнь (1984 г.)		0,4	1,5	3,0
Октябрь (1984 г.)		0,5	1,7	3,2

После дефростации тушки кильки измельчали на мясорубке с диаметром отверстия 2,5 мм и приготавливали из нее 3 разных белковых фракции в водном, кислотном и щелочном растворах в зависимости от следующих параметров: продолжительность настаивания, степень разведения фарша водой и растворами кислоты и щелочи, оптимальность которых была выявлена из литературных данных и проведенного предварительного эксперимента. Для установления функциональной зависимости выхода продукции от соответствующих параметров проводилось изучение каждого из них отдельно.

Описанный процесс растворения следует вести с целью выявления максимального выхода белка. Количество белка определялось по разности количества общего азота и небелкового азота.

Сырье, как и полученный продукт, анализировались на содержание влаги согласно ГОСТу - 13930-69, жира по ГОСТу - 13893-68, зола по ГОСТу - 7636-55 и общего азота по методу Несслера (1984г.).

Исследовались также следующие характеристики выделенных белковолипидных комплексов:

- фракционный состав липидов (методом разделения хроматографией в тонком слое);



- жирнокислотный состав липидов (метод газохроматографического анализа на хроматографе "ЯНАКО-3800");
- аминокислотный состав (жидкостная хроматография на анализаторе фирмы "HITACHI 835");
- функциональные свойства белковых фракций (степень набухания, относительная вязкость, стойкость эмульсии).

Вышеперечисленные исследования необходимы для выявления пищевой ценности готового продукта (белкового изолята), а также путем интенсификации процессов выделения липидов экстракционным способом. Решить эти проблемы, по-видимому, возможно путем введения в бинарные системы органических растворителей водорастворимых поверхностно-активных веществ на основе окиси этилена, ведущих к понижению мембранного натяжения и образованию мицеллярных структур, в которых возможна дополнительная сольбилизация полярных фракций липидов.

Из обширного класса немоногенных ПАВ исследовались растворы оксипропилированных производных эфиров ангидросорбита и алифатических кислот (твин-20, твин-40, твин-60), т.к. уже сегодня вышеприведенные вспомогательные вещества используются в СССР в медицинской промышленности, а за рубежом и в пищевой промышленности, как ингредиенты лекарственных форм, эмульгаторы жиров и т.д., благодаря высокой эмульгирующей и сольбилизирующей способности, безвредности и доступности.

Полученные белковые изоляты из каспийской анчоусовидной кильки вводились как белковые добавки в различные пищевые продукты (колбасы, кондитерские изделия) с целью выявления органолептических показателей и определения сферы применения.

#### IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При изыскании метода выделения из фарша (анчоусовидной кильки) азотсодержащих веществ использован способ, который позволяет растворить измельченные тушки в воде, растворах соляной кислоты и гидроксида натрия. Нами получены три фракции белков: водорастворимая, кислоторастворимая и щелочерастворимая в зависимости от следующих параметров: соотношение фарша и растворителя, время обработки и концентрация электролита.

##### 4.1. Соотношение фарша и растворителя

В результате изучалось влияние соотношения фарша и раствори-

теля для каждой белковой фракции, которое находилось в следующих пределах; для водорастворимой фракции белков 1:1, для кислоторастворимой фракции белков - 5:1 и для щелочерастворимой фракции белков - 2,5:1.

В растворе до и после осаждения определяли концентрацию белкового азота к общему его содержанию. На основании полученных данных (рис.1) видно влияние количества растворителя на выход азотсодержащих веществ. При увеличении соотношения растворителя к отношению фарша, то есть при уменьшении доли фарша в растворе, выход белка растет.

Однако этот рост не прямо пропорционален увеличению количества растворителя: водорастворимая фракция белков переходит в раствор почти полностью при наименьших количествах воды; кислоторастворимая фракция начинает выделяться при соотношении не меньше 0,4 (1,5:1), а при соотношении 5:1 (0,166) практически больше не растворяется. То есть каждая фракция белков характеризуется наличием функциональных групп основного и кислого характера, что было отмечено в литературном обзоре. Эти группы влияют на способность белков растворяться в том или ином растворителе.

##### 4.2. Осаждение белков

Водорастворимая фракция. Наиболее полный выход имеет место при нагревании. При этом изменяются природные свойства белков, нарушается нативная структура белка, т.е. имеет место денатурация. Практически денатурация происходит при 80°C, когда достигается осаждение около 90% белкового азота (Б.А.) от общего количества азота, а остальное количество Б.А. осаждается при 100°C.

Кислоторастворимая фракция. Осаждение фракции белка производилось путем изменения pH раствора с помощью 10%-го водного раствора NaOH. Содержание осажденного белкового азота определялось путем сравнения количества белкового азота до и после осаждения. Максимальный выход белка имел место в изоэлектрической точке, pH которой равен 4,85 (рис.2).

Щелочерастворимая фракция. Осаждение щелочерастворимых белков производили путем изменения pH раствора с помощью водного раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  10%-ой концентрации. Содержание осажденного белкового азота определялось также, как в кислоторастворимой фракции. В этом случае изоэлектрическая точка находилась в области pH равного 5,15 (рис.3).

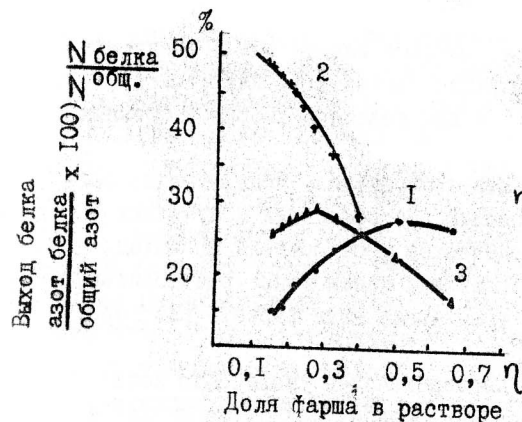


Рис. 1. Зависимость выхода белка от соотношения фарша в растворе

$\eta = \frac{B}{a + B}$ ,  
 а - массовая доля растворителей;  
 Б - массовая доля фарша;  
 $\eta$  - доля фарша в растворе  
 1 - водорастворимая фракция;  
 2 - кислоторастворимая фракция;  
 3 - щелочерастворимая фракция

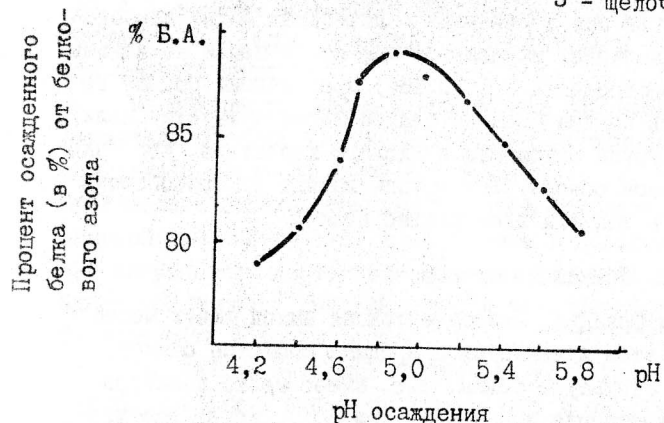


Рис. 2. Зависимость выхода белка от рН осаждения кислоторастворимых белков

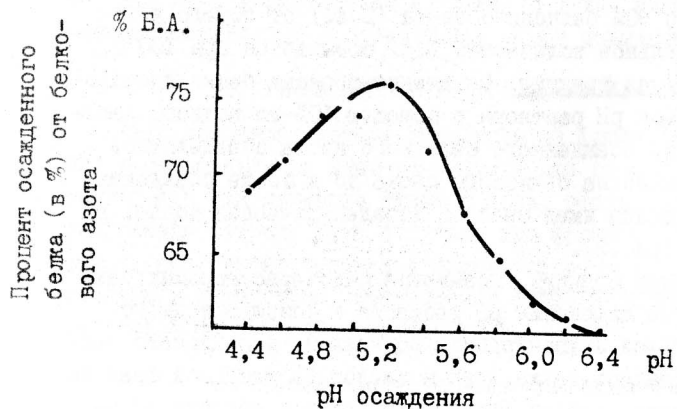


Рис. 3. Зависимость выхода белка от рН осаждения щелочерастворимых белков

Отсюда можно сделать вывод о том, что в изоэлектрической точке суммарный заряд белков, обладающих амфотерными свойствами, равен нулю, поэтому они выпадают в осадок с наибольшим выходом.

4.3. Исследование химического состава фарша и фракций белков

Как следует из данных общего химического состава водно-кислото- и щелочерастворимой фракций белков, представленных в таблице 4, содержание в пересчете на 100 г сухого продукта резко увеличивается в зависимости от способа выделения (водорастворимая фракция - 4,0±0,3%; кислоторастворимая фракция - 8,0±1,3% и щелочерастворимая фракция - 12,0±0,4%). Таким образом, столь высокое содержание липидов в полуфабрикате белкового изолята подтверждает необходимость обязательного выделения липидов с целью получения продукта, отвечающего по своим органолептическим показателям целевому направлению - получению высокобелковых пищевых добавок без запаха и вкуса.

Таблица 4

Химический состав фарша и фракций белков в пересчете на сухое вещество

Фракция белков	Жирность ( $\bar{x} \pm \epsilon_{\alpha}$ ), %	Белок x 6,25 ( $\bar{x} \pm \epsilon_{\alpha}$ ), %	Минеральные в-ва ( $\bar{x} \pm \epsilon_{\alpha}$ ), %
Фарш	18,0 ± 0,4	70,3 ± 0,8	11,2 ± 0,8
Водорастворимая фракция	4,0 ± 0,3	94,5 ± 1,7	1,4 ± 0,5
Кислоторастворимая фракция	8,0 ± 1,3	90,0 ± 1,5	2,0 ± 0,6
Щелочерастворимая фракция	12,0 ± 0,4	85,1 ± 1,2	2,9 ± 0,3

Для определения выхода белка в фракциях белковолипидных комплексов в зависимости от способа выделения нами рассчитывалось количество белка в фарше и, соответственно, в белковых фракциях, из чего следует, что из 100 г сухого обезжиренного фарша с водорастворимой фракцией выделяется 21,7 г белка, кислоторастворимой - 25,0 г, щелочерастворимой - 18,46 г при одновременном увеличении содержания липидов. При этом данная технология выделения белка не дает 100%-ый выход, так как 5,09 г (~ 7,2%) белка адсорбируется на твердой фазе (кости) (~ 1,0 г)



и выделяется вместе с небелковым азотом (4,05 г).

#### 4.4. Определение аминокислотного состава белковых фракций

При исследовании аминокислотного состава белковолипидных комплексов видно, что белковые фракции хорошо сбалансированы по аминокислотному составу, то есть в белковых фракциях содержатся важнейшие аминокислоты в значительных количествах (таблица 5).

И можно сказать, что полученный нами продукт является высокопитательным, т.к. сумма незаменимых аминокислот составляет для всех фракций 46,7-51,2%.

Таблица 5

Аминокислотный состав белковолипидных комплексов

Аминокислота	Фракция белков в %		
	Водораст-воримая	Кислотораст-воримая	Щелочераст-воримая
Аспарагиновая кислота	10,0	10,8	10,1
Серин	4,6	4,4	2,3
Глутаминовая кислота	10,9	14,1	12,6
Пролин	0,1	0,1	0,1
Глицин	11,8	6,3	7,3
Аланин	8,9	10,7	8,5
Цистин	0,9	0,4	0,2
Тирозин	2,4	1,8	2,8
Треонин	4,3	3,2	3,0
Валин	9,2	5,4	9,9
Метионин	3,2	3,3	5,0
Изолейцин	4,3	3,2	4,7
Лейцин	7,1	9,5	9,5
Фенилаланин	3,2	1,8	5,1
Лизин	9,2	12,7	7,8
Гистидин	3,1	1,7	3,4
Аргинин	3,1	5,9	2,8
Неидентифицированные	3,8	4,9	4,6
Сумма заменимых аминокислот	49,6	48,6	43,9
Сумма незаменимых аминокислот	46,7	46,7	51,2

#### 4.5. Исследование фракционного и общего жирнокислотного состава липидов, входящих в состав фарша и белковолипидных комплексов

Фракционный состав липидов характеризуется некоторыми особенностями, свойственными для белковых фракций, выделенных из фарша, приготовленного из анчоусовидной кильки, выловленной в октябре (таблица 6): практически отсутствием моно-диглицеридов и эфиров стерина. Наличие стерина в сырье в довольно больших количествах и практическое отсутствие их в белковых фракциях, можно объяснить тем, что эфиры стерина находятся на поверхности межклеточных стенок и легко отделяются.

Столь мощный рост доли свободных жирных кислот, очевидно, объясняется частичным гидролизом и перераспределением в водную фазу триглицеридов. При этом можно сказать, что белковые фракции, в зависимости от способа их выделения, обладают различной лабильностью к окислению и гидролизу. Данные представлены в таблице 6.

Таблица 6

Фракционный состав липидов (в %) фарша и белковолипидных комплексов

Фракция липидов	Сырье (октябрь)	Белковые фракции из каспийской кильки осенней		
		водораст-воримая	кислотораст-воримая	щелочераст-воримая
1. Эфиры стерина	13,0	следы	следы	следы
2. Триглицериды	53,4	5,3	14,0	следы
3. Свободные жирные кислоты	16,7	25,9	28,0	65,0
4. Стероиды	3,9	14,7	34,0	5,3
5. Моноглицериды + диглицериды	следы	следы	следы	следы
6. Фосфолипиды	13,0	54,1	24,0	29,7
Сумма полярных липидов	29,7	80,0	52,0	94,7
Сумма неполярных липидов	13,0	20,0	48,0	5,3

В результате исследования жирнокислотного состава (таблица 7) было выявлено, что в состав липидов входят основных восемнадцать жирных кислот. Среди них преобладают предельные жирные кис-

лоты. По сравнению с сырьем, выловленным в октябре и июне (таблица 4), количество предельных кислот увеличивается в различных фракциях, то есть, большее количество этих кислот содержится в кислото- и водорастворимой фракциях. Достаточно велика и общая сумма моноеновых кислот от 34,1 до 35,4%. При этом доля непредельных кислот максимальна в щелочерастворимой фракции белков.

Из всего сказанного можно сделать вывод о том, что белково-липидные комплексы, экстрагируемые различными способами, обладают различной лабильностью и поэтому должны тщательно обезжириваться для получения продукта устойчивого в хранении.

Таблица 7

Жирнокислотный состав липидов (в %) белковолипидных комплексов

Сумма кислот	Содержание жирных кислот липидов белковых фракций				
	в сырье июня	в сырье октября	водорастворимые белки	кислото- раствори- мые белки	щелочерастворимые белки
Предельные кислоты $\Sigma C_{n:0}$	34,7	31,9	42,3	50,5	30,3
Непредельные кислоты $\Sigma C_{n:1}$	33,1	31,3	34,1	35,4	60,0
$\Sigma C_{n:2}$	2,4	2,4	1,9	2,2	2,0
$\Sigma C_{n:3}$	2,6	1,9	-	0,1	0,9
$\Sigma C_{n:4}$	0,7	2,2	0,3	0,6	0,3
$\Sigma C_{n:5}$	7,3	7,2	4,5	2,1	1,6
$\Sigma C_{n:6}$	16,1	19,9	11,8	7,5	3,4
$\Sigma C_{n:1} + \Sigma C_{n:2+}$					
$\Sigma C_{n:3} + \Sigma C_{n:4+}$					
$\Sigma C_{n:5} + \Sigma C_{n:6}$	62,2	64,9	52,6	47,9	68,2
Неидентифициро- ванные кислоты	3,1	3,2	5,1	1,6	1,8

#### 4.6. Исследование экстрагирующей способности бинарной системы органических растворителей (гексан - изопропиловый спирт) при извлечении липидов белковых фракций

В качестве бинарной системы мы остановили свой выбор на системе гексан - изопропиловый спирт в соотношении 4:1; 3:1; 2:1; 1:1, т.к. данные органические экстрагенты сегодня уже допущены в пищевой промышленности и имеют широкое применение как в технологических процессах, используемых в СССР, так и за рубежом. При этом процесс обезжиривания подвергались белковолипидные комплексы, выделенные последовательной экстракцией из мышечной ткани водой, водным раствором HCl и водным раствором NaOH, имеющие влажность 8-11%.

На рис.4 представлена зависимость выхода липидов из белково-липидных комплексов от времени обработки и от соотношения полярного (изопропиловый спирт) и неполярного (гексан) органических растворителей.

Как следует из полученных графических зависимостей, максимальной экстрагирующей способностью обладает система органических растворителей, где соотношение гексан:изопропиловый спирт составляет 3:1. Однако при обработке кислоторастворимой белковой фракции высокой экстрагирующей способностью, такой же, как и в предыдущем случае, обладают экстрагенты при соотношении 1:1; 4:1; т.е. соотношение полярный/неполярный органический растворитель существенного влияния не оказывает.

Для водорастворимой и щелочерастворимой фракций белков имеет место ступенчатое увеличение экстрагирующей способности бинарной системы в зависимости от состава (гексан:изопропиловый спирт 3:1 > 2:1 > 1:1). Исключение составляет соотношение гексан:изопропанол - 4:1. Объяснить это явление, очевидно, можно перестройкой структур, образуемых полярным экстрагентом в неполярном при увеличении разбавления.

Как следует из рис.4, экстракцией липидов бинарной системой органических экстрагентов из белковолипидных комплексов, полученных последовательным выделением из мышечной ткани каспийской анчоусовидной кильки водой и водными растворами HCl и NaOH, не удается получить обезжиренный продукт, а только определиться с такими показателями, как соотношение растворителей и время обработки при температуре 20-23°C. Следовательно, име-



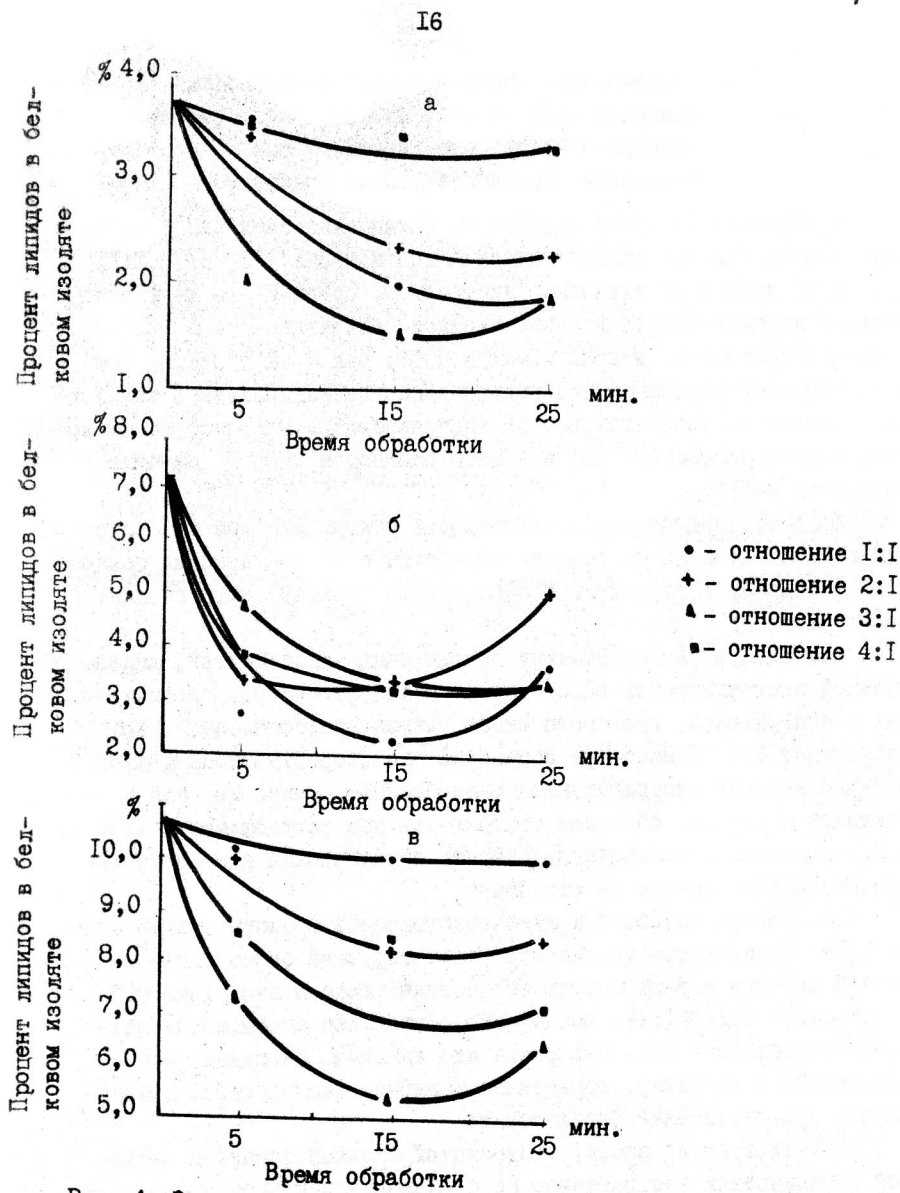


Рис. 4. Зависимость содержания липидов в белковых фракциях от соотношения бинарной смеси органических растворителей (гексан-изопропиловый спирт) и времени обработки: а) водорастворимая; б) кислоторастворимая; в) щелочерастворимая фракции, выделенные из мышечной ткани анчоусовидной кильки

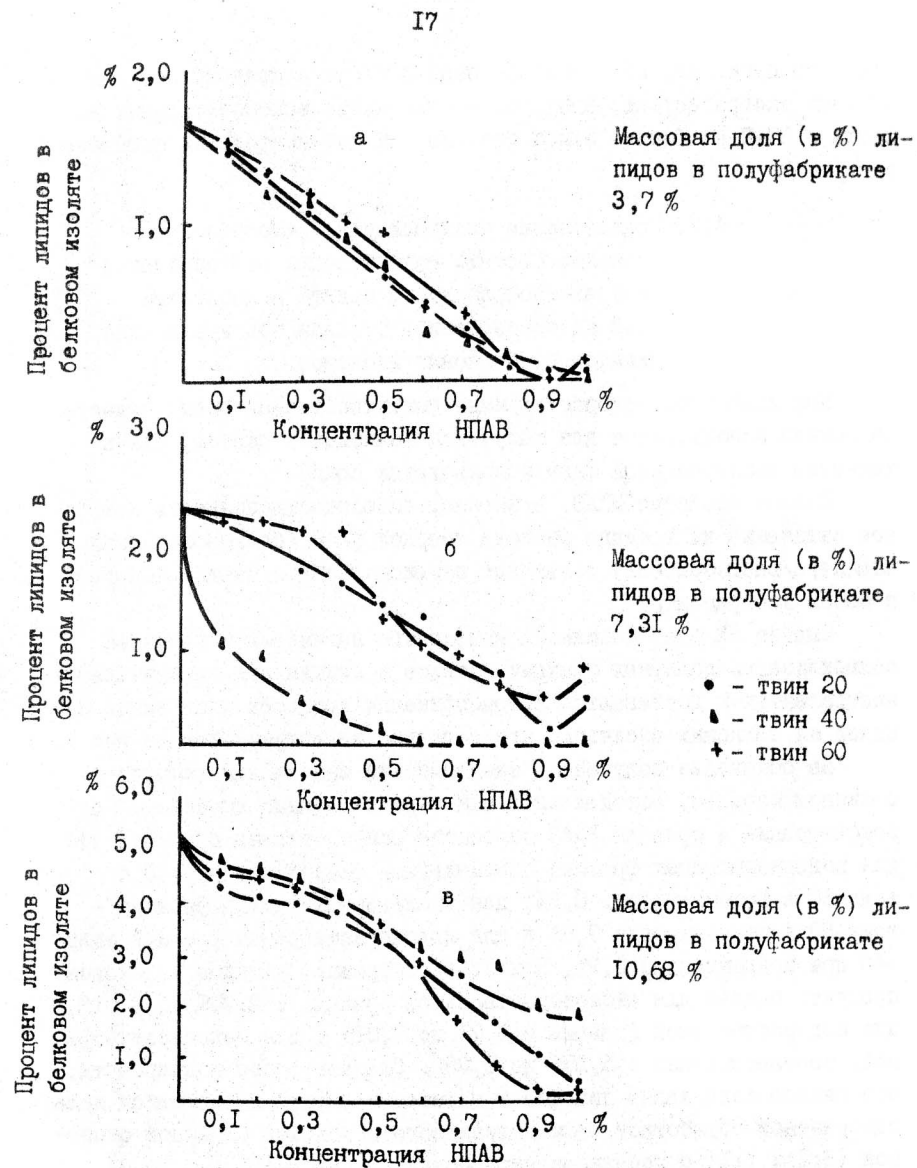


Рис. 5. Зависимость содержания липидов в белковых изолятах от концентрации и природы НПAB: а) водорастворимая фракция; б) кислоторастворимая фракция; в) щелочерастворимая фракция, выделенные из мышечной ткани анчоусовидной каспийской кильки

ется два пути: первый - многоразовая обработка продукта органическими экстрагентами, а второй - применение вспомогательных веществ - НПAB на основе окиси этилена для интенсификации процесса экстракции.

4.7. Исследование экстрагирующей способности бинарной системы органических растворителей (гексан-изопропиловый спирт) с добавками НПAB на основе окиси этилена при извлечении липидов из белковых изолятов.

Как известно, водорастворимые поверхностно-активные вещества обычно используются для получения коллоидных систем, где в качестве дисперсионной фазы используется вода.

Важное свойство НПAB, а именно, способность понижать межфазное натяжение на границе раздела твердой фазы (белковолипидный комплекс/растворитель) облегчает переход липидов из твердой фазы в объем экстрагента.

Именно за счет понижения межфазного натяжения и процесса солюбилизации полярных фракций липидов в неполярных органических экстрагентах и достигается интенсификация процесса экстракции липидов из белковых изолятов, что наглядно иллюстрируется на рис.5.

На основании полученных зависимостей содержания липидов в белковом изоляте, определенных вышеперечисленными способами, от концентрации и природы НПAB на основе окиси этилена следует, что для водорастворимых фракций оптимальными оказались твин-40 и твин-60 в концентрациях 0,9%; для кислоторастворимых фракций - твин-60 в концентрации 0,6% и для щелочерастворимых фракций твин-40 при концентрации 0,9%. При этом содержание липидов в готовом продукте падает для кислоторастворимой фракции с 2,75% до 0,01%, для водорастворимой фракции с 1,7% до 0,01% и для щелочерастворимой, соответственно с 5,25% до 0,23%. Следует особо подчеркнуть, что низкое содержание липидов в готовом продукте достигается лишь одноразовой обработкой белковолипидного комплекса бинарной системой (3:1 и 1:1) с добавками вышеперечисленных НПAB.

Исходя из данных, представленных в таблице 8, описывающих изменение фракционного состава липидов, экстрагируемых из белковых изолятов бинарной системой органических экстрагентов с добавками 0,9% НПAB различной природы, следует, что введение вспомогательных веществ ведет к некоторому перераспределению отдельных фракций липидов в зависимости от гидрофильности НПAB. Так, при

Таблица 8

Фракционный состав липидов (в %) белковых фракций до и после обработки бинарной системой органических экстрагентов (гексан-изопропиловый спирт, отн. 3:1 и 1:1, в течение 15 мин) с добавками НПAB	Н П А В											
	Водорастворимая фракция		Кислоторастворимая фракция		Щелочерастворимая фракция							
	Без НПAB	твин-40 (0,9%)	Без НПAB	твин-40 (0,9%)	Без НПAB	твин-40 (0,9%)						
Фосфолипиды	8,2	8,1	9,3	6,5	3,9	6,6	6,7	4,7	4,1	4,5	4,0	4,7
Моноглицериды	6,2	6,4	6,4	8,8	6,8	8,4	6,9	3,8	5,4	5,9	4,6	7,2
Диглицериды	7,6	6,7	7,6	7,4	5,2	5,6	6,7	3,6	4,5	3,1	3,3	7,3
Свободные жирные кислоты	18,8	17,7	20,7	18,7	16,3	9,3	17,2	12,3	51,6	49,6	49,3	39,9
Триглицериды	31,1	37,4	33,7	30,9	45,8	38,9	44,2	47,7	18,3	23,3	23,6	21,2
Красящие	7,5	3,0	3,0	4,1	3,4	9,9	3,1	17,4	3,4	1,3	0,9	1,4
Стероиды	13,5	13,8	12,8	17,3	11,2	13,9	6,3	4,4	6,4	7,8	8,5	6,8
Неидентифицированные	7,1	6,8	6,7	6,3	7,5	7,4	9,0	6,1	6,3	4,5	5,7	7,5
Сумма полярных липидов	40,8	38,9	44,0	41,4	32,2	29,1	37,5	24,4	65,6	63,1	61,2	59,1
Сумма неполярных липидов	59,2	61,0	56,2	56,6	67,8	70,1	62,6	75,6	34,4	36,9	38,7	36,9



извлечения липидов из водорастворимых белковых фракций происходит некоторое увеличение в экстракте доли фосфолипидов (с 8,2% до 9,3%) для твин-40 и падение (до 6,5%) для твин-60, увеличение концентрации триглицеридов (с 31,1% до 37,4%) для твин-20, уменьшение доли красящих (с 7,5% до 3,0-4,1%) для всей группы НПAB и увеличение концентрации свободных жирных кислот для твин-40 (до 20,7%).

Такая же картина наблюдается и при исследовании фракционно-го состава липидов, экстрагируемых из белковолипидных комплексов, выделенных в свою очередь водным раствором при pH < 7 и pH > 7.

Так, для кислоторастворимой фракции при введении в экстрагент твин-60 происходит некоторое уменьшение содержания фосфолипидов за счет резкого увеличения доли триглицеридов и красящих (с 3,4% до 17,4%).

Таким образом, применение поверхностно-активных веществ ведет в некоторых случаях не только к увеличению выхода липидов при обработке белковолипидных комплексов, но и к селективному воздействию по отношению к полярным фракциям (фосфолипиды, свободные жирные кислоты), т.е. достигается вторичный положительный эффект.

В таблице 9 представлены результаты исследований общего жирнокислотного состава экстрагируемых липидов в зависимости от природы НПAB. Как следует из этих данных, сумма предельных жирных кислот увеличивается при обработке водорастворимой фракции экстрагентами с добавками НПAB с 28,6% до 45,9%, для кислоторастворимой фракции с 35,2% до 39,9% и для щелочерастворимой с 27,43% до 52,5%. Столь резкое увеличение экстракции липидов, структурной единицей которых являются предельные жирные кислоты, по-видимому, объясняется тем, что с введением в экстрагент НПAB происходит сольubilизация фракций липидов с низкой гидрофильностью, на основании чего в экстрагируемых липидах увеличивается доля предельных кислот, за счет чего происходят некоторые понижения в процентном отношении количества непредельных алифатических кислот.

#### 4.8. Исследование воздействия поверхностно-активных веществ на общий аминокислотный состав белковых изолятов, выделенных из водо-, кислото- и щелочерастворимых белковых фракций

Нами исследовался общий аминокислотный состав белковых изолятов (кислото-, водо- и щелочерастворимой фракции, выделенных

Таблица 9

Жирнокислотный состав липидов (в %) белковых фракций до и после обработки бинарной смесью органических экстрагентов (гексан-изопропиловый спирт, отн. 3:1 и 1:1, в течение 15 мин) с добавками НПAB

Сумма кислот	Н П А В											
	Водорастворимая фракция		Кислоторастворимая фракция		Щелочерастворимая фракция							
	Без НПAB	твин-20 (0,9%)	Без НПAB	твин-20 (0,9%)	Без НПAB	твин-20 (0,9%)						
Предельные к-ты	28,6	41,0	42,4	45,9	35,2	32,2	37,4	39,9	27,4	32,9	44,4	52,5
Непредельные к-ты	51,8	25,3	33,2	37,2	45,3	37,9	28,1	46,3	43,5	40,9	25,9	30,2
C : I	2,4	2,0	4,2	2,1	1,9	2,4	3,2	1,1	1,5	0,5	0,6	1,2
C : 2	1,9	2,2	2,3	1,4	1,7	1,9	2,1	1,4	2,6	1,4	1,3	1,2
C : 3	2,0	6,7	6,4	2,6	4,7	6,3	8,3	1,4	5,8	4,6	6,8	2,2
C : 4	1,2	6,5	2,5	4,1	1,3	3,8	5,1	3,1	4,3	2,4	5,1	3,9
C : 5	4,3	5,1	3,9	2,0	4,2	4,5	3,7	1,3	6,3	3,4	4,2	2,1
C : I + C : 2 + C : 3 + C : 4 + C : 5 + C : 6	63,5	47,8	52,4	49,3	59,2	56,7	50,4	54,5	64,1	56,1	44,0	40,8
Неидентифицируемые	7,9	II,2	7,2	4,6	5,5	II,1	12,1	5,6	8,5	II,1	10,9	5,9

из мышечной ткани каспийской кильки) после обработки бинарной системой органических экстрагентов (гексан-изопропанол) с добавками оптимальных концентраций НПАВ различной природы, а следовательно, и различной гидрофильностью. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 10, из которой следует, что доля незаменимых аминокислот во всех белковых изолятах увеличивается на 8–20% по сравнению с долей незаменимых аминокислот в исходном фарше, полученном из анчоусовидной кильки. Так, сумма незаменимых аминокислот в фарше анчоусовидной кильки составляет 49,5%, а в изолятах, выделенных из водорастворимой фракции – 52%, кислоторастворимой – 52,4%, а щелочерастворимой – 60,7%. Очевидно, отмеченное увеличение доли незаменимых аминокислот в белковых изолятах определяется тем, что белки, в состав которых входит больший процент заменимых аминокислот (глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота), обладающих гидрофильностью, что ведет в некоторых случаях к избирательному осаждению белковолипидных комплексов, в составе которых незаменимы аминокислоты.

Введение неионогенных поверхностно-активных веществ (водорастворимых) в бинарную систему органических экстрагентов ведет вследствие увеличения гидрофильности экстрагента к селективному выделению из белковолипидных комплексов белковых молекул, состав которых в большей степени определяется наличием аминокислот, обладающих более высоким сродством к водной фазе, т.е. полярностью.

Таким образом, природа поверхностно-активного вещества существенно влияет на аминокислотный состав готового продукта, особенно если рассматриваем изолят как поставщик незаменимых аминокислот. Отсюда обработку белковолипидного комплекса, выделенного из водорастворимой фракции мышечной ткани анчоусовидной кильки, целесообразно проводить бинарной системой гексан-изопропанол с введением в систему твин-60, обеспечивающего минимальную потерю незаменимых аминокислот (доля незаменимых аминокислот в готовом продукте составляет 56,5%). Белковолипидный комплекс, выделенный из водного раствора, pH которого ниже 7, целесообразно обрабатывать бинарной системой гексан-изопропанол с добавкой твин-20, на основании данных таблицы 10, из которых следует, что при использовании предлагаемого вспомогательного вещества доля незаменимых аминокислот в готовом продукте максимальная, равная 56,5%. Что же касается щелочерастворимой фракции, то здесь в качестве интенсификатора процесса экстракции липидов использовался твин-40, так как доля незаменимых аминокислот в готовом продукте максимальная

Таблица 10  
Аминокислотный состав фарша кильки белковых фракций (в %) до и после обработки бинарной системой органических растворителей (гексан-изопропанолный спирт, отн. 3:1 и 1:1, в течение 15 мин.) с добавками НПАВ

Аминокислота	Фарш из анчоусовидной кильки - июня		Фарш из анчоусовидной кильки - октябрь		Водорастворимая фракция		Кислоторастворимая фракция		Щелочерастворимая фракция	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аспарагиновая кислота	7,5	10,1	10,4	9,9	3,9	1,9	5,9	7,4	4,3	2,7
Серин	3,8	3,8	3,7	3,7	3,5	4,1	3,4	3,6	2,4	2,3
Глутаминовая кислота	14,4	14,0	11,6	11,9	13,2	22,3	17,1	17,1	13,1	13,1
Пролин	3,1	3,1	3,5	3,8	3,1	2,6	2,1	2,2	3,1	2,8
Глицин	5,5	6,2	5,4	6,1	5,9	4,4	3,8	3,7	4,4	4,5
Аланин	7,1	7,5	7,6	7,3	8,4	6,6	6,6	6,4	5,8	6,9
Цистин	0,3	1,0	1,0	0,6	0,3	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3
Трозин	3,1	2,8	3,3	3,5	4,1	3,4	3,2	3,0	4,4	4,5
Треонин	4,4	4,7	4,9	4,8	4,2	3,2	3,6	4,2	3,1	2,8
Валин	5,6	5,2	6,6	7,3	8,2	6,1	5,4	5,3	13,7	6,9
Метионин	2,5	4,2	2,9	3,1	2,9	3,6	3,1	2,7	3,8	3,9
Изолейцин	5,6	4,8	5,1	5,2	5,4	4,9	5,9	5,8	6,9	8,8
Лейцин	8,7	7,3	7,4	7,6	9,1	9,0	10,0	9,7	9,6	11,2
Фенилаланин	4,4	3,5	4,3	3,2	5,7	4,2	4,3	4,3	6,9	7,3
Лизин	8,9	8,9	9,9	10,0	10,6	11,0	9,7	9,5	6,9	6,3
Гистидин	3,4	3,9	4,7	4,8	4,8	3,0	2,4	2,3	2,5	2,3
Аргинин	9,7	6,0	6,2	5,8	5,6	7,5	12,1	11,2	7,1	12,3
Неидентифицированные	1,9	2,1	1,4	1,4	1,3	1,7	1,1	1,6	1,5	1,5
Сумма заменимых аминокислот	44,8	48,4	46,5	46,9	42,2	45,9	42,3	43,6	37,9	37,2
Сумма незаменимых аминокислот	53,5	49,5	52,1	51,8	56,5	52,4	56,5	54,9	60,6	61,3

и соответствует 6I,3%.

На основании данных общего химического состава белковых изолятов, полученных фракционированием мышечной ткани с помощью водных растворов кислот и оснований, а также селективного воздействия НПАВ, вводимых в бинарный экстрагент при определении липидов и на основании аминокислотного состава полученных продуктов, нами разработана схема получения белковых изолятов из анчоусовидной каспийской кильки (рис.6).

Полученные по предлагаемой технологической схеме белковые изоляты исследовались с целью определения функциональных свойств и органолептических показателей в процессе хранения.

Данные, характеризующие функциональные свойства, представлены в таблице II, на основании которых следует, что функциональность изолятов возрастает при переходе от водорастворимых и кислоторастворимым и, наконец, щелочерастворимым белковым фракциям. Объясняется это тем, что по мере увеличения продолжительности обработки мышечной ткани растворами электролитов происходит увеличение деградации белковых молекул с образованием пептидов, у некоторых, например, стойкость эмульсии выше, чем у белковых молекул.

Обработка белковолипидных комплексов органическими экстрагентами с НПАВ не ведет к значительным изменениям показателей, характеризующих функциональные свойства, т.к. процесс экстракции проводится в мягких условиях (температура  $20^{\circ}\text{C}$ – $23^{\circ}\text{C}$ , время обработки 15 мин.).

Нами также проводился эксперимент по органолептической оценке белковых изолятов в процессе хранения. Основной показатель – фиксация, появление слабого рыбного запаха в готовом продукте.

В таблице I2 представлены результаты органолептической оценки белковых изолятов различных сроков хранения, осуществляющегося при температуре окружающей среды ( $18$ – $30^{\circ}\text{C}$ ).

При указанных условиях хранения водорастворимая фракция после обработки твин-40 сохраняет свои первоначальные свойства без значительных изменений в течение 10 месяцев, образцы водорастворимой фракции, обработанные твин-60, сохранялись без признаков реверсии рыбного запаха в течение 12 месяцев. Аналогичная картина наблюдается у кислоторастворимой фракции белков.

В щелочерастворимой фракции, обработанной твин-40, через 8 месяцев хранения отмечали появление слабого, едва уловимого

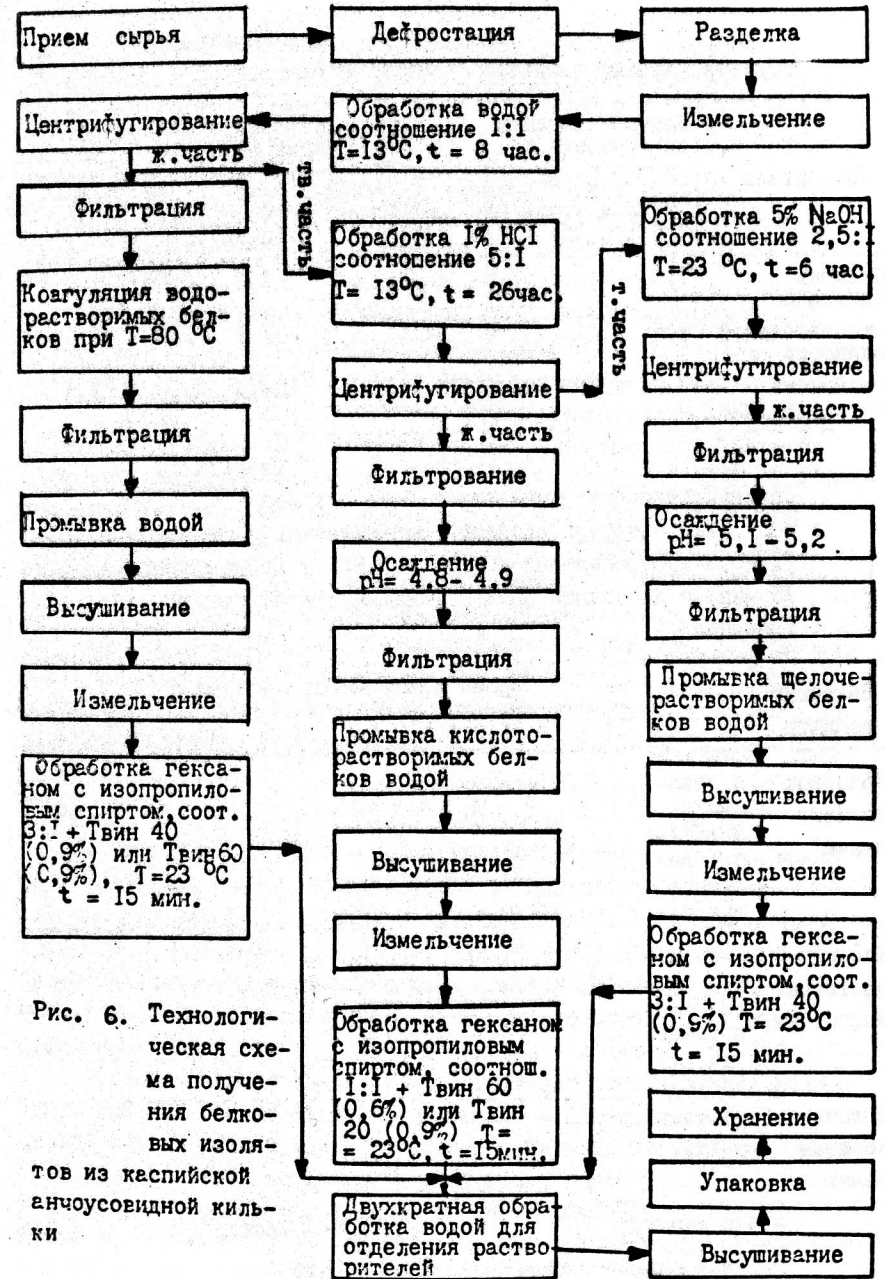


Рис. 6. Технологическая схема получения белковых изолятов из каспийской анчоусовидной кильки



Таблица II

Функциональные свойства белковых изолятов

Показатели	Водорастворимая фракция			Кислоторастворимая фракция			Щелочерастворимая фракция	
	Без НПАВ	твин-40 (0,9%)	твин-60 (0,9%)	Без НПАВ	твин-20 (0,9%)	твин-60 (0,9%)	Без НПАВ	твин-40 (0,9)
Степень набухания	3,9	3,9	3,9	4,22	4,2	4,2	4,01	4,0
Относительная вязкость	1,5	1,4	1,4	1,2	1,2	1,1	1,7	1,6
Стойкость эмульсии (мин)	67,0	69,0	70,0	101,0	104,5	106,0	95,0	99,3

Таблица I2

Органолептические показатели белковых изолятов после обработки бинарной системой органических растворителей (гексан-изопропиловый спирт отн. 3:1 и 1:1 в течение 15 мин) с добавками НПАВ в зависимости от сроков хранения

Белковые изоляты		Сроки хранения по месяцам												
		I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Водорастворимые белки	с твин-40 (0,9%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	с твин-60 (0,9%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кислоторастворимые белки	с твин-20 (0,9%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	с твин-60 (0,9%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Щелочерастворимые белки	с твин-40 (0,9%)	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	+	+
	- без запаха;													
	0 очень слабый запах;													
		+ слабый запах;												
		+ сильный запах.												

рыбного запаха, который при дальнейшем хранении усиливается. За 12 месяцев хранения рыбный запах в данных образцах был выражен более отчетливо.

В то же время следует отметить, что, по заключению дегустаторов, появление слабого рыбного запаха не влияет на общий характер органолептической оценки продукции. Таким образом, после 12 месяцев хранения все виды белковых изолятов можно считать качественными.

Для подтверждения возможности использования белковых изолятов, хранившихся 12 месяцев, их вводили в качестве добавок при изготовлении пищевых продуктов: рыбных колбас и мучного печенья.

Готовую продукцию оценивала группа дегустаторов, которые отметили, что полученные партии колбас и печенья с добавлением белковых изолятов по внешнему виду не отличались от контрольных образцов (исключение составляла партия с добавлением щелочерастворимой фракции). В образцах продукции с добавлением белковых изолятов наличие рыбного запаха не отмечалось, тогда как у контрольного образца колбасы он был явно выражен.

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что полученные белковые фракции могут применяться в качестве добавок в пищевые продукты, что способствует улучшению их качества и товарного вида. Данные выводы подтверждаются результатами дегустации продукции.

## 5. В В В О Д Ы

1. Исследован общий химический состав, фракционный и общий жирнокислотный состав липидов фарша из каспийской анчоусовидной кильки, выловленной в летний и осенний период. Выявлено, что содержание предельных и моноеновых кислот в структуре липидов каспийской кильки, выловленной в июне, несколько выше, чем в октябре месяце, что свидетельствует о ее более высокой устойчивости к процессам окисления.

2. Исследовано влияние технологических параметров на выход белка при экстракции последнего водными растворами электролитов при pH < 7, pH > 7 и водой. Выявлено, что максимальный выход белка обеспечивается при соотношении раствора и фарша для водо-, кислото- и щелочерастворимых фракций соответственно 1:1; 5:1; 2,5:1; время настаивания фарша с растворами для водорастворимой фракции - 8 часов, для кислоторастворимой фракции - 26 часов и для щелочерастворимой фракции - 4 часа; температура настаивания фарша с растворами для водо- и кислоторастворимой фракции 13°C и для щелочерастворимой фракции 13°C.

лочерастворимой фракции 20–23°C, концентрация HCl 1% и NaOH – 5%. Данный способ получения белковых фракций позволяет получить выход белка 92,68% от общего количества последнего в сырье, в том числе водорастворимых белков – 30,90%, кислоторастворимых белков – 35,59% и щелочерастворимых белков – 26,29%. Остальные 7,32% относятся к нерастворимой фракции и к потерям, которые возникают во время технологического процесса. При этом было установлено, что при осаждении белков из растворов наиболее полное осаждение водорастворимой фракции достигается нагреванием до температуры 100°C, при этом выход составляет 95,0%, осаждение кислоторастворимой фракции происходит при нейтрализации раствором NaOH до pH 4,85, выход составляет 89,3%; наиболее полное осаждение для щелочерастворимой фракции достигается с помощью  $\text{CH}_3\text{COOH}$  при pH 5,15, выход составляет 76,0%.

3. Исследован аминокислотный, фракционный и жирнокислотный составы белковолипидных комплексов. Выявлено, что белковые фракции содержат высокий процент незаменимых аминокислот: от 46,7% до 51,2% для водо-, кисло- и щелочерастворимой фракций. В состав белковолипидного комплекса, выделенного при обработке фарша водой, входят 25,9% свободных жирных кислот (доля непредельных жирных кислот составляет 52,6%) даже без участия гидротропного агента (щелочей, кислот). Отсюда следует, что только экстракцией водой достигается практически полное выделение свободных жирных кислот из системы. Это обеспечивает устойчивость обработанных водой белковолипидных комплексов при хранении. При этом состав жирных кислот липидов белковых фракций различается в зависимости от способа получения каждой белковой фракции. Наличие в липидах непредельных кислот ведет к ускорению окислительных процессов и поэтому белковолипидные комплексы, экстрагируемые различными способами, обладают различной лабильностью и, следовательно, (особенно щелочерастворимые фракции) тщательно должны обезжириваться для получения продукта, устойчивого в хранении.

4. Исследовано влияние технологических параметров (соотношение экстрагентов, время обработки, температура) на полноту экстракции липидов из белковых изолятов бинарной системой органических растворителей (гексан-изопропиловый спирт). Выявлено, что максимальное выделение липидов при обработке белковых изолятов бинарной системой органических экстрагентов достигается при соотношении гексан-изопропиловый спирт 3:1 и времени обработки 15 мин. при 20–23°C для водорастворимой и щелочерастворимой фракции,

где оптимальное соотношение растворителя гексан-изопропанол 1:1. При этом способ обезжиривания белковых фракций смесью органических экстрагентов гексан-изопропиловый спирт позволяет выделить 53,52% липидов из водорастворимой фракции, из кислоторастворимой фракции – 69,18% и из щелочерастворимой фракции – 50,85% от общего содержания липидов исходного продукта.

5. Исследована возможность интенсификации процесса экстракции липидов введением в систему органических растворителей неионогенных поверхностно-активных веществ (твин-20, твин-40, твин-60). Выявлено, что на экстракцию липидов из белковых изолятов в основном влияют два фактора: природа поверхностно-активного вещества и его концентрация. Исходя из этого, максимальный выход липидов обеспечивает введение следующих ПАВ: для водорастворимых белков твин-40 (0,9%) или твин-60 (0,9%), для кислоторастворимых белков твин-20 (0,9%) или твин-60 (0,6%) и для щелочерастворимых белков твин-40 (0,9%).

При определении фракционного липидного состава белковых фракций выявлено, что свободные жирные кислоты и триглицериды, а также почти все фосфолипиды полностью выделяются из водорастворимой фракции при введении твин-40 или твин-60 в экстракцию. При обработке кислоторастворимой фракции экстрагентов с твин-40 или твин-60 (0,9%) происходит полное выделение фосфолипидов, триглицеридов и почти полное выделение жирных кислот. При экстрагировании щелочерастворимой фракции белков полное выделение фосфолипидов, триглицеридов происходит с твин-40 (0,9%). При этом выделяется также 95,5% свободных жирных кислот. Следовательно, твин-40 ведет к увеличению экстракции жирных кислот, фосфолипидов и триглицеридов в большей степени, чем твин-60 и твин-20, хотя при этом не выделяется максимальное количество липидов. Однако почти полностью выделяются те липиды, которые влияют на окислительный процесс конечного продукта.

Одновременно можно подчеркнуть, что при исследовании жирнокислотного состава липидов выявлено, что для водорастворимой фракции с твин-40 или 60 выделяется большее количество предельных кислот, чем непредельных. Для кислоторастворимой фракции выделяется большее количество предельных и непредельных кислот достигается с твин-60 (0,9%). Для щелочерастворимой фракции белков твин-40 (0,9%) выделяет большее количество предельных, чем непредельных.

6. Исследован общий аминокислотный состав белковых фракций



до и после обработки последних бинарной системой органических экстрагентов с добавками НПAB (твин-20, твин-40, твин-60). Выявлено, что доля незаменимых аминокислот во всех белковых изолятах увеличивается на 8-20% по сравнению с долей заменимых аминокислот в исходном фарше, полученном из анчоусовидной кильки. Так, сумма незаменимых аминокислот в фарше анчоусовидной кильки составляет 49,5%, а в изолятах, выделенных из водорастворимой фракции - 52,1%, кислоторастворимой - 52,4%, а в щелочерастворимой - 60,7%. Очевидно, отмеченное увеличение доли незаменимых аминокислот в белковых изолятах определяется тем, что белки, в состав которых входит больший процент заменимых аминокислот (глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота), обладают высокой гидрофильностью, что ведет в некоторых случаях к избирательному осаждению белковолипидных комплексов, в составе которых есть незаменимые аминокислоты.

Введение неионогенных поверхностно-активных веществ (водорастворимых) в бинарную систему органических экстрагентов ведет вследствие увеличения гидрофильности экстрагента к селективному выделению из белковолипидных комплексов белковых молекул, состав которых в большей степени определяется наличием аминокислот, обладающих более высоким сродством к водной фазе, т.е. полярностью.

7. На основании проведенных экспериментов разработана технологическая схема комплексной переработки фарша анчоусовидной кильки с использованием всех фракций белков с целью получения устойчивых в хранении белковых изолятов с различными функциональными свойствами. При этом полученные белковые изоляты вводились как композиции, богатые незаменимыми аминокислотами, в колбасные и мучные изделия после двенадцатимесячного срока хранения. Полученные продукты отличались высокими вкусовыми качествами, поэтому белковые изоляты можно использовать для увеличения калорийности пищевых продуктов.

8. Впервые предложена технология получения обезжиренных белковых изолятов (фракции) из мышечной ткани каспийской кильки (*Clupeonella engrauliformis*) путем последовательного растворения в воде, измельченной мышечной ткани, изучено действие ПАВ на извлечение липидов экстракцией смесью органических растворителей различной полярности с добавками поверхностно-активных веществ со значениями гидрофильно-липфильного баланса от II до I5.

9. Разработанная технологическая схема получения белковых изолятов позволяет интенсифицировать процесс выделения липидов при одновременном улучшении качества (функциональных свойств) готового продукта.

Касиро Р.

Объем - 1,75 п.л. Подписано к печати 29/IX-87г. Заказ № 382

Формат 60x84 1/16

Тираж 100

Ротапринт ВНИРО

107140, Москва, Верхняя Красносельская, 17