

Министерство рыбного хозяйства СССР
АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(АтлантНИРО)

УДК 664.951.7:639.28

№ Гос. регистрации 76038372

Инв. № _____

Для служебного пользования

экз. 4

УТВЕРЖАЮ

Директор АтлантНИРО

к.г.н.


Ю.А. Вялов

16 декабря 1982 г.

Разработка технологических процессов получения пищевой,
кормовой и технической продукции из криля

4 части

ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КРИЛЯ
(промежуточный)

часть I

Совершенствование технологии получения и использования
фарша из криля

(промежуточный)

часть 2

Разработка и совершенствование технологии консервов
из мяса и фарша криля

(промежуточный)

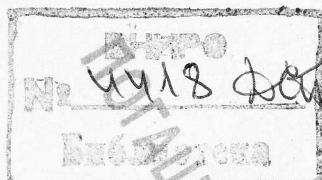
часть 3

Исследование процессов стабилизации крилевой муки и
разработка способов выделения липидов, каротиноидов и
антиоксидантов из побочных продуктов переработки криля

(промежуточный)

часть 4

Шифр 02.40.01.00.00



УТВЕРЖЕНО

Зам. директора по научной работе,
руководитель темы, к.т.н.

Билинко

И.С.БИЛЕНКО
10 декабря 1982 г

Зав. лабораторией, с.н.с.

Перова

Л.И.ПЕРОВА
10 декабря 1982 г

Руководитель раздела,
с.н.с.

Одинцов

А.Б.ОДИНЦОВ
10 декабря 1982 г

Зав. сектором, руководитель
раздела, к.б.н.

Расулова

Т.А.РАСУЛОВА
10 декабря 1982 г

Руководитель раздела,
с.н.с.

Лукинных

Н.Л.ЛУКИНЫХ
10 декабря 1982 г

Калининград 1982

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Лаборант	<i>А.ч</i>	Агуреева Н.В.	(экспериментальные работы)
Мл.н.с.	<i>Д.ч</i>	Былин В.И.	(подраздел 2.2)
Инженер	<i>Лорин</i>	Горохова Т.И.	(экспериментальные работы)
Лаборант	<i>Зоя</i>	Захлевная М.А.	(экспериментальные работы)
Инженер	<i>З.И.</i>	Кудашкина З.И.	(экспериментальные работы)
С.н.с., к.х.н.	<i>Левин</i>	Лукиных Н.Л.	(научное руководство раздел 4)
Лаборант	<i>Гельс</i>	Павлова Ж.Л.	(экспериментальные работы)
Зав. сектором, к.б.н.	<i>Мая</i>	Расулова Т.А.	(научное руководство раздел 3)
Мл.н.с.	<i>Роди</i>	Рыбалкина Г.Н.	(подраздел 3.5)
Ст. инженер	<i>Резин</i>	Сермант А.И.	(подраздел 2.3)
Мл.н.с.	<i>Скоф</i>	Скорина И.Г.	(подраздел 3.4)
Мл.н.с.	<i>Л.И.И.</i>	Тимошина Л.Г.	(подраздел 3.2)
Мл.н.с.	<i>Кузнец</i>	Кузнецов И.С.	(раздел 4)

РЕФЕРАТ

Отчёт 34 стр., 2 рис., 18 таблиц, 8 библиографических названий

РАЗМЕРНО-МАССОВЫЙ, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ФРАКЦИОННЫЙ И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ, ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИЕ И ЛИПОЛИТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТЫ, ЛИПОПРОТЕИДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Представлены данные по определению размерно-массового и химического составов криля района о.Буве нового сезона лова (зимний период), отмечены сезонные изменения жирности. Для данного района промысла и периода лова выявлена зависимость между жирностью криля средней пробы и соотношением самцов и самок в улове.

Определено количество небелкового азота, окиси триметиламина, гексоаминов целого криля.

Изучен фракционный и жирнокислотный составы липидов, фракционный состав белков, активность протеолитических и липолитических ферментов криля. Показано, что на изменение состава липидов, активности протеолитических ферментов, катепсина Д оказывает влияние физиологическое состояние и возраст криля. Исследовано содержание липопротеидных комплексов в криле, изучены их количественные изменения в процессе холодильного хранения.

Представлены результаты определений минерального состава криля, содержания тяжелых металлов и пестицидов в различных партиях криля.

СОДЕРЖАНИЕ

Часть I

	стр.
Введение.	9
I. Материалы и методы исследований	10
2. Техно-химическая характеристика криля	11
2.1. Размерно-массовый состав криля.	11
2.2. Химический состав криля	12
2.3. Небелковые азотистые вещества криля	13
3. Биохимическая характеристика криля.	14
3.1. Состав и свойства белков криля.	14
3.2. Исследование активности протеолитических и липолитических ферментов криля.	15
3.3. Исследование активности катепсина Д	19
3.4. Исследование липопротеидных комплексов криля.	21
3.5. Фракционный и жирнокислотный состав липидов криля	25
4. Минеральный состав криля.	32
Заключение.	38
Список использованных источников	40

Часть 2

Введение.	7
I. Разработка и совершенствование технологии фарша из криля-сырца и мороженого криля	8
I.1. Материал и общие методики научно-исследовательских работ	8
I.2. Влияние замораживания и холодильного хранения на качество фарша	10
I.3. Результаты промышленных испытаний линии производства сыромороженого фарша из криля Н26-ИПЗ.	20
2. Изыскание путей использования фарша из криля.	24
2.1. Изыскание возможности получения фарша из мороженого криля, установление сроков холодильного хранения сыромороженого криля	26
2.2. Влияние предварительной обработки криля на его качество в процессе хранения.	32
2.3. Влияние термической обработки на качество криля в процессе холодильного хранения	33
2.4. Влияние подпрессовки и промывки криля перед	

замораживанием на его качество.....	34
2.5. Изучение влияния процесса дефростации на качество криля.....	36
3. Изыскание путей использования отходов, получаемых при произ- водстве фарша из криля.....	37
4. Медико-биологические испытания белковых изолятов из криля и изучение содержания БАВ в отходах при производстве белковых продуктов.....	38
4.1. Материалы и методы исследований.....	39
4.2. Результаты исследований.....	41
4.2.1. Исследование химического состава и свойств сухих белковых изолятов, изготавливаемых для медико-био- логических испытаний, определение аминокислотного состава и содержания макро-и микроэлементов.....	41
4.2.2. Определение активности отдельных ферментов криля и разработка схемы выделения ферментного концент- рата.....	45
4.2.3. Исследование липидов, экстрагируемых изопропиловым спиртом при получении белковых изолятов из антарктического криля.....	54
4.2.4. Изыскание путей использования павцирьсодержащих отходов производства белковых изолятов из криля.....	56
4.2.5. Изыскание путей пищевого использования белковых изолятов. Создание искусственных белковых волокон.....	63
5. Изыскание путей получения белковых изолятов из криля с применением композиции органических растворителей с ИПАВ 70	
5.1. Характеристика сырья.....	70
5.2. Исследование процесса экстракции бинарными системами органических растворителей с ИПАВ.....	70
5.3. Исследование фракционного и жирнокислотного состава сырья и белкового изолята криля.....	81
5.4. Исследование каротиноидов, входящих в состав липидов, экстрагируемых бинарными системами органических растворителей в ИПАВ.....	83
Заключение.....	88
Список использованных источников.....	91
Приложения.....	94

Часть 3

Введение

I. Совершенствование технологии консервов из мяса криля.....	6
--	---

I.1.	Задачи и методика исследований.....	6
I.2.	Исследование качества консервов из аэрошелушенного мяса криля в процессе хранения.....	6
I.2.1.	Обоснование предельно-допустимых сроков хранения криля-сырца, направляемого на производство консервов.....	6
I.2.2.	Исследование влияния режимов стерилизации и пастеризации, вида используемой тары на изменение качества консервов при хранении....	11
I.3.	Микробиологические исследования стойкости консервов в процессе хранения.....	18
I.4.	Разработка и обоснование "Схемы микробиологического контроля производства консервов "Креветки антаркти- ческие натуральные" на судах типа БМРТ.....	18
2.	Разработка технологии консервов из фарша криля.....	26
2.1.	Материал и методы исследования.....	26
2.2.	Разработка способа предупреждения покоричневения фарша криля при стерилизации.....	28
2.3.	Уточнение режимов пастеризации и стерилизации консервов.....	31
2.4.	Исследование режимов и допустимых сроков хранения консервов.....	32
2.5.	Разработка научно-обоснованного режима стерилизации консервов "Фарш антарктической креветки (криля) бутербродный".....	42
	Заключение.....	44
	Список использованных источников.....	46
	Приложения.....	47

Часть 4

	Введение.....	4
I.	Аналитический обзор.....	6
I.1.	Определение и номенклатура.....	6
I.2.	Строение и свойства каротиноидов.....	10
I.3.	Распространение, синтез и функции каротиноидов.....	16
I.4.	Открытие и определение.....	21
I.4.1.	Цветные реакции.....	21
I.4.2.	Спектроскопия.....	22

2. Экспериментальная часть. Обсуждение результатов.....	24
2.1. Материалы и методы.....	24
2.1.1. Характеристика сырья.....	24
2.1.2. Характеристика НП АВ.....	25
2.1.3. Получение кормовой муки.....	26
2.1.4. Методика определения НП АВ.....	27
2.1.5. Методика определения антиокислительного действия жира криля.....	28
2.1.6. Исследования состава каротиноидов.....	29
2.2. Влияние НП АВ на жирность кормовой муки.....	30
2.2.1. Исследование фракционного и жирнокислотного состава липидов подпрессового бульона.....	34
2.2.2. Исследование состава каротиноидов муки и подпрессовых бульонов.....	34
2.2.3. Исследование содержания НП АВ в муке, бульоне и жире.....	37
2.3. Исследование антиокислительного действия жира криля	37
2.4. Изучение состава каротиноидов липидов криля.....	38
2.5. Отработка режимов получения кормовой муки с применением НП АВ и антиокислителей.....	40
Заключение.....	42
Список использованных источников.....	43
Приложение.....	46

ВВЕДЕНИЕ

Исследования по теме явились продолжением работ 1981 года. Работами был охвачен малоизученный район промысла Южной Атлантики (о. Буве) в различные сезоны лова. Основной объём исследований выполнен в морской экспедиции во время научно-исследовательского рейса БМРТ "Аргус". Получены данные по сезонному колебанию жирности криля этого района промысла, данные по фракционному составу белков, липидов, активности протеолитических ферментов мелкого неполовозрелого криля. Работы выполнялись на свежем криле, а также на мороженом в процессе холодильного хранения. Получены биохимические характеристики криля с о. Буве, которые позволили охарактеризовать криль как технологическое сырьё при производстве мороженой продукции из целого криля и его фарша.

I. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На исследования поступал криль свежельовленный или замороженный непосредственно после вылова. Блоки мороженого криля покрывались слоем глазури не менее 4%, упаковывались в картонные короба и хранились при температуре не выше -18°C .

Общий химический состав криля определялся стандартными методами: триметиламиноксид по Линтцелю и Сноу /1/, гексозамины по Моргану и Эльсону /2/ в модификации Boas /3/, фракционный состав белков с помощью биуретового метода на ФЭК-56М, активность протеолитических ферментов по методу Ансона. Активность катепсина Д определялась по методу Ансона, в качестве субстрата брали 2% раствор сухого денатурированного гемоглобина. Исходным ферментным раствором служили 20% гомогенаты целого криля свежельовленного и мороженого. Активность определялась в течение 5 часов при $+37^{\circ}\text{C}$. Пробы забирались через каждый час. Активность выражали в мки тирозина/г час. Содержание липопротеидных комплексов определялось турбидиметрическим методом, стабильных липопротеидных комплексов - методом судановой пробы, групповой состав липидов - методом тонкослойной хроматографии на пластинках с закреплённым слоем силикагеля марки PRO в системе растворителей гексан:эфир:ледяная уксусная кислота (80:20:2), жирно-кислотный состав липидов методом газожидкостной хроматографии. Липиды извлекали бинарной смесью хлороформ:этанол в соотношении 1:2 по Блайю и Даоеру. Микроэлементарный состав определялся в Калининградском государственном университете методом пламенной фотометрии, микроэлементарный состав на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Ртуть определялась на ртутном анализаторе Mass-50, пестициды - газохроматографическим методом.

2. ТЕХНОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРИЛЯ

2.1. Размерно-массовый состав криля

Исследовался размерно-массовый состав криля, выловленного в районе о. Буве и о. Мордвинова. Основной объем работ выполнялся на свежем криле в период рейса БМРТ "Аргус" (район о. Буве), просматривались новые банки западнее и восточнее острова. Промысловых скоплений криля обнаружено не было. Криль встречался эпизодически и в небольшом количестве, в основном он был мелким и неполовозрелым. Размер криля района о. Буве колебался в основном в пределах 2,7 - 3,4 см, средняя масса не превышала 0,3 г. Криль был мелким, неполовозрелым, цвет панцирного покрова бледно-розовый. Лишь в двух случаях облавливался криль большего размера, длина рачков достигала 5,1 см. В сравнении с 1978 годом в этом районе в марте облавливался криль в основном половозрелый, посленерестовый (96,4%), колебание длины составило 3,2 - 6,0 см, преобладающий размер - 5,4 см. По всей видимости в 1981 году в районе о. Буве имел место сдвиг пика икрометания в сторону мая месяца, что обусловило появление стаяк молодежи в мае - июне месяце следующего года. В районе о. Мордвинова облавливался криль преимущественно крупный, средняя длина особи составила 5,2 см.

Таблица 2.1

Биологическая характеристика и размерный состав
криля

№ стан-ции	Дата вылова	Район промысла	Длина средн. см	Масса средняя, г	Соотноше-ние самцов и самок	Преоблада-ющая стадия зрелости
1	2	3	4	5	6	7
19	28.05.82	61°01' ю.ш. 9°58' з.д.	2,7	0,12	1:1,2	0:1
22	30.05.82	59°55' ю.ш. 3°51' з.д.	2,7	0,11	1:5	1
23	30.05.82	58°59' ю.ш. 3°59' з.д.	3,0	0,18	1:2	1
25	31.05.82	56°58' ю.ш. 3°58' з.д.	-	0,44	1:2	-
32	4.06.82	53°01' ю.ш.	5,0	0,96	1:1,4	4

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7
		0 ⁰ 08 ⁰ в.д.				
37	7.06.82	58 ⁰ 00 ⁰ в.п.	3,0	0,17	1:2	1
		0 ⁰ 01 ⁰ з.д.				
44	10.06.82	57 ⁰ 58 ⁰ в.п.	3,4	0,30	1:1	1
		4 ⁰ 12 ⁰ в.д.				
59	21.06.82	60 ⁰ 03 ⁰ в.п.	2,9	0,18	1:1	1
		7 ⁰ 59 ⁰ в.д.				
73	28.06.82	54 ⁰ 00 ⁰ в.п.	5,1	0,94	1:1	1:4
		16 ⁰ 01 ⁰ в.д.				
82	2.07.82	59 ⁰ 56 ⁰ в.п.	2,8	0,15	1:1,3	0; 1
		20 ⁰ 03 ⁰ в.д.				
3	2.02.82	62 ⁰ 00 ⁰ в.п.	5,2	0,66	-	-
		55 ⁰ 00 ⁰ з.д.				

Выход мяса для криля района о.Мордвина колебался в пределах от 29,4 до 35,3% (среднее значение 31,8%), т.е. на уровне низкого содержания мяса. Выход сырого панциря составил величину 46,4 - 50,4%, сухого - 10,8%. Криль о.Буве на массовый состав не анализировался.

2.2. Химический состав криля

Изучался химический состав криля вышеуказанных районов промысла. Жирность криля района о.Буве не превышала 4,6%, что характерно для мелких особей, находящихся на первом году жизни, а также для посленерестовых особей. Данная закономерность была отмечена и в 1978 году, однако жирность неполовозрелого, но нагульного криля этого района достигала 6,7%.

Выявлена некоторая зависимость между жирностью криля средней пробы и соотношением самцов и самок в улове. Как видно из таблиц 2.1 и 2.2, чем больше самок в улове, тем выше жирность средней пробы.

По сезонному колебанию жирности криля отмечены аналогичные закономерности, установленные для района о.Ю.Георгия, т.е. увеличение жирности особей к концу антарктического лета. Однако в отдельные годы

может происходить задержка икрометания и некоторый сдвиг цикла развития личинок, что и обуславливает появление в этот период партий мелкого криля невысокой жирности.

Таблица 2.2

Химический состав целого криля

№ станции	% к сырой ткани			
	влага	липиды	белковые в -ва	зола
19	83,2	3,1	-	-
22	83,7	3,6	-	-
23	78,5	4,3	-	-
25	75,9	5,8	-	-
32	77,5	3,9	-	-
37	69,3	4,6	-	-
44	79,4	2,2	-	-
59	-	2,0	-	-
73	-	2,5	-	-
82	80,0	2,0	-	-
3	79,9	2,2	14,5	3,4

2.3. Небелковые азотистые вещества криля

Исследовалась партия мороженого криля, выловленного в районе Ю. Шетландских островов (о. Мордвинова). Содержание небелкового азота в целом криле находилось на уровне 0,63%, в мясе - 0,43%, т.е. на уровне средних показаний для антарктического криля. Среди небелковых азотистых веществ одним из наиболее важных соединений является триметиламин (ТМА) и окись триметиламина (ТМАО). По содержанию ТМАО данная партия криля не отличалась от партий, исследованных ранее. В мясе криля азот ТМА также содержится в большем количестве, чем в целом криле (150 и 134,5 мг% соответственно). Количество азота ТМА невелико и составляет 1,7-1,9%. Наряду с азотистыми основаниями определялось содержание аминокислот и их изменения при температурной обработке. Выяснилась их устойчивость к воздействию высоких температур. Так, в целом свежесловленном криле содержание гексозаминов составило 41,1 мг%, в мясе - 17 мг%, после стерилизации соответственно 19 и 26,4 мг%.

Б. БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ

3.1. Состав и свойства белков криля

В 1982 году были продолжены биохимические исследования криля-сырца и мороженого криля. Исследован состав белков целого криля-сырца, выловленного в осенне-зимний период в районе о. Буве. Определено содержание общего белка в мелком криле двух размерных групп (27,7 и 29,7 мм), изучен фракционный состав растворимых белков, прослежена динамика фракционного состава (изменение растворимых белков) в процессе холодильного хранения криля.

Таблица 3.1

Содержание общего белка и соотношение растворимых
фракций белка в криле-сырце

Размер криля, мм и сезон лова	Растворимые фракции белка, %				
	Общий белок	Водораств.	Солераств.	Щелочераств.	Белки строма
29,7 июнь	9,7	5,6	2,4	1,4	0,7
27,7 июль	12,4	6,6	3,2	2,5	0,1

Количество общего белка в мелком криле-сырце низкое и находится в пределах от 9,7 до 12,4% (см. табл. 3.1), в то время как у криля крупного (длина 40-45 мм) содержание общего белка достигает 14-15% (данные 1981 года). Такое низкое содержание общего белка отражается и на выходе растворимых фракций. Основную фракцию растворимых белков составляют белки саркоплазмы. В два и более раз меньше экстрагируется солерастворимых белков.

Таблица 3.2

Содержание растворимых фракций белка в мелком
криле в динамике холодильного хранения (-18°C)

Длительность холо- дильного хр.	Общий белок, %	Растворимые фракции, %			
		водораств.	солераств.	щелочераств.	белки строма
1	2	3	4	5	6
0	9,7	5,6	2,4	1,4	0,3

Продолжение таблицы 3.2

I	2	3	4	5	6
30 суток	9,6	5,4	2,2	1,7	0,3
60 суток	9,8	4,3	2,2	3,1	0,2

В процессе холодильного хранения мелкого криля в течение двух месяцев резких изменений белкового состава мышечной ткани не выявлено (см. табл. 3.2). Несколько изменяется соотношение растворимых фракций в сторону увеличения щелочерастворимых за счёт денатурации части водорастворимых и солерастворимых белков. В содержании общего белка в целом мелком криле колебаний не отмечено. Снижение растворимости в основном выявляется при хранении криля в течение 3-4 месяцев и более. Эти данные подтверждаются ранее полученными результатами.

3.2. Исследование активности протеолитических и липолитических ферментов

Изучалась активность протеолитических ферментов криля-сырца, активность протеиназ в динамике холодильного хранения его в морских условиях и активность ферментов мороженого криля, доставленного на берег 4-5 месяцев холодильного хранения. Об активности протеиназ судили по скорости нарастания тирозина в процессе протеолиза при $+37^{\circ}\text{C}$ в течение 3 часов (метод Ансона).

Таблица 3.3

Активность протеаз криля-сырца целиком
(мкмоль/г час)

Дата лова	7.06.82	10.06.82	28.06.82
Криль-сырец района о. Буве	2,46	0,83	0,92

Полученные результаты подтверждают данные по активности протеолитических ферментов криля-сырца целиком (исследования 1981 г). По размерному составу криль был более мелкий, чем в прошлом году, однако не отличался по физиологическим особенностям. Высокая активность криля-сырца, выловленного 7.06.82 может быть связана с тем, что эта

партия криля характеризовалась максимальным наполнением желудочно-кишечного тракта, в то время как в других уловах наблюдался криль непитающийся или с небольшим наполнением желудка. Другая причина повышения активности протеиназ – задержка криля на палубе до первичной обработки (5 часов). Учитывая высокую степень наполнения желудочно-кишечного тракта, это могло привести к повышению активности протеолитических ферментов в результате начавшегося автолиза. Исследуемая партия криля была заложена на хранение.

Таблица 3.4

Активность протеиназ криля в динамике холодильного хранения (мкмоль/г час)

Срок хранения, мес.	0	1	2	3
Активность ферментов	2,46	1,91	1,81	3,42

При исследовании протеиназ криля в динамике холодильного хранения выявлено, что в первый и второй месяц хранения наблюдается небольшой спад активности ферментов криля и лишь к 3 месяцам активность протеиназ повышается (см. табл. 3.4). Это несколько расходится с данными, полученными нами ранее (спад в 1 и 2 месяца), но сохраняется общая тенденция к незначительному повышению активности ферментов к 2-3 месяцам холодильного хранения за счёт высвобождения из клеточных структур лизосомальных ферментов и частичного гидролиза, т.к. низкие температуры только тормозят процессы гидролиза, но не останавливают их полностью.

В таблице 3.5 показана активность протеолитических ферментов мороженого криля, выловленного в январе 1982 г в районе о. Мордвинова.

Таблица 3.5

Активность протеиназ мороженого криля

Срок хранения, мес.	Активность протеиназ (мкмоль/г час)		
	Мышечная ткань	фарш	целый криль
4	1,48		3,36
5	2,11	1,86	2,59
6	2,30	1,34	2,40

На исследование поступил мороженный криль 4 месяцев холодильного

хранения с активностью 3,36 мкмоль/г час у целого криля и 1,48 мкмоль/г час мышечной ткани. Высокая активность протеиназ целого криля может быть связана с питанием, т.к. анализировался криль питающийся, зелёный. Это особенно заметно в сравнении с активностью протеиназ непитающегося криля, выловленного в том же районе в апреле и хранившегося 4 месяца: целый криль - 1,92, мышечная ткань - 0,80 мкмоль/г час. При последующем хранении до 5 и 6 месяцев наблюдался спад активности в целом криле и повышение в мышечной ткани, что объясняется частичной денатурацией белков в целом криле и диффузией ферментов в мышечную ткань (табл. 3.5). В фарше также отмечался незначительный спад активности протеиназ.

Активность липолитических ферментов (см. табл. 3.6) изучалась на трёх партиях мороженого криля.

Таблица 3.6

Активность липаз мороженого криля
(ед/г мышечной ткани)

Дата вылова	Район вылова	Срок хранения, мес.	Активность липаз		
			мыш. ткань	фарш	целый криль
01.82	о. Мордвинова	5	6,0	6,40	9,73
6.01.82	о. Мордвинова	6	5,60	6,01	10,33
6.04.82	о. Мордвинова	4	0,70	-	1,98
16.06.81	о. Ю. Георгия	4	0,93	-	1,93

Январский криль имеет высокую активность липаз, а активность липаз апрельского криля в 5 раз ниже. Как и в случае протеиназ заметно влияние питания криля на активность его липолитических ферментов. Январский криль отличался максимальным наполнением желудочно-кишечного тракта. Для непитающегося криля получены данные по активности липаз, подтверждающие результаты прошлого года (1,98 и 1,93 ед/г мышечной ткани). Как выявлено ранее, активность липаз мышечной ткани ниже в сравнении с целым крилём (см. табл. 3.6).

Проведена работа по изучению изменений активности липаз целого криля, находившегося на палубе 0,2 и 4 часа, а также активность липаз фарша из этого криля.

Таблица 3.7

Активность липаз целого криля и фарша (ед/г мыш. тк.)

Срок холодильного хранения, мес.	Длительность хранения на палубе (час)						
	0	2	4	!	0	2	4
	целый криль			!	фарш		
0	3,01	1,78	1,73		2,97	1,68	1,64
I	4,92	2,07	1,98		5,18	4,76	4,43

Данные таблицы 3.7 показывают, что активность липаз в целом криле и фарше из него находится на одном уровне (до холодильного хранения). Видимо, при отмывке фарша липазы не удаляются. При хранении криля на палубе 2 и 4 часа наблюдается спад в активности липаз. При холодильном хранении целого криля и фарша в течение I месяца наблюдается повышение активности липаз, особенно этот рост заметен в фарше. Вероятно, в фарше наблюдается более высокая активность липаз в связи с большей подготовленностью его к липолизу (нарушение клеточных структур, выход лизосомальных ферментов). Повышение активности липаз в первый месяц холодильного хранения подтверждается литературными данными /5/.

На мороженом криле проведена работа методического характера. Отработана методика определения активности липаз (ферментов) по цветной реакции. Метод основан на нахождении одного и того же определённого эффекта в систематическом ряду разведений исследуемого материала. Благодаря большому разведению материала есть возможность наблюдать ферментное действие в условиях снятия или ослабленного влияния естественных ингибиторов, нередко сопутствующих ферменту. Гидролиз жира под влиянием ферментов регистрировался по сдвигу pH, вызывающему изменение окраски индикатора нейтралпрота в присутствии боратного буфера определённой ёмкости. В качестве субстрата для действия липазы использовали трибутирил, реакция расщепления которого, в отличие от многих других жиров, протекает необратимо под влиянием указанного фермента. Установлены следующие режимы эксперимента: температура $+37^{\circ}\text{C}$, термостатирование I час, pH инкубируемой смеси 8,0. Получены первые данные по активности липаз криля методом цветной реакции.

3.3. Исследование активности катепсина Д

В 1982 г продолжены исследования по выявлению закономерностей изменения кислой протеазы катепсина Д в криле-сырце. Впервые эти исследования начаты были нами в 1981 г, которые показали, что активность катепсина Д в целом криле-сырце не зависит от размера криля, стадии зрелости, а зависит только от активности питания криля. Активность катепсина Д была высокой как в целом криле-сырце, так и в отдельных частях его тела (от 45 до 14 мкмоль тирозина/г час).

В этом году в районе о. Буве облавливался криль в основном очень мелкий (26,7 - 34,3 мм), питание было слабым (1-2 балла), поэтому необходимо было проследить за динамикой активности катепсина Д слабопитающегося криля при хранении его на палубе в течение 8 час (0 - 2 - 4 - 8 час) при температуре от +2 до +5°C и при последующем холодильном хранении через 1-2-3 месяца при температуре -18°C. Кроме того продолжались наблюдения за активностью катепсина Д в мороженом криле длительного срока хранения, а также в мороженом фарше из этого криля, заготовленного в 1981 г во время рейса БМРТ "Аргус".

Как показали исследования максимальная активность катепсина Д в эксперименте определяется после 1 часа инкубации проб при +37°C. Далее скорость ферментативного процесса падает, но она остаётся на высоком уровне и после 5 часов инкубации.

На рис. 3.1 показано, что после 2 часов пребывания криля-сырца на палубе активность катепсина Д возрастает, выше она становится после 4 часов хранения криля на палубе, после 8 часов активность катепсина Д начинает несколько снижаться, но она остаётся выше, чем у криля свежевывловленного. Таким образом активность катепсина Д при хранении на палубе криля-сырца непитающегося повышается до 4 часов хранения, а затем снижается. Поэтому длительное пребывание криля-сырца на палубе даже при температуре 2-5°C пагубно сказывается на качестве криля. Учитывая максимальную активность катепсина Д при 4 часовом хранении непитающегося криля-сырца задержка криля до обработки не должна превышать 4 часов.

Если сравнить полученные в 1982 году данные по активности ферментов криля-сырца с данными этого же сезона 1981 г, то свежевывловленный криль района о. Ю. Георгия, исследованный в мае месяце с наполнением желудка 2 балла дал в два раза большую активность, а после пребывания на палубе в течение 2 - 4 часов автопротеолиз

Динамика активности катепсина Д при холодильном хранении

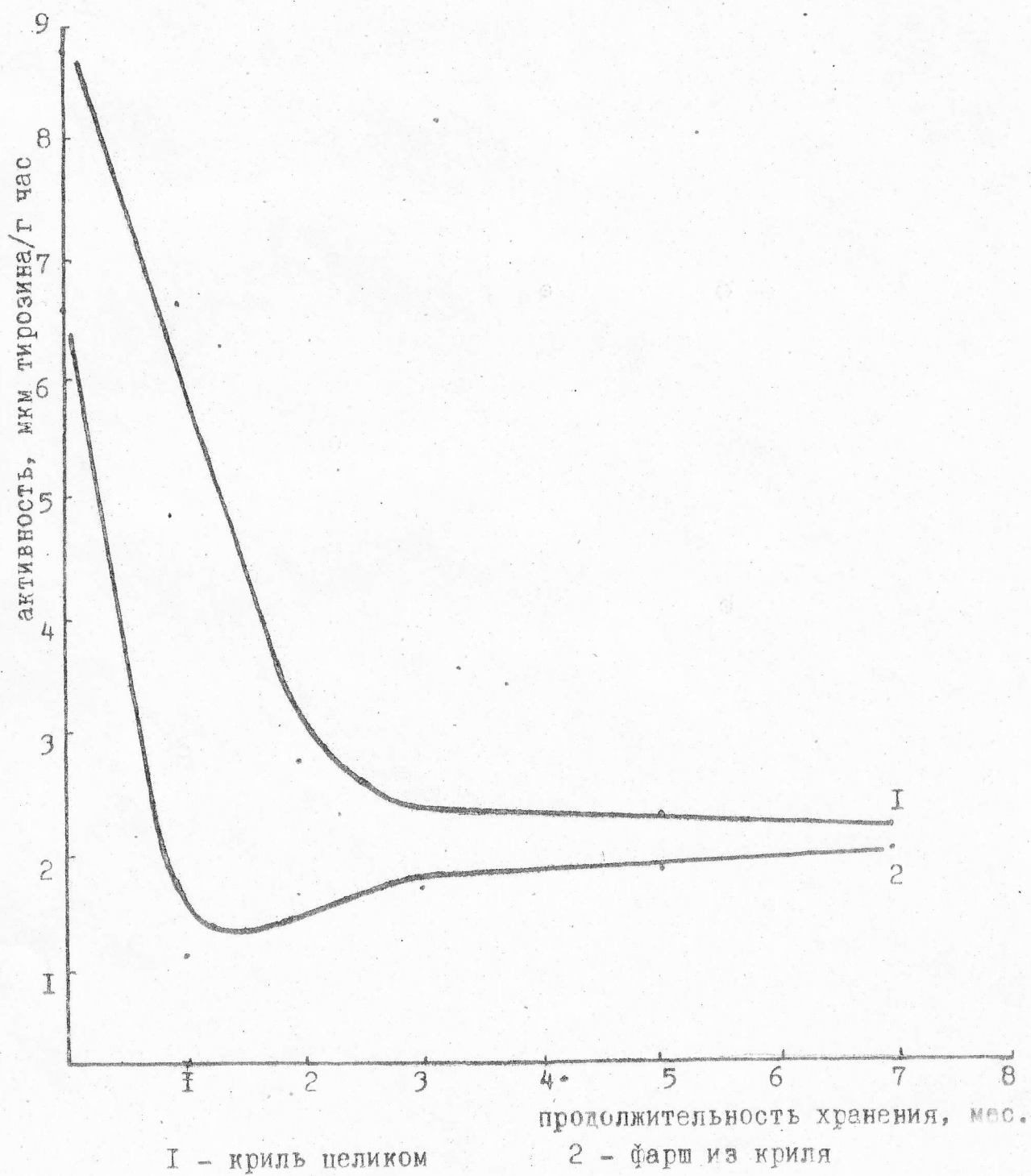


Рис. 3.1

протекал более активно, чем у криля непитающегося (данные 1982 г). В криле-сырце активность катепсина Д до замораживания выше, чем через месяц холодильного хранения, т.к. замораживание резко затормаживает все ферментативные процессы, но не останавливает их (рис. 3.2). Активность катепсина Д через 2 месяца холодильного хранения вновь начинает расти, но не достигает первоначального уровня. Через 3 месяца хранения криля максимальная активность выявлена после часового протеолиза, а далее до 5 часов инкубации скорость процесса оставалась на уровне активности 2 месячного хранения криля (2,0 - 2,5 мкмоль тирозина/г час). Исследована динамика активности катепсина Д при длительном хранении мороженого криля и фарша из него, заготовленного в 1981 г, в мае месяце, район вылова - о. Ю. Георгия (рис. 3.3). Установлено, что длительное хранение фарша при низких температурах возможно, т.к. двухкратная промывка водой освобождает фарш от ферментов головы (от пищеварительных ферментов) и это улучшает условия его хранения. Замораживание в первые месяцы резко снижает активность катепсина Д, скорость протеолиза замедляется. Однако процесс медленно идет и до седьмого месяца хранения. В криле процесс протеолиза идет более интенсивно.

Таким образом при длительном холодильном хранении (7 месяцев) криля и фарша из него активность катепсина Д резко снижается в первый месяц хранения, а в последующие месяцы она остается почти на одном уровне (1,5 - 2 мкмоль тирозина/г час). При длительном хранении криля и фарша из него при низких температурах активность катепсина Д только частично подавляется. Однако процесс автолиза идет у криля более активно, чем у рыб, на что указывает повышение активности катепсина Д при холодильном хранении криля.

3.4. Исследование липопротеидных комплексов криля

Содержание β -липопротеидов (β -ЛП) и стабильных липопротеидных комплексов определялось в криле района о. Ю. Георгия. Прослежена динамика этих показателей на свежем криле, а также в процессе холодильного хранения. До замораживания криль-сырец выдерживался на палубе в течение 0,2 и 4 часов. Все три партии криля, а также фарш исследовались в течение 8 месяцев холодильного хранения (см. табл.

Динамика активности катепсина Д в целом криле при хранении на палубе

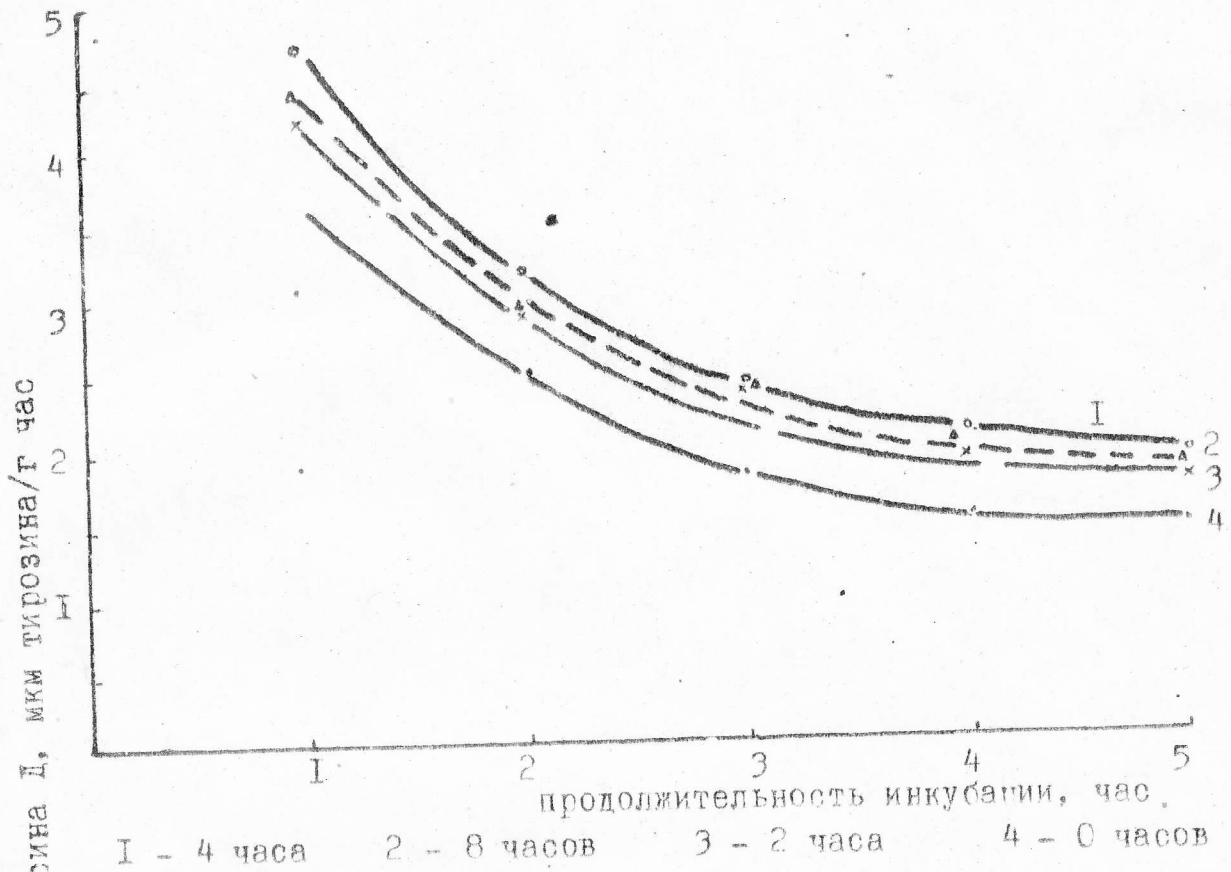


Рис. 3.2

Динамика активности катепсина Д в целом криле при холодильном хранении.

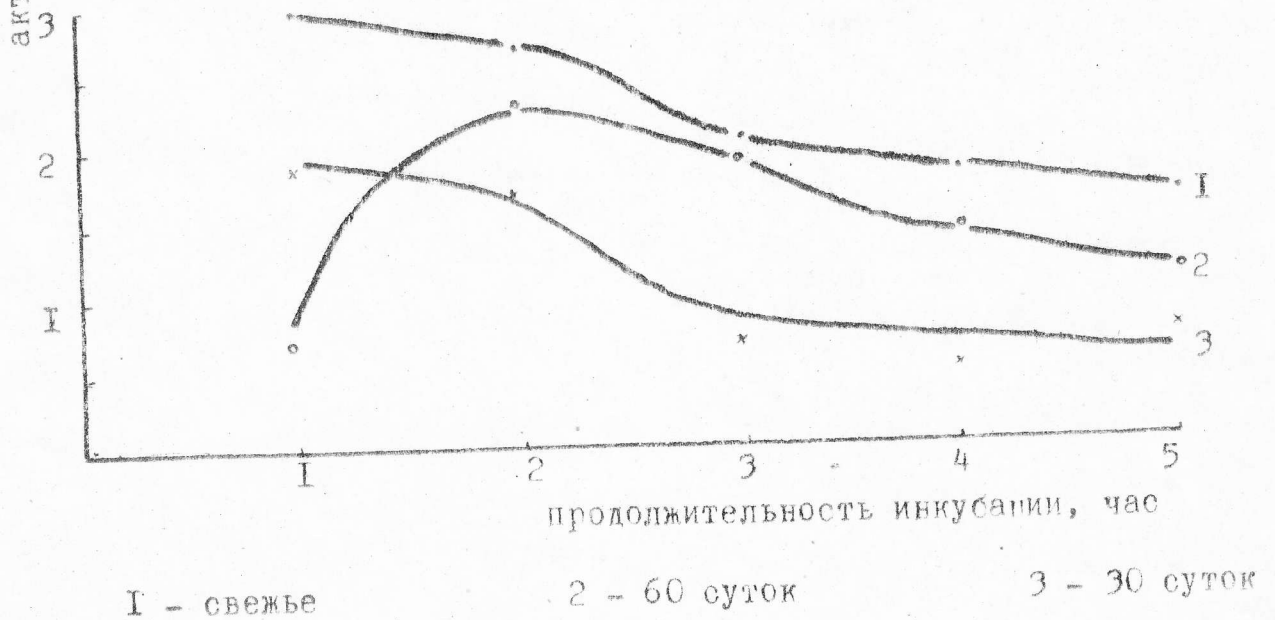


Рис. 3.3

3.8). Для всех партий криля достаточно хорошо прослеживается закономерность изменения содержания как β -ЛП, так и стабильных ЛПК. До 1,5 месяцев хранения наблюдается спад β -ЛП и стабильных ЛПК за счёт, видимо, распада нативных ЛП. При дальнейшем хранении наблюдается прирост содержания липопротеидов за счёт высвобождения их из клеточных структурных образований и взаимодействия с белками продуктов окисления жиров с образованием так называемых "вторичных ЛПК". Структурная организация криля более лабильна по сравнению с рыбами, т.к. образование вторичных ЛПК у последних достигает максимума к 5-6 месяцам хранения, а у криля к 3 месяцам.

Таблица 3.8

Изменение содержания β -ЛП и стабильных ЛПК в процессе холодильного хранения криля и фарша из него в зависимости от сроков задержки на палубе (0, 2 и 4 часа)

Продолжительность хранения холодильного	Криль целиком				Фарш		
	0	2	4	1	0	2	4
0 мес							
стаб. ЛПК	7	11	12		6	6	10
β -ЛП	80	92	100		80	84	82

1 мес							
стаб. ЛПК	7	9	9		6	5	5
β -ЛП	69	81	92		81	80	84

1,5 мес							
стаб. ЛПК	4	5	7		3	3	3
β -ЛП	62	72	90		62	51	79

2 мес.							
стаб. ЛПК	7	7	9		5	4	3
β -ЛП	82	86	89		74	79	79

2,5 мес.							
стаб. ЛПК	8	7	8		5	4	5
β -ЛП	85	100	98		80	83	86

3 мес							
стаб. ЛПК	8	7	7		6	5	7
β -ЛП	89	114	-		84	97	99

Продолжение таблицы 3.8

Продолжительность хранения холодного	Крыль целиком			Фарш		
	0	2	4	0	2	4
5 мес.						
стаб. ЛПК	42	32	21	32	28	22
β -ЛПК	81	74	68	107	102	92
8 мес.						
стаб. ЛПК	21	-	-	16	-	-
β -ЛПК	139	-	-	128	-	-

При хранении крыля-сырца на палубе в течение 2 и 4 часов происходит заметное повышение содержания β -ЛПК и менее значительное стабильных ЛПК. Видимо это связано с быстро идущими процессами высвобождения нативных ЛПК из клеточных структурных образований.

На крыле района о. Ю. Георгия и района о. Мордвинова прослежено изменение содержания ЛПК в крыле и их стабильности при нагреве в интервале температур от 20° до 100°С. В таблице 3.9 показано, что с повышением температуры β -ЛПК разрушаются, причём наименьшее их содержание отмечается при 40-50°С. Дальнейшее повышение температуры приводит к увеличению их содержания, которое достигает наибольшего значения при температуре 60°С. Стабильность же этих соединений падает. Известно, что скорость окисления существенно зависит от температуры, состава липидов мембран (фосфолипидов), присутствия некоторых химических веществ, высоко эффективных даже в малых концентрациях. Скорость окисления липидов мембран определяется соотношением скоростей трёх стадий окисления (зарождение и продолжение цепи, обрыв цепи, разветвление) и регулируется несколькими системами, действие которых как защитное, так и пусковое, взаимосвязано [6].

Таблица 3.9

Изменение содержания β -ЛПК при тепловой обработке крыля

Район вылова	Температура обработки крыля, °С						
	20	30	40	50	60	70	80
о. Ю. Георгия	128	118	106	97	134	124	100
о. Мордвинова	102	89	72	79	85	70	60

Происходящее увеличение содержания β -ЛП можно, видимо, объяснить интенсивным окислением фосфолипидов в этом диапазоне температур (40-60°C), т.к. суммарные липопротеиды в криле такого срока хранения (о. Мордвинова 4 мес.) состоят как из вторичных ЛПК, так и из нативных, высвобождающихся из клеточных структур, фосфолипиды которых интенсивно окисляясь, способствуют образованию вторичных ЛПК. Дальнейшее увеличение температуры приводит к распаду β -ЛП, денатурации белка.

3.5. Фракционный и жирнокислотный состав липидов криля

Исследовался липидный состав криля 5 партий, выловленных в июне и июле 1981 г. в районе о. Ю. Георгия, в феврале и апреле 1982 г. в районе Ю. Шетландских островов и в июне 1982 г. в районе о. Буве. Криль замораживали и хранили в морозильной камере при температуре -18°C в течение 3-4 месяцев. Июльскую партию криля стерилизовали в герметичных банках и хранили в течение 10 месяцев для проверки возможности использования этого способа заготовки образцов для анализа липидов. Результаты исследований (табл. 3.10 и 3.11) подтверждают вывод, сделанный в предыдущие годы о зависимости состава липидов от физиологического состояния криля. Отмечалось, что содержание триглицеридов нарастает начиная с ноября и достигает максимума в мае, в то же время количество СЖК уменьшается. Так, содержание триглицеридов (ТГ) максимально в криле, выловленном в апреле - 50,68%, в остальных партиях эта величина составляет 20-40%.

Содержание СЖК колеблется в пределах 10-26%, что отмечалось и в предшествующие годы. Содержание фосфолипидов мороженого криля обычно составляет 11-25% в целом и 7-15% в мясе. Аналогичные результаты получены и в этом году. Особо следует отметить партию криля, выловленного в районе о. Буве, в составе липидов которого обнаружены фосфолипиды в количестве 31,0% (в сырце и мороженом криле - 3 мес. хранения), причём криль был очень мелкий и неполовозрелый (см. табл. 3.10).

Полученные данные позволяют высказать предположение о том, что повышенное содержание фосфолипидов может быть характерно для мелкого неполовозрелого криля, в организме которого идут активные биохимические процессы, причём фосфолипиды при этом выполняют важную функцию строительного материала клеток. Ферментная активность такого криля также находится на более высоком уровне. В связи с

вышеуказанными положениями сроки хранения мелкого криля будут отличаться от общепринятых схем в сторону их сокращения.

Таблица 3.10

Фракционный состав липидов криля, %

Фракции липидов	Наименование образца							
	июнь 1981		июль 1981		февр.82	апрель 82	июнь 82	
	целый	мясо	целый	мясо	целый цел.	целый	целый	целый
Фосфолипиды	11,42	7,10	14,95	11,49	8,47	25,12	13,69	30,94
Каротиноиды, I2, I9 моноглицериды	12,19	12,26	6,23	6,28	14,65	9,75	5,48	20,50
Стерины	0,76	3,23	3,58	3,28	11,73	3,90	5,48	6,53
Диглицериды	2,79	3,23	2,65	6,44	-	10,24		
СЖК	14,21	26,45	20,40	22,63	16,51	17,80	10,50	13,58
Триглицериды	39,59	37,42	39,40	33,11	24,10	21,46	50,68	14,88
Эфиры стеринов	8,88	5,81	4,67	5,43	14,33	4,88	2,28	9,00
Воска, угле- водороды	10,15	4,52	8,10	11,34	10,20	6,83	9,12	4,57
Жирность, %	5,1	2,8	3,2	1,9	3,9	2,2	-	2,5
Срок хране- ния, мес.	3	3	3	3	10	3	4	2

При сравнении фракционного состава липидов мороженого криля и стерилизованного установлено, что содержание фосфолипидов и ТГ несколько снижается при тепловой обработке, что указывает на илущие процессы гидролиза липидов. Значительно увеличивается количество стеринов и стеридов, что связано с термической обработкой, в результате которой происходит разрыв прочной связи этих фракций липидов с белком, а это способствует их более полному выделению при элюции растворителем. Из-за разных сроков хранения мороженого и стерилизованного криля невозможно дать точного ответа о возможности использования заготовки образцов криля с помощью тепловой стерилизации для последующего анализа его фракционного состава. Но данные жирнокислотного состава показывают идентичность содержания отдельных жирных кислот в мороженом и консервированном криле. Заготавливать криль в виде консервов для анализа жирных кислот возможно, но необходимо провести дополнительные исследования.

Основными жирными кислотами липидов криля являются пальмитиновая (16:0), стеариновая (18:0), олеиновая (18:1). Если рассматривать

содержание жирных кислот в зависимости от длины углеводородной цепи, то обнаруживается, что доминирующими являются жирные кислоты ряда пальмитиновой и стеариновой кислот. Количество пента- и гекса-еновых кислот колеблется в пределах 8-10%, что делает криль ценным продуктом питания.

Условием сбалансированного рациона питания является соотношение полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот равное 0,3. Для большинства партий криля это соотношение составляет близкую величину и колеблется в пределах 0,4-0,6%.

В февральской партии криля определено содержание общего липидного сахара, которое составило 12,91% от общего содержания липидов, что указывает на высокое присутствие гликолипидов в криле. Данный факт может иметь значение при выяснении причин почернения криля.

Таблица 3.II

Жирнокислотный состав липидов криля, %

Код кислоты	Наименование образца					
	июнь 1981 !		июль 1981 !		февраль 1982	
	целый	целый	целый ^x	мясо ^x	целый	мясо
I	2	3	4	5	6	7
∑ нм	1,06	1,18	0,47	1,05	0,38	1,00
12:0	0,15	0,09	0,20	0,11	0,10	0,02
13:0	0,19	0,09	0,13	0,09	0,14	0,03
14:0	9,03	7,19	8,50	9,83	9,85	6,69
15:0	0,30	0,23	0,45	0,26	0,21	0,37
16:0	27,45	25,61	23,36	25,00	18,29	14,01
17:0	-	-	-	-	1,79	1,67
18:0	3,55	4,61	10,58	6,62	7,59	10,24
∑ п:0	40,67	37,82	43,22	41,91	37,97	33,03
14:1	0,64	0,91	0,72	0,86	0,41	0,39
16:1	1,54	1,94	-	2,20	12,05	12,42
18:1	22,21	22,31	15,07	20,86	15,24	15,15
20:1	2,26	1,88	1,28	3,28	1,58	4,70
22:1	10,31	15,43	10,93	9,82	11,82	6,79
∑ п:1	36,96	42,47	28,00	37,02	41,10	39,45
16:2	3,71	4,23	4,17	3,43	2,02	0,68
18:2	0,79	1,02	2,30	1,49	1,06	1,13

Продолжение таблицы 3. II

I	2	3	4	5	6	7
20:2	1,78	0,25	0,65	0,69	1,45	8,00
Σ п:2	6,28	5,50	7,12	5,61	4,53	9,81
18:3	2,47	2,57	2,77	4,51	2,46	1,57
20:3	0,39	0,64	0,31	0,69	0,29	0,33
Σ п:3	2,86	3,21	3,08	5,20	2,75	1,90
18:4	-	-	-	-	0,71	0,25
20:4	0,62	-	7,20	-	3,68	1,83
22:4	-	0,37	-	0,32	0,79	2,49
Σ п:4	0,62	0,37	7,20	0,32	5,18	4,57
20:5	1,76	1,61	1,28	2,26	1,18	1,46
22:5	5,82	7,02	8,44	4,50	6,90	5,64
22:6	0,82	0,30	0,13	1,18	-	3,14
Σ п:5,6	8,40	8,93	9,85	7,94	8,08	10,24
Σ п:2,3,4,5,6	0,44	0,47	0,63	0,45	0,54	0,80
Σ п:0						
Σ 16:0,1,2,3,4	32,70	31,78	27,53	30,63	32,36	27,11
Σ 18:0,1,2,3,4	29,02	30,51	30,72	33,48	27,06	28,34
Σ 20:1,2,3,4	6,81	4,38	10,72	6,92	8,08	14,86
Σ 22:4,5,6	16,95	23,12	19,50	15,82	7,69	11,27

X - тепловая стерилизация

При исследовании жирнокислотного состава отдельных липидных фракций - фосфолипидов (ФЛ), свободных жирных кислот (СЖК) и триглицеридов (ТГ) и общих липидов криля (целиком, мясо), выловленного в апреле, установлено, что основную часть жирных кислот как во фракциях, так и в пробах общих липидов, составляют предельные и мононепредельные кислоты. Данные по составу жирных кислот (табл. 3.12) позволяют сделать предположение о распределении жирных кислот во фракциях и степени их элюции растворителем. Так, содержание пента- и гексаеновых кислот выше в фосфолипидах целого криля, чем в ФЛ мяса и значительно ниже в ТГ целого криля по сравнению с ТГ мяса. Это, очевидно, связано с тем, что непредельные ФЛ, обладающие большой энергоёмкостью, распределяются в большей степени под хитиновым панцирем и при удалении последнего, удаляются вместе с ним, а ТГ распределяются в толще тела и служат

Таблица 3.12

Жирнокислотный состав общих липидов и отдельных
фракций криля, %

Код кислоты	Наименование образца									
	апрель 1981 г						июнь 1982 г			
	целый		мясо		целый		мясо		целый	
	ФЛ	СЖК	ФЛ	СЖК	ТГ	ФЛ	СЖК	ТГ	ФЛ	СЖК
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Σ нм	0,75	5,06	1,83	2,70	2,57	6,13	1,56	1,58	1,47	
12:0	0,03	0,82	0,20	-	3,92	0,78	0,43	0,20	0,83	
13:0	0,28	0,24	0,39	1,16	1,79	-	0,26	0,12	-	
14:0	5,12	11,85	6,11	13,97	13,77	5,80	6,25	5,03	6,13	
15:0	1,93	0,22	0,47	0,45	4,48	0,89	0,32	0,30	4,57	
16:0	17,11	44,74	20,24	26,27	41,66	22,30	17,35	19,80	19,08	
17:0	-	-	1,07	-	-	0,89	-	-	4,33	
18:0	5,74	1,63	4,10	-	2,24	8,92	6,36	9,13	4,53	
24:0	0,48	-	-	-	-	-	1,51	-	-	
Σ п:0	30,69	59,50	32,58	41,85	67,86	39,58	32,48	34,58	39,47	
14:1	2,00	1,85	1,10	2,07	1,01	1,34	0,79	0,62	4,06	
16:1	3,98	1,09	4,14	5,80	1,34	5,57	4,84	7,81	5,06	
18:1	22,04	18,49	19,88	14,42	17,92	17,95	16,65	14,20	18,55	
20:1	3,26	1,96	6,07	2,19	5,49	6,69	8,20	6,86	2,70	
22:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Σ п:1	31,28	23,39	31,19	24,48	25,76	31,55	30,48	29,39	30,37	

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16:2	3,43	0,82	0,39	4,25	0,45	0,67	1,50	1,48	2,64
18:2	0,86	0,54	2,37	3,86	-	1,78	2,12	1,42	2,10
20:2	0,83	-	2,37	-	-	-	-	-	0,81
Σ п:2	5,12	1,36	5,13	8,11	0,45	2,45	3,62	2,90	5,55
16:3	2,08	0,54	0,69	2,32	-	0,67	0,71	0,71	2,25
18:3	0,10	1,55	0,83	6,31	-	1,12	0,73	0,41	1,21
20:3	16,26	3,26	12,23	9,79	-	3,79	8,69	8,66	9,12
Σ п:3	18,44	5,35	13,75	18,42	0,00	5,58	10,13	9,78	12,58
18:4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20:4	-	-	0,71	-	-	6,69	2,12	2,92	0,28
22:4	0,21	1,31	1,03	-	-	1,56	3,35	3,85	0,26
Σ п:4	0,21	1,31	1,74	0,00	0,00	8,25	5,47	6,77	0,54
20:5	3,26	-	4,73	0,97	3,36	4,01	6,00	5,48	2,17
22:5	9,40	4,03	7,46	3,48	-	2,45	7,74	7,79	6,23
22:6	0,86	-	1,58	-	-	-	1,51	1,62	1,09
Σ п:5,6	13,52	4,03	13,77	4,45	3,36	6,46	15,25	14,89	9,49
<u>п:2,3,4,5,6</u>									
п:0	1,21	0,20							0,71
Σ 16:0-4	26,60	47,19	25,46	38,64	43,45	29,21	24,40	29,80	29,03
Σ 18:0-4	28,74	22,21	27,18	24,59	20,16	29,47	25,86	25,16	26,39
Σ 20:1-4	23,61	5,22	26,11	12,95	8,85	21,18	25,01	23,92	15,08
Σ 22:4-6	10,47	5,34	10,07	3,48	0,00	4,01	12,60	13,26	7,58

энергетическим резервом организма. Во всех исследованных фракциях липидов, также как и в общих липидах, преобладают пальмитиновая (16:0), стеариновая (18:0), олеиновая (18:1), а также миристиновая (14:0) и эйкозатриеновая (20:3) кислота. Полученные результаты также показывают, что доминируют кислоты с 16, 18, 20 атомами углерода в цепи, что характерно для большинства морских организмов.

Работы по определению жирнокислотного состава отдельных липидных фракций будут продолжены для получения более ясной картины распределения жирных кислот в них.

4. МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ КРИЛЯ

Элементарный состав антарктического криля района моря Скоша и Белинстаузена февральско-апрельского периода лова довольно подробно изучен в работе /7/, материалы которой свидетельствуют, что содержание элементов группы переходных металлов в рачках может меняться в 5 - 10 раз в основном в зависимости от физиологического состояния (пол, возраст, питание, период нагула). Содержание многих, полученных авторами микроэлементов найдено различным у половозрелых особей разного пола, тогда как микроэлементарный состав неполовозрелых самцов и самок криля оказался весьма сходным. С точки зрения пищевой и кормовой ценности криля, как промышленного объекта, необходимо знание элементарного состава рачков в течение всего года, охватывающего полный цикл изменения физиологического состояния криля, так же как и зависимости состава рачкой от района лова.

С этой целью в отчетном году продолжались исследования по изучению элементарного состава криля. Результаты вместе с материалами, полученными в прошлые годы, представлены в таблице 4.1.

Аналізу подвергалась средняя проба из нескольких (5-6) целых рачков. Обращает внимание относительное постоянство содержания макроэлементов - натрия, калия, кальция, магния, фосфора - вне зависимости от времени вылова (высокое содержание фосфора в майском криле мы относим пока к экспериментальной ошибке). Повышенное, в сравнении с океанскими рыбами и беспозвоночными, содержание натрия /8/ связано, по нашему мнению, с тем, что для анализа использовался рачок целиком, а не только мышечная ткань.

Диапазон величин содержания элементов группы переходных металлов, найденный нами, несколько уже зарегистрированного авторами работы /7/ (см. табл. 4.2). Как видно из таблицы 4.2 средние величины содержания всех металлов, полученные нами, в 2-3 раза ниже. Связано ли это с тем, что мы располагали меньшим числом партий криля или оказались различия в районах лова, пока не ясно.

Согласно литературным данным /7/ в криле тихоокеанском содержание меди, цинка, никеля и кадмия выше, а железа ниже, чем в атлантическом, тогда как содержание марганца практически одинаково, т.е. не зависит от района лова. Наши результаты по содержанию железа, никеля и марганца в эти представления не укладываются. Величины содержания всех металлов группы переходных элементов в двух партиях фарша из криля (опытные партии, полученные на линии, установленной на НИС "Агрус") очень хорошо согласуются с данными, найденными в целом криле (табл. 4.3).

Таблица 4.1

Содержание металлов в антарктическом криле (мг/кг сырого веса)

Время лова	Район лова	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Cr	Cd
01.80	Ю.Шетландские О-ва	285	240	210	400	170	3,06	0,73	1,08	29,0	0,43	0,17	0,14
02.80	"	350	155	270	390	140	31,00	0,62	7,92	27,5	0,70	0,17	0,23
02.81	море Лазарева	310	310	240	320	150	2,30	0,52	23,67	10,78	0,86	0,09	1,03
03.81	"	320	200	240	210	110	4,60	0,35	10,4	22,1	0,53	0,33	0,10
05.81	о.Ю.Геоργия	410	360	255	270	450	2,96	0,18	7,46	3,4	0,27	0,03	0,05
06.80	"	320	250	225	230	110	13,8	0,58	21,3	7,6	0,78	0,12	0,14
06.81	"	360	230	250	240	160	4,25	0,42	18,03	9,2	0,78	0,10	0,15
07.81	"	320	240	220	260	150	6,21	0,47	17,8	9,5	0,78	0,13	0,11
08.79	"	275	135	285	230	105	6,66	0,37	11,6	7,3	0,82	0,12	0,94
09.79	Ю.Оркнейские О-ва	270	205	270	230	140	9,62	0,33	10,0	26,3	0,43	0,08	0,15
Среднее значение		330	230	240	280	140	8,45	0,46	12,9	15,3	0,60	0,13	0,30

Таблица 4.2

Диапазон величин и средние значения содержания металлов в криле

Ссылки	<u>min - max</u> , мг/кг сырого веса						
	средн. знач.						
	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Cr	Cd
Наши данные	<u>2,3-30,7</u>	<u>0,18-0,73</u>	<u>1,06-23,7</u>	<u>3,4-29,3</u>	<u>0,27-0,86</u>	<u>0,03-0,33</u>	<u>0,05-1,03</u>
	8,45	0,46	12,9	15,3	0,60	0,13	0,30
/7/	<u>5,0-40,0</u>	<u>0,4-2,2</u>	<u>4,0-42,0</u>	<u>7,0-28,0</u>	<u>0,7-5,0</u>	-	<u>0,4-2,9</u>
	16,0	1,3	24,0	18,0	2,0		1,3

Таблица 5.3

Содержание металлов (мг/кг сырого веса) в фарше из криля

Сырье	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Cr	Cd
Фарш с линии, непромывтый, ЮЗА, 05.81	7,82	0,31	21,8	8,4	0,57	0,27	0,09
Фарш с линии, непромывтый, ЮЗА, 1982 г	14,0	0,38	9,73	11,5	0,66	0,44	0,08

С целью выяснения распределения металлов в твёрдых и мягких тканях криля выполнен анализ панциря криля и крилёвого фарша одной партии (см. табл. 4.4).

Таблица 4.4

Содержание элементов в панцире и фарше криля
(мг/кг сухого веса)

Элементы	Панцирь непромытый, высушенный	Фарш непромытый
Влажность, %	14,15	83,4
Фосфор, мг%	11,0	570
Железо	16,1	84,5
Марганец	1,02	2,3
Медь	5,65	68,6
Никель	1,86	3,98
Цинк	5,68	69,5
Хром	0,40	2,65
Кадмий	0,23	0,48

Оказалось, что содержание всех металлов в мягких тканях выше, чем в панцире, за исключением кадмия, который, видимо, распределён по всем тканям относительно равномерно. Что же касается жизненно важных и регулируемых живущим организмом элементов (фосфор, железо, медь, цинк), то количество их в мягких тканях по меньшей мере на порядок величины выше в мягких тканях в сравнении с панцирём.

Содержание ртути в отчётном году определено в 13 партиях криля, выловленных в разное время года в районе Юго-Западной Атлантики. Результаты представлены в таблице 4.5. Содержание ртути во всех анализированных партиях не превышает установленной для пищевой продукции океанского промысла нормы (0,5 мг/кг).

Содержание пестицидов, определённое в трёх партиях криля (табл. 4.6), в 5 - 10 раз ниже временно установленных норм для пищевого сырья океанического промысла (0,2 мг/кг).

Таблица 4.5

Содержание ртути в криле

Район и время вылова	Содержание ртути, мг/кг
	0,01

Продолжение таблицы 4.5

Район и время вылова	Содержание ртути, мг/кг
17 ⁰ 47' 1 W	
04.8I	0,01
69 ⁰ 52' 2 S	
06 ⁰ 37' 2 W	
02.8I	0,01
54 ⁰ 30' 4 S	
09 ⁰ 05' 0 E	
01.8I	0,03
54 ⁰ 23' 3 S	
10 ⁰ 20' 5 E	
01.8I	0,01
64 ⁰ 49' 4 S	
02 ⁰ 19' 7 E	
54 ⁰ 24' 5 S	0,01
34 ⁰ 59' 7 N	
02.8I	0,007
5 4 ⁰ 07' 3 S	
07 ⁰ 33' 7 E	
08.8I	0,01
64 ⁰ 47' 0 S	
02 ⁰ 26' 4 E	
01.8I	0,02
	0,02
o.Д.Гeorgia	
06.8I	0,004
o.Д.Гeorgia	
07.8I	0,03
61 ⁰ 29' 4 S	
33 ⁰ 01' 0 W	0,006

Таблица 4.6

Содержание хлорорганических пестицидов в криле

Район вылова	Время вылова	Количество пестицидов, мг/кг сырого веса						
		γ-гхуг	линдан	гептахлор	ДДЕ	ДДД	ДДТ	Σ ДДТ
Ю.География	06.8I	0,003	0,003	0,001	0,017	0,014	0,013	0,044
Ю.География	07.8I	0,001	0,001	0,001	0,008	0,007	0,007	0,022
42°45'8	63°19'7	0,004	0,006	0,002	0,007	0,003	0,003	0,013

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Размерный состав криля района о. Буве подвергнут колебаниям в зависимости от сезона лова и зависит от положения пика икриметания.
 2. Жирность мелкого криля района о. Буве не превышает 4,6 %, причём жирность неполовозрелого криля тем выше, чем больший процент в улове составляют самки.
 3. Сезонные колебания жирности криля характеризуются общими закономерностями, т.е. увеличением жирности к концу антарктического лета. Однако в отдельные годы данная зависимость может нарушаться в связи с появлением партий мелкого криля невысокой жирности.
 4. Аминосакхара являются термоустойчивыми компонентами мышечной ткани криля и при термической обработке их содержание в мясе изменяется незначительно, в целом криле несколько уменьшается.
 5. В процессе холодильного хранения основные группы белков в первые два месяца почти не изменяют свою растворимость, а денатурационные процессы, понижающие растворимость белков, наступают после 3 месяцев хранения криля.
 6. Выявлена зависимость активности ферментов криля от интенсивности питания. У питающегося криля активность протеиназ выше.
 7. При холодильном хранении подъём активности липолитических ферментов криля наблюдается в первый месяц хранения при температуре -18°C .
 8. Активность катепсина Д при хранении криля на палубе при положительных температурах заметно повышается, поэтому хранение его на палубе допускается не более 4^{X} часов.
 9. Хранение криля и фарша при низкой температуре резко снижает активность катепсина Д и сроки хранения фарша могут быть продлены до 7 месяцев. Хранение криля не должно превышать 3-4 месяцев, т.к. активность катепсина Д выше в целом криле, особенно в первые месяцы хранения.
 10. Холодильное хранение криля, по данным о содержании липопротеидов, не должно превышать 3 месяцев, т.к. дальнейшее хранение криля ведёт к распаду липопротеидов, потере качества сырья.
- II. Задержка криля на палубе более 4 часов ведёт к повышению содержания ЛП по сравнению с крилём свежевывловленным, что связано, видимо, в конечном итоге с процессами деструкционных изменений биологических тканей, следовательно, с потерей качества криля.

12. Тепловая обработка криля при температурах выше 50°C ведёт к увеличению содержания вторичных ЛПК, что может сказаться на ухудшении качества, органолептических показателей криля.
13. Основной фракцией липидов криля являются триглицериды, количество которых в целом криле нарастает с ноября по май месяц.
14. В составе липидов мелкого криля отмечено повышенное содержание фосфолипидов, что, видимо, является характерной особенностью мелкого неполовозрелого криля. В связи с этим сроки хранения такого сырья в мороженом виде следует сократить.
15. Содержание макроэлементов в криле относительно постоянно.
16. Содержание микроэлементов в криле в течение года варьирует в широких пределах .
17. Содержание элементов группы переходных металлов и фосфора в мягких тканях криля выше, чем в панцире.
18. Содержание ртути и пестицидов в криле в среднем в 10 раз ниже установленных норм для пищевого сырья океанического промысла.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Djer W.T., Djer F.E., Snow G.M. "Fish. Res. Board of Canada", 1952, v. v. 11, 5, 125 p.
2. Диев Э. Цветные реакции гексозаминов. Методы химии углеводов, М., "Мир", 1957, с. 48-52.
3. Boas N.F. Methods the determination of Biological Chemistry, 1953, v. 204, 2, p. 153-162
4. Bligh E.G., Djer W.T. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canad. J. Biochem. Physiol.*, 1959, v. 37, n 8, p. 911-917.
5. Челамел Э.Т., Монтгомери М.В. "J. Food Sci", 45, n 3, 1980, p. 412-415, 419
6. Н. Г. Храпова. Перекисное окисление липидов и системы, регулирующие его интенсивность. Биохимия липидов и их роль в обмене веществ, М., "Наука", 1981, с. 147-155.
7. Сторожук А.Я. и др. "Биологические ресурсы антарктического кряля", М., 1980 г., с. 168-184.
8. Лукиных Н.Л., Сиявская Н.И. в печати