

Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии
(СахНИРО)



ПРИБРЕЖНОЕ РЫБОЛОВСТВО – XXI ВЕК

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

19-21 сентября 2001 г.

Часть 2

**КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ
ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ И БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
ТИХООКЕАНСКОГО БАССЕЙНА
ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ПРЕПАРАТОВ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

*Ковалев Н. Н., Пивненко Т. Н., Эпштейн Л. М.,
Тихоокеанский научно-исследовательский
рыбохозяйственный центр, г. Владивосток*

Обоснованы актуальность, направления и современное состояние в области исследований биологически активных добавок к пище (БАД), в частности БАД из гидробионтов. В качестве примеров направлений и способов комплексного использования отходов представлены схемы использования внутренних органов кальмаров и лососей. Дана характеристика препаратов из кальмара: ферментов (холинэстераза, фосфатаза), пептидных биорегуляторов (тинростим, гепалин, молокин), а также гиалуроновой кислоты и липидов. Из внутренних органов дальневосточных лососей получены: протеолитический ферментный препарат (Пилорин), ДНК, цитохром С, гонадотропные пептиды. В работе описана технология ферментативного гидролиза различных тканей гидробионтов и приведены примеры получения БАД на основе этой технологии. Дана характеристика сырья, содержащего таурин и карнозин. Определены задачи, решаемые развитием этой отрасли.

The paper proves urgency, trends, and modern state of studies concerning food biological active additives (BAA), in particular, BAA from hydrobionts. Schemes of usage of salmon and squids' internal organs are given as examples of trends and methods for complex usage of waste. Characteristics of preparation from squids: enzymes (cholinesterase, phosphatase), peptid bioregulators (tinrostim, hepalin, molokin), and also hyaluronid acid and lipids are presented. The following compounds have been obtained from the internal organs of Pacific salmon: proteolytic enzyme compound (pilorin), DNA, cytochrome C, gonadotropic peptids. The paper describes a technology of fermentative hydrolysis of different tissues from hydrobionts; examples of obtaining BAA on the base of this technology are given. Raw materials containing taurine and carnosine are characterized. The tasks of this kind of industry are determined.

Продукты рыбного промысла и особенно отходы их переработки (практически все внутренние органы) представляют собой огромный сырьевой потенциал для получения биологически активных веществ (БАВ) и натуральных концентратов из них - биологически активных пищевых добавок (БАД). В настоящее время в России, как и в целом в мире, необычайно активное развитие получает производство БАД из различных источников, особое место здесь занимают добавки из продуктов переработки рыбы и морепродуктов. Это связано с высокой биологической активностью БАВ и обширной сырьевой базой.

В Лаборатории прикладной биохимии ТИНРО-центра разработаны ресурсосберегающие технологии получения препаратов из внутренних органов моллюсков двусторчатых и головоногих, ракообразных, различных видов рыб, морских млекопитающих, а также рецептур и способов введения БАВ в пищевые продукты нового поколения, позволяющие сохранить их исходные свойства. Среди таких разработок, внедренных в производство, - молочные продукты (молоко, кефир, творог), мясные консервы, рыбная кулинария, хлеб и некоторые другие. Опыт работы в этой области и тенденции рынка пищевых добавок свидетельствуют о необходимости расширения работ в данном направлении.

Актуальность проблемы использования БАВ гидробионтов возрастает в связи с повышением требований к экологической безопасности получаемых продуктов. Известно, что во всем мире производство БАВ из органов крупного рогатого скота уменьшается в связи с накоплением в них токсичных компонентов (ядохимикатов, гормонов) и болезнетворных агентов. Это значительно повышает перспективы использования сырья водного происхождения как источника БАВ.

Актуальность применения БАВ связана также с изменением структуры питания и качества пищевых продуктов, которое является в настоящее время одним из главных факторов ухудшения здоровья населения как во всем мире, так и – особенно – в России. Обогащение продуктов питания биологически активными веществами - одно из новых направлений научного поиска. Такие продукты должны являться источниками дефицитных в питании веществ, в том числе регуляторов функций органов и систем человеческого организма.

В качестве примеров направлений и способов комплексного использования отходов представлены схемы использования внутренних органов кальмаров и лососей.

Среди промысловых видов беспозвоночных кальмары являются одним из наиболее массовых объектов промысла, на пищевые цели используется всего около 60 % массы - мантия и щупальца. Все остальные органы: гонады, печень, нервная ткань и другие – являются отходами производства. При том, что эти органы содержат многочисленные биологически активные компоненты различной природы и направленности своего действия. Интерес к кальмарам как источникам новых типов БАД связан также и с активным образом жизни и интенсивным обменом веществ у этих животных. Современные технологии разделения и очистки природных компонентов определяют экономическую целесообразность создания производства БАД из внутренних органов кальмаров.

В настоящее время исследовано содержание и разработаны способы получения препаратов фосфолипидов и жирных кислот из печени и гонад кальмаров, пищевого и лечебно-профилактического жира из печени кальмара (Даценко и др., 1991). Разработаны способы получения ферментных препаратов, таких, как холинэстераза, получаемая из нервной ткани (Эпштейн и др., 1987), кислая фосфатаза из гонад кальмаров, щелочная фосфатаза из печени кальмаров (Касьяненко и др., 1983), которые используются в медицине, биохимических исследованиях, биотехнологии и пищевой промышленности. Разработаны способы выделения препаратов гиалуроновой кислоты и «стекловидного тела» из глаз и кожи кальмаров, используемых как противовоспалительные и ранозаживляющие средства, а также в косметологии (Ковалев, Чепкасова, 1999).

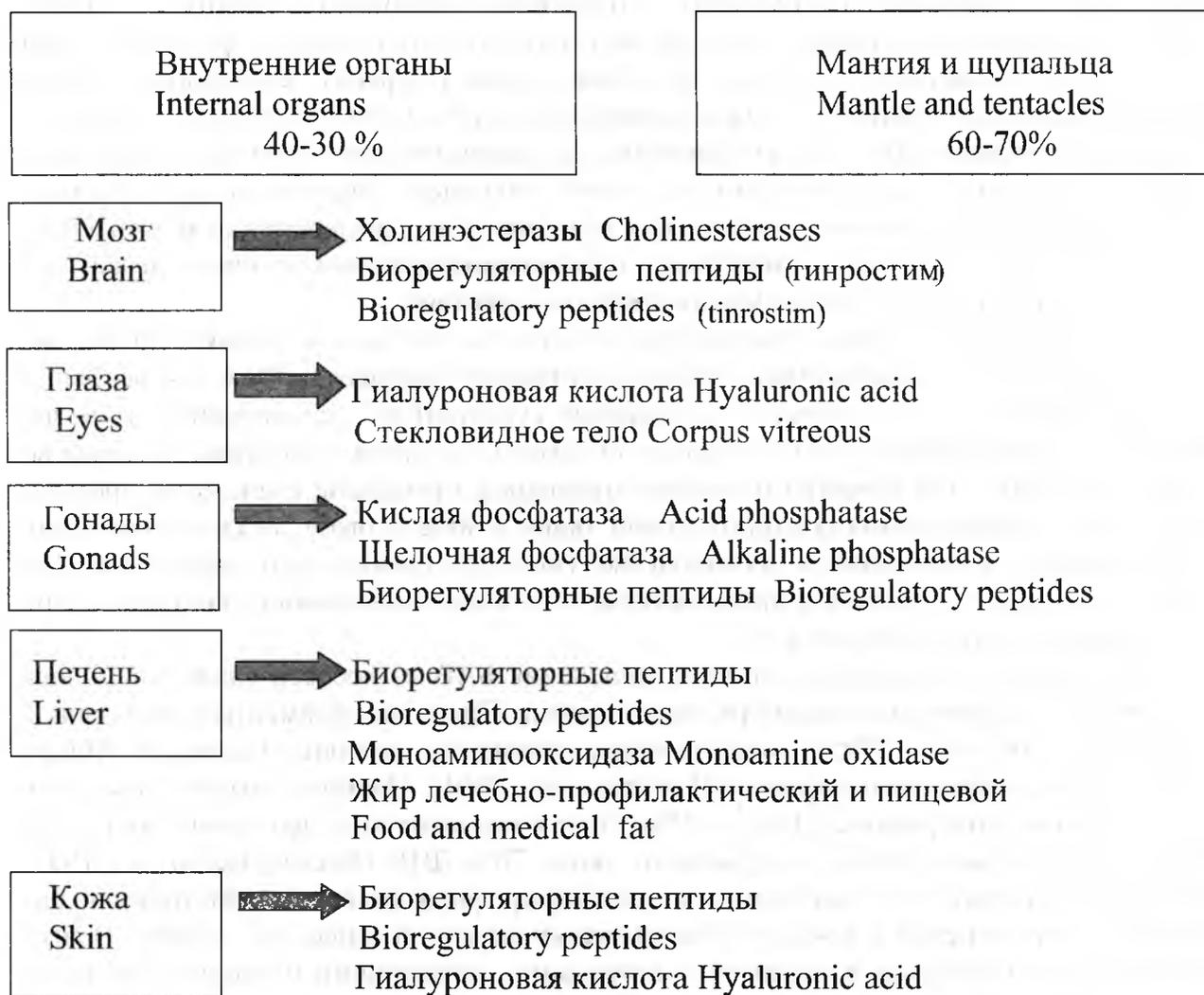
Одними из наиболее перспективных препаратов, обеспечивающих усиление адаптационных и компенсаторных механизмов и коррекцию гомеостаза, в настоящее время считаются пептидные биорегуляторы. Такие препараты получены нами из нервной ткани, печени и гонад кальмаров. Все они обладают иммуностимулирующим действием, для пептидов из печени кальмара обнаружена также антипротеазная активность, а для пептидов из гонад - гонадостимулирующая. Среди указанных препаратов наибольшей активностью обладает препарат из нервной ткани кальмаров – тинростим. Исследование действия этого препарата показало, что его применение позволяет предупредить возникновение и развитие различных заболеваний и патологических состояний, а также ускорять реабилитацию больных после перенесенных заболеваний (болезни иммунной, нервной, сердечно-сосудистой, бронхолегочной, мочеполовой и других систем, острые и хронические инфекционно-воспалительные

заболевания, состояния после лучевой и химиотерапии) (Боровская, Эпштейн, 1999). Мягкое физиологическое воздействие этого препарата, возможность его перорального применения и введения в различные пищевые продукты позволяют использовать этот препарат в качестве природного адаптогена в широком диапазоне направлений.

В настоящее время многие крупные фармацевтические фирмы сосредоточили значительные усилия своих исследовательских центров на разработке препаратов биорегуляторных пептидов различной активности. Изучаются и патентуются сотни пептидов с иммуностимулирующей активностью.

Принципиальная схема использования отходов переработки кальмаров

Кальмар Squid



В России это направление развивает Институт биорегуляции и геронтологии (Санкт-Петербург). Здесь получены препараты из различных органов сельскохозяйственных животных. Наибольшее распространение получили такие иммунокорректоры, как тималин и тактивин, вырабатываемые из тимуса крупного рогатого скота. Механизм действия пептидных регуляторов на клеточном уровне состоит в оптимизации клеточного метаболизма на таком уровне, который позволяет наиболее полно реализовать морфологически и физиологически детерминированную продолжительность жизни отдельных клеточных популяций и всего организма в целом (Кузник и др.).

Приоритет выделения и использования биорегуляторных пептидов из различных органов гидробионтов принадлежит ученым ТИПРО-центра, при этом полученные нами пептидные препараты не уступают по физиологическому действию препаратам, полученным из различных тканей крупного рогатого скота (Говоруха и др., 1987; Беседнова и др., 1991).

Внутренние органы дальневосточных лососей также являются ценным источником БАВ. Несмотря на то, что такие органы, как сердце, печень, молоки, считаются пищевым сырьем, их использование для получения БАВ в ряде случаев более рационально.

Разработаны способы получения ферментного препарата цитохром С из сердец лососевых рыб (Боровская и др., 1991). Этот препарат обладает антигипоксическим действием, обеспечивает оптимальное потребление кислорода в мышцах и тканях, особенно в сердечной мышце, что позволяет использовать его как эффективное средство для профилактики и лечения болезней сердца (инфаркт, стенокардия). Нами впервые была обоснована и показана возможность применения цитохрома С в качестве пищевой добавки. При этом его свойства как лекарственного средства изменяются, приобретая свойства гепатопротектора, способствующего эффективному освобождению организма от различных токсических компонентов. Одновременно из сердец лососей могут быть получены гемпептиды, обладающие противоанемическим действием, и биорегуляторные пептиды кардиотропного действия.

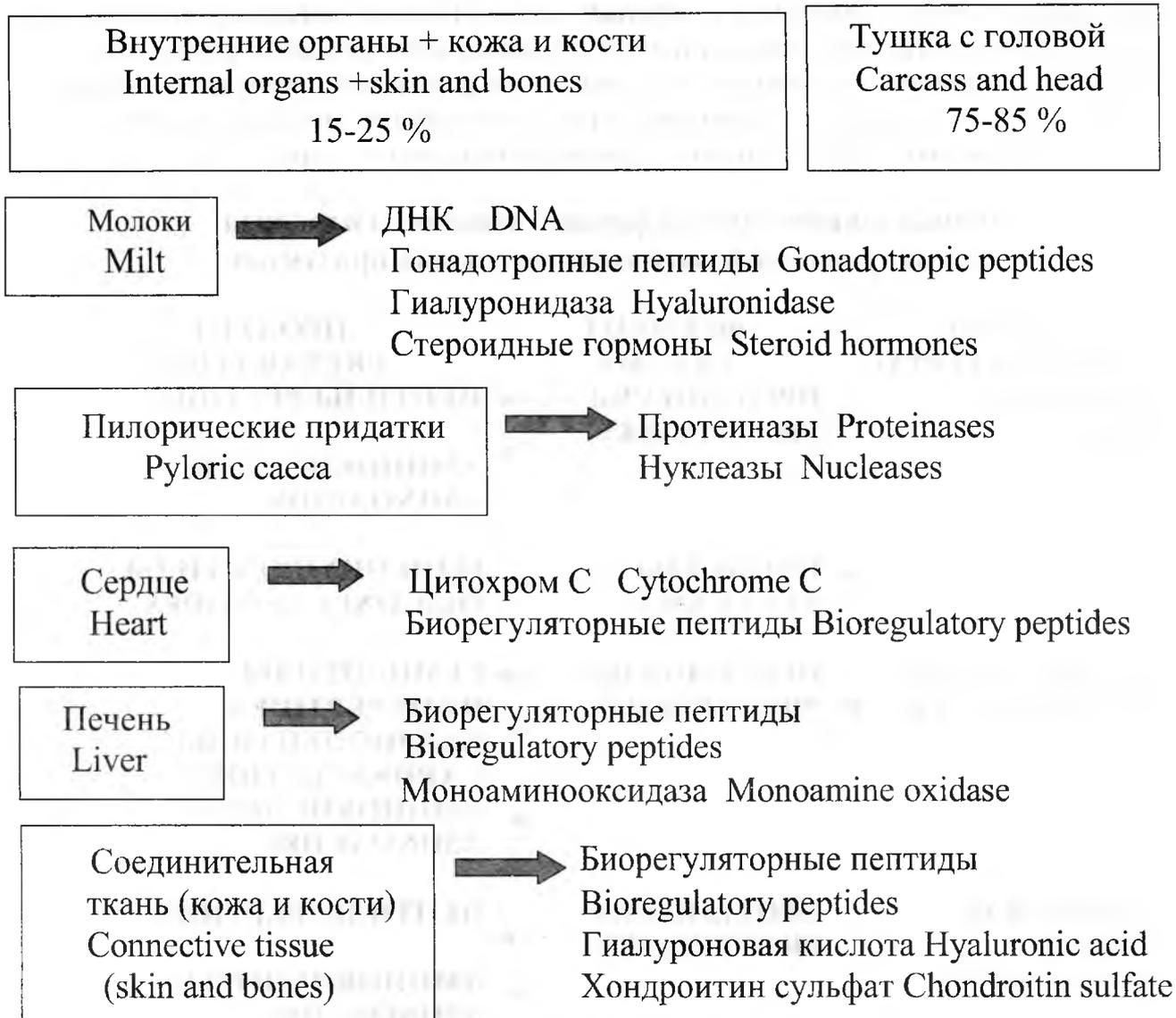
Пилорические придатки лососей представляют собой аналог поджелудочной железы и содержат высокоактивные протеолитические ферменты. Важной особенностью протеиназ лососей является их широкая субстратная специфичность, позволяющая глубоко гидролизовать белковые субстраты различного состава, включая волокна коллагена. Это качество позволяет применять препараты в пищевой промышленности для размягчения соединительной ткани в мясе и рыбе, удаления ястычной пленки в икре, в кожевенном производстве. Нами предложен метод высвобождения БАВ из различных объектов с применением метода ферментативного гидролиза с использованием ферментов лососей.

Наиболее интересным источником получения БАВ из лососей являются молоки, содержащие одновременно целый ряд компонентов. Среди них ферменты (гиалуронидаза) (Ковалев, Эпштейн, 1995), гонадотропные пептидные гормоны (Калинина, Максимович, 1991), стероидные гормоны (Detsina et al., 2001). Наиболее высоко в молоках лососевых рыб содержание ДНК (до 5%). Этот компонент выделен нами в виде нуклеопротеидного комплекса, содержащего около 70% ДНК (Касьяненко и др., 1997). Препарат обладает ярко выраженным лечебно-профилактическим действием и разрешен для применения в качестве биологически активной пищевой добавки. Выпускается в виде порошков и таблеток в сочетании с витаминами и микроэлементами. Препарат сертифицирован в Минздраве России. Согласно исследованиям, проведенным в Институте физиологии им. И.П. Павлова РАН, ДНК активизирует физическую и умственную работоспособность на 10-15%, снижает уровень невротизации и эмоциональной напряженности, улучшает процессы памяти, оказывает общеукрепляющее действие, задерживает процессы старения, повышает иммунитет и сопротивляемость к инфекциям, снижает уровень холестерина в сыворотке крови. У детей с умственной отсталостью оказывает стабилизирующее влияние на функциональное состояние и психические процессы (Касьяненко и др., 1999).

Отличительной особенностью предлагаемой технологии получения ДНК является введение этапа концентрирования, позволившего исключить стадию осаждения

Принципиальная схема использования отходов переработки лососей

Лосось Salmon



конечного продукта органическими растворителями. Благодаря новой технологии обеспечивается ресурсо- и энергосбережение, а также исключается работа с токсичными и горючими реагентами. Это обуславливает значительное удешевление получаемого конечного продукта, а также экологические преимущества такого типа производства за счет исключения выбросов отходов производства на стадии заготовки сырья и отработанных химических реагентов на стадии получения готового продукта.

Одним из ярких примеров применения ферментов в технологии получения БАВ является использование протеолитического комплекса из придатков лососевых для производства препарата «моллюскам» из различных органов и тканей двустворчатых моллюсков. Препарат представляет собой комплекс аминокислот и пептидов, причем в составе препарата сохранен весь комплекс аминокислот в отличие от аналогичных препаратов, полученных способом кислотного гидролиза (Давидович, 2000).

Помимо обычного набора общих аминокислот, препарат «моллюскам» содержит уникальную сульфаминокислоту – таурин в количестве 6-8 % в зависимости от источника сырья.

Таурин необходим для организма как фактор роста и является необходимым для детей. Большое внимание уделяется значению таурина для осуществления функции

зрения. Высказывалось предположение о его роли как нейромедиатора в процессе трансляции светового импульса в нервный сигнал. Помимо нейромедиаторной, таурин в сетчатке выполняет регенеративную функцию, количественно таурин важен не только для сетчатки, его недостаток в хрусталике и роговице приводит к катаракте, отчего для ее лечения и предупреждения применяется препарат «тауфон» – 4-процентный раствор чистого таурина в физиологическом растворе.

Использование метода ферментативного гидролиза для получения биологически активных продуктов

СЫРЬЕ ROW MATERIAL	ФЕРМЕНТ ENZYME	ПРОДУКТ PREPARATION
МОЛОКИ MILT	ПРОТЕИНАЗЫ PROTEINASES	ПЕПТИДЫ PEPTIDES
		АМИНОКИСЛОТЫ AMINOACIDS
	НУКЛЕАЗЫ NUCLEASES	ОЛИГОНУКЛЕОТИДЫ OLIGONUCLEOTIDES
СЕРДЦЕ HEART ПЕЧЕНЬ LIVER	ПРОТЕИНАЗЫ PROTEINASES	ГЕМПЕПТИДЫ HEMPEPTIDES
		НЕМЕРЕПТИДЫ NEMEREPTIDES
		КАРДИОПЕПТИДЫ CARDIO-PEPTIDES
		АМИНОКИСЛОТЫ AMINOACIDS
ХРЯЩЕВАЯ ТКАНЬ CARTILAGE	ПРОТЕИНАЗЫ PROTEINASES	ПЕПТИДЫ PEPTIDES
		АМИНОКИСЛОТЫ AMINOACIDS
	ГИАЛУРОНИДАЗА HYALURONIDASE	ГИАЛУРОНОВАЯ КИСЛОТА HYALURONIC ACID
ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ MOLLUSKS (ЦЕЛИКОМ И ОТДЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ WHOLE AND SEPARATE ORGANS)	ПРОТЕИНАЗЫ PROTEINASES	ГЕКСОЗАМИНЫ HEXOSAMINES
		ПЕПТИДЫ PEPTIDES
		АМИНОКИСЛОТЫ AMINOACIDS

Проведенные нами исследования (табл. 1) показали, что наибольшим содержанием таурина характеризуются мышечные ткани головоногих моллюсков – осьминога и каракатицы. Однако приведенные в таблице другие брюхоногие и двустворчатые моллюски также могут являться пригодным сырьем для получения тауринсодержащих препаратов.

Другим важным компонентом мышечной ткани гидробионтов является гисти-динсодержащий дипептид карнозин и его гомологи (гомокарнозин и ансерин).

Таблица 1

Содержание таурина и карнозина в тканях морских организмов

Вид	Таурин (мг/100 г)	Карнозин (мг/100 г)
ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ		
<i>Laternula limicola</i>	30,7	1,2
<i>Macoma incongrua</i>	138,5	8,0
<i>Crenomytilus grayanus</i>	112,8	0,27
<i>Patinopecten yessoensis</i>	123,2	0,58
<i>Mercenaria stimpsoni</i>	907,5	0,05
<i>Glycimeris yessoensis</i>	717,5	4,2
<i>Protothaca edoensis</i>	315,1	6,2
<i>Entodesma naviculoides</i>	215,7	357,3
<i>Anadara browtoni</i>	405,0	25,5
<i>Callista brevisiphonata</i>	491,4	0,05
<i>Corbicula japonica</i>	35,4	4,2
БРЮХОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ		
<i>Littorina squalida</i>	391,34	10,6
<i>Littorina brevicula</i>	236,3	155,4
ГОЛОВОНОГИЕ		
<i>Octopus dofleini</i>	1060,9	-
<i>Todarodes pacificus</i>	395,5	-
<i>Loligo opalescence</i>	652,2	-
<i>Sepia esqulenia</i>	1157,6	-
<i>Sepia pharaonis</i>	900,6	-

Основным местом локализации карнозина являются мышцы (Северин, 1972, 1992). В опытах на изолированной мышце показана способность карнозина влиять на работоспособность мышц – увеличивать длительность и амплитуду сокращений (Симония и др.). Еще одна важная функция дипептидов – хелатирующая способность, поддерживающая на оптимальном уровне концентрацию ионов переменной валентности – железа, меди, цинка. Карнозин известен как антиоксидант, способный предотвращать накопление окисленных продуктов, появляющихся в ходе перекисного окисления липидов (Гончаренко и др., 1995), а также переводить супероксиданион кислорода в анионную форму, предотвращая реакции окисления под действием синглетного кислорода, чем объясняется его противовоспалительное действие (Гончаренко и др., 1995). Разнообразие терапевтических эффектов карнозина и других гисти-динсодержащих дипептидов дает основание для их широкого использования в медицине.

Исследование четырнадцати видов тихоокеанских моллюсков (двустворчатых, брюхоногих, головоногих) показало наличие карнозина у представителей всех трех классов (Аюшин и др., 1997). При этом по количественному содержанию карнозина

моллюски сравнимы с позвоночными, а в ряде случаев превосходят их (Ковалев, 1999).

Таким образом, предлагаемые способы получения и использования БАВ гидробионтов обеспечивают выполнение таких задач, как:

- * рациональное использование отходов рыбопереработки, вторичная переработка непищевых продуктов;
- * уменьшение вредного воздействия отходов на окружающую среду путем их утилизации;
- * разработка высокотехнологичных способов получения биологически активных веществ из гидробионтов;
- * внедрение на рынок новых биологически активных продуктов с заданными свойствами;
- * создание нового направления в бизнесе и торговле посредством использования местных природных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

Эпштейн Л.М., Шевцов Г.А., Ковалев Н.Н., Розенгарт Е.В. Субстратная специфичность холинэстераз зрительных ганглиев кальмаров как показатель ценности сырья // Сб. научн. трудов «Технология гидробионтов», Владивосток, 1987. - С. 37-46.

Касьяненко Ю.И., Эпштейн Л.М., Майзель Е.Б., Розенгарт Е.В. Свойства и распределение фосфатаз в тканях и органах некоторых морских гидробионтов // Изв. ТИНРО. - 1983.- Т. 108. - С. 3-6.

Ковалев Н.Н., Чепкасова А.И. Гиалуроновая кислота некоторых видов рыб и беспозвоночных // Изв. ТИНРО. - 1999. - Т. 125. - С. 56-59.

Даценко З.М., Гозите И.К., Шумейко В.Н., Губченко Е.Н. Получение биологически активных липидов из тканей головоногих моллюсков и изучение их свойств // Всесоюзн. совещ. «Биологически активные вещества гидробионтов – новые лекарственные, лечебно-профилактические и технические препараты», Владивосток. - 1991. - С. 49-50.

Боровская Г.А., Эпштейн Л.М. Физико-химические свойства тинростима и его применение в медицине // Изв. ТИНРО. - 1999. - Т. 125. - С. 176-184.

Кузник Б.И., Морозов В.Г., Хавинсон В.Х. Цитомедины // С.-Пб. - Наука. - 310 с.

Говоруха А.Г., Малыгина Т.А., Сыропятов Б.Я. Сравнительное исследование свойств цитомединов гидробионтов и наземных животных // Сб. научн. трудов «Технология гидробионтов», Владивосток, 1987. - С. 71-77.

Беседнова Н.Н., Эпштейн Л.М., Боровская Г.А. Иммуномодулирующее действие нового пептида беспозвоночных // Всесоюзн. совещ. «Биологически активные вещества гидробионтов – новые лекарственные, лечебно-профилактические и технические препараты». Владивосток. - 1991. - С. 70-71.

Боровская Г.А., Эпштейн Л.М., Чередниченко С.И., Богданова Н.В. Аминокислотный состав цитохрома С из сердец крупного рогатого скота и ластоногих // Всесоюзн. совещ. «Биологически активные вещества гидробионтов – новые лекарственные, лечебно-профилактические и технические препараты», Владивосток. - 1991. - С. 37-38.

Калинина И.В., Максимович А.А. Оценка гонадостимулирующих свойств препаратов, полученных из семенников лососей, в системах *in vitro* и *in vivo* // Всесоюзн. совещ. «Биологически активные вещества гидробионтов – новые лекарственные, лечебно-профилактические и технические препараты». Владивосток. - 1991. - С. 59-60.

Ковалев Н.Н., Эпштейн Л.М. Гиалуронидаза гидробионтов. Метод определения активности // Изв. ТИНРО,- 1995,- Т. 118,- С. 73-81.

Detsina A., Kravchenko V., Kovalev N. Regenerating cream compositions: Gonads of hydrobionts as bioactive additives to cosmetic preparations // SFW-Journal. 2001. - V. 127. - № ½. - P. 23-26.

Касьяненко Ю.И., Ковалева Ю.В., Эпштейн Л.М., Артюков А.А. Получение и свойства производных ДНК из молок лососевых // Изв. ТИНРО. - 1997. - Т. 120. - С. 37-43.

Касьяненко Ю.И., Эпштейн Л.М., Гажа А.К., Беседнова Н.Н., Гуляков М.Б., Шуваев В.Т. Биологически активная пищевая добавка – дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) из молок лососевых // Изв. ТИНРО. – 1999. - Т. 125. - С. 139-146.

Давидович В.В. Технологии получения новых видов продуктов из двусторчатых моллюсков // Тез. докл. «Пищевые технологии: проблемы и перспективы в XXI веке». Владивосток. 2000. - С. 189-190.

Северин С.Е. Биологическая роль природных дипептидов скелетной мускулатуры // Вест. МГУ. - 1972. - Т. 1. - С. 3-18.

Симония Г.В., Татишвили Н.И., Шепия Д.Ш. и др. Влияние карнозина на активность Na, K – АТФ-азы: перспективы применения в кардиологии // Биохимия. - 1992. - Т. 57, № 9. - С. 1343-1347.

Гончаренко Е.Н., Деев Л.И., Ахалая М.Я. и др. Исследование влияния карнозина и мидийного гидролизата на некоторые аспекты обмена липидов и аминов у крыс, подвергнутых кратковременному охлаждению // Вест. МГУ. Сер. биол. - 1995. - № 2. - С. 37-41.

Болдырев А.А. Карнозин: биологическая роль и возможности применения в медицине // Биохимия. - 1992. - Т. 57, № 9. - С. 1302-1310.

Формазюк В.Е., Сергиенко В.И. Применение карнозина в медицинской практике. Приоритеты: прошлое и будущее // Биохимия. - 1992. - Т. 57, № 9. - С. 1311-1316.

Аюшин Н.Б., Петрова И.Ю., Эпштейн Л.М. Таурин и карнозин в тканях тихоокеанских моллюсков // Вопр. питания. - 1997. - № 6. - С. 6-8.

Ковалев Н.Н. Гистидинсодержащие дипептиды. Свойства и перспективы применения // Изв. ТИНРО. - 1999. - Т. 125. - С. 159-164.

УДК 664.951.001.5:664.959.5

КОРМОВЫЕ БЕЛКОВЫЕ ПРОДУКТЫ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ИСЛАНДСКОГО ГРЕБЕШКА *CHLAMYS ISLANDICA*

Мухин В. А., Новиков В. Ю.,

*Полярный научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, г. Мурманск*

В работе проведены биохимические исследования по подбору условий для осуществления ферментативного гидролиза отходов переработки исландского гребешка с целью получения кормовой белковой добавки. Для объективной оценки степени расщепления белков использованы весовой и спектральный анализы, определение содержания аминного азота и свободных аминокислот. По вышеназванным критериям подобраны оптимальные условия расщепления белков сырья с использованием в качестве протеолитического препарата комплекса ферментов из гепатопанкреаса камчатского краба: продолжительность 1-1,5 часа, рН 6,8-8,2, температура 50-55°C, количественное соотношение белоксодержащего субстрата и ферментного препарата – 1 кг : 2 г, гидромодуль от 1:0 до 1:1. Рассмотрена возможность утилизации остатка после получения гидролизатов для микробиологических сред. С этой целью проведен сравнительный анализ химического состава этого остатка и кормового гидролизата. Остаток после глубокого гидролиза характеризуется несколько меньшим содержанием белка, но большим количеством липидов, а значит, большей энергетической ценностью. Белковые вещества в остатке представлены главным образом свободными аминокислотами и крупными негидролизованнами белками, в то время как в кормовом гидролизате – пептидами со средней степенью расщепления. Есть