

INFORME:

**UTILIZACIÓN DE LOS HIDROLIZADOS PROTEICOS DE SUBPRODUCTOS
DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA**

Elaborado para Fundación Chile por:

Eduardo Atalah y Héctor Araya

Facultad de Medicina – Departamento de Nutrición
Universidad de Chile

UTILIZACIÓN DE LOS HIDROLIZADOS PROTEICOS DE SUBPRODUCTOS DE PESCADO EN LA ALIMENTACION HUMANA

Las proteínas se constituyen en los compuestos esenciales de la dieta del ser humano ya que se constituye en un componente estructural de todas las células del organismo, en un porcentaje cercano al 25% y regulan su metabolismo. Sólo como ejemplo se puede citar su rol esencial en la inmunidad, la función catalítica de las enzimas que son proteínas, la formación de la actina y miosina, hormonas como la insulina y la década de 100 crecimiento, péptidos reguladores del apetito. Son macronutrientes que tiene como unidad fundamental a los aminoácidos que son compuestos que tienen un grupo ácido (COOH) y uno básico (NH₂). Esta estructura química permite formar enlaces llamados peptídicos con pérdida de agua y son los que se rompen durante el proceso de la hidrólisis para formar compuestos de menor tamaño molecular (péptidos) y aminoácidos. El tipo de aminoácidos que constituyen la proteína y la secuencia en la que se encuentran se denomina estructura primaria, la que a su vez condiciona la estructura secundaria y terciaria, mediante uniones covalentes o puentes disulfuro que facilitan que la proteína forme estructuras no lineales.

La idea de producir concentrados de proteína de pescado no es nueva, ya en 1876 los noruegos presentaron galletas elaboradas con concentrado de harina de pescado en una exposición internacional. Desde hace más de 30 años, se están realizando esfuerzos sistemáticos para producir concentrados de proteína de pescado (CPP) y sólo en los últimos años se han resuelto gran parte de los problemas técnicos para producirlos a gran escala. Se considera un CPP cualquier preparado estable derivado del pescado destinado al consumo humano en el cual la proteína está más concentrada que en la fuente original. Según FAO se pueden distinguir 3 tipos de CPP:

Tipo A: preparado en polvo prácticamente desodorizado e insípido, que contiene un máximo de 0,75% de materia grasa.

Tipo B: preparado en polvo con sabor y olor a pescado y con un máximo de 3% de materia grasa.

Tipo C: harina de pescado producida bajo condiciones higiénicas satisfactorias.

El contenido de proteínas depende de la materia prima utilizada y del grado de extracción del agua, pero normalmente supera el 65% y 80% en los productos tipo A. Las harinas de pescado habitualmente no son destinadas a alimentación humana porque no se elaboran en condiciones sanitarias satisfactorias, lo que determina riesgo de contaminación microbiana o de rancidez por oxidación de las grasas, la que puede destruir algunas vitaminas y producir efectos tóxicos en el organismo. Los principales problemas tecnológicos detectados en los CPP son: desarrollar olor o sabor a pescado durante el almacenamiento, una remoción incompleta del solvente, rancidez por oxidación y una textura gredosa o pastosa.

En los últimos años se ha desarrollado otro tipo de CPP obtenidos por hidrólisis enzimática de la proteína de pescado o por medios químicos, que luego es concentrado en una pasta. Los productos tradicionales utilizan como materia prima especies de menor valor comercial y en cambio estos nuevos productos se obtienen de los desechos o subproductos de la industria pesquera. La utilización de residuos de la industria pesquera ha tenido gran auge el último tiempo debido a que la cantidad de residuos generados es enorme. La FAO estima

que la industria pesquera descarga anualmente 20 millones de TM de desechos, para los cuales existiría un interesante potencial de uso. El año 2000 sólo la industria del bacalao en Noruega generó 232.000 TM de desechos de los cuales menos del 15% fue utilizado para consumo humano. Se puede estimar que prácticamente por cada tonelada de pescado consumido, se genera una tonelada de residuos.

La tecnología de la hidrólisis de las proteínas de pescado se aplica con el propósito de obtener productos de los materiales de desecho o subproductos de la industria acuícola. Estos se obtienen por hidrólisis enzimática de la proteína o por medios químicos para luego concentrar el producto a una consistencia tipo pasta. Se obtienen péptidos de diferente tamaño molecular y diferente composición aminoacídica.

Los subproductos de la acuicultura se constituyen en un valioso recurso de proteínas de alta calidad biológica y fracciones lipídicas de buen valor saludable y vitaminas y minerales. Por lo tanto es necesario abrir las posibilidades de mercadeo de estos productos, enfatizando sus cualidades no sólo nutricionales sino que por sus diversos péptidos que actúan en diversas aplicaciones: cosméticas, farmacéuticas, alimentos funcionales y aplicación en productos alimentarios con el propósito de aumentar las propiedades funcionales tecnológicos. Las proteínas tienen una muy buena digestibilidad y en la tecnología de los alimentos se utilizan por sus propiedades funcionales como retención de agua y grasas, emulsionantes, espumantes y viscosantes.

Se requiere una integración entre la tecnología aplicada en la hidrólisis y el tipo de péptidos que se producen y que presentan las aplicaciones descritas.

Se considera subproducto todo el material crudo, comestible y no comestible, que se genera durante la producción del producto principal. Cuando se producen filetes de pescados, los cortes de filete, huesos, cabeza, hígado, gónadas o intestinos son subproductos de interés comercial. Estos desechos son altamente perecibles y los procesos enzimáticos son importantes determinantes de la calidad del material crudo y determina sus posibilidades de utilización. Por lo tanto controlar la inocuidad de los subproductos que se utilizarán como materias primas se constituye en un elemento esencial del proceso de hidrólisis posterior.. En este sentido, se requiere una mayor información sobre la actividad enzimática endógena y sus variaciones de acuerdo a la especie, estación del año y características del entorno.

¿Qué se requiere para aumentar la utilización de los subproductos de la pesquería con valor agregado?. Es importante generar una demanda por parte del mercado, ofreciendo variadas alternativa que pueden dirigirse a varias áreas: alimentos, farmacéuticas, cosmetología. Para lograra esta meta se requiere especialmente armonizar varios procesos como son el tratamiento de los desechos para evitar su contaminación y perecibilidad, la adecuada elección del tipo de subproducto a utilizar para lo cual se requiere estudiar la composición química de los diferentes materiales, el grado de hidrólisis en conjunción con el tipo de péptidos a obtener que a su vez va a condicionar las diferentes formas de utilización de los hidrolizados y conocer las diferentes formas en que se pueda introducir a

La alimentación humana que ha experimentado un cambio apreciable en el último tiempo debido al interés creciente por los alimentos saludables y funcionales y por el desarrollo creciente de la tecnología de los alimentos que cada vez ofrece a la población alimentos de

mayor calidad nutricional, sensorial a un precio adecuado. Por otra parte una serie de grupos de la población está exigiendo que el mercado les ofrezca alimentos para su condición específica, como por ejemplo, los deportistas y físico culturistas.

Es necesario caracterizar mejor la composición química y actividad enzimática de los distintos subproductos, lo que puede mejorar las técnicas de conservación. El peso de las fracciones, la composición lipídica y la proteica en hígado, vísceras y corte ha sido evaluada y se han encontrado diferencias en las muestras de Noruega e Islandia demostrando la importancia del área geográfica.

En resumen se requiere:

- desarrollar sistemas para clasificar y manipular los productos precozmente
- encontrar métodos seguros y costo-efectivas de preservación

Se necesita por lo tanto información acerca de la composición y calidad de los productos. La calidad del material crudo en el sitio de procesamiento determina las posibilidades de procesamiento. Es muy importante que los subproductos sean tratados precozmente. Las vísceras son extremadamente reactivas y se degradan por la acción de microbios, reacciones enzimáticas y oxidación si la manipulación no adecuadas.

La FAO estima que la industria pesquera descarga anualmente 20 millones de TM de desechos, para los cuales existiría un interesante potencial de uso. Sus principales aplicaciones han sido como fertilizantes, confección de cueros para zapatos y carteras y la producción de alimentos destinados al consumo animal principalmente en la forma de harinas o aceites. Sin embargo, la utilización en el consumo humano es minoritario, en efecto el año 2000 sólo la industria del bacalao en Noruega generó 232.000 TM de desechos de los cuales menos del 15% fue utilizado para consumo humano que es donde estos materiales adquirirían un mejor precio que permitiría el desarrollo sustentable de este tipo de productos destinados esencialmente a la industria alimentaria.

Se considera subproducto todo el material crudo, comestible y no comestible, que se genera durante la producción del producto principal. Cuando se producen filetes de pescados, los cortes de filete, huesos, cabeza, hígado, gónadas o intestinos son subproductos de interés comercial.

Estos productos son altamente perecibles y los procesos enzimáticos son importantes determinantes de la calidad del material crudo y de sus posibilidades de utilización. Por lo tanto controlar la autólisis de los subproductos es un elemento crucial. Es necesario entonces mayor información sobre la actividad enzimática de estos subproductos, así como sus variaciones de acuerdo a la especie, estación del año y características del medio ambiente.

La tecnología para elaborar hidrolizados proteicos ha sido desarrollada, y existe en el mercado, pero ha sido solamente enfocada a la generación de productos para alimentación animal. Se dispone de una amplia gama de preparados de proteasas comerciales, como por

ejemplo: Alcalasa 2.4, Flavourzyme, Protamex, Neutrase de Novo Nordisk y Protex 6L de Genencor International. Otras empresas fabricantes de enzimas son Gist Brocades y Merck. Las opciones actuales de procesamiento de estos subproductos son: producción de harina de pescado, producción de aceite de pescado, concentrados proteicos, hidrolizados proteicos, fertilizantes, compost y ensilaje. También se han encontrado aplicaciones no nutricionales, tales como extracción de quitina y quitosano, pigmentos carotenoides en crustáceos, manufactura de cueros y productos para la elaboración de cosméticos.

En Chile, las empresas que manejan subproductos de pescado están enfocadas mayoritariamente a la producción de harina y aceite, los que son destinados al consumo animal. La materia prima se compone de especies marinas de bajo costo, de residuos generados por industrias pesqueras y de la mortalidad producida en los centros de engorda. Debido a que el destino de estos productos es básicamente la alimentación animal, no existe mayor interés de las empresas en separar los distintos subproductos, los cuales en el caso de plantas acuícolas corresponden a cabezas, vísceras, huesos y piel. La sangre es un residuo que no se recupera y es descargada en forma de RIL.

Diversas estrategias debieran usarse para aumentar la utilización de los subproductos con mayor valor agregado. En primer lugar es importante generar interés de parte del mercado. Se necesita por lo tanto mayor información acerca de la composición y calidad de los productos y desarrollar investigación para identificar compuestos bioactivos en los organismos marinos y la tecnología para su posterior utilización. Para facilitar su uso en la tecnología de los alimentos es importante también estudiar y potenciar sus propiedades funcionales e identificar aquellas en que pueda tener ventajas comparativas con otros concentrados proteicos.

Los hidrolizados de proteína de pescado destinados al consumo humano deben ser productos deshidratados en polvo, solubles, estables en el tiempo y con un contenido proteico mínimo de 70% con una composición aminoacídica balanceada y con alta concentración de aminoácidos esenciales. Estos aminoácidos son aquellos que no se sintetizan en el organismo humano y que necesariamente deben provenir de la dieta. Por lo tanto existe un interés creciente en lograr que los subproductos originados en la industria del cultivo de peces puedan convertirse en alternativas económicamente factibles para ser empleada en el mejoramiento de la alimentación del ser humano. Un hombre con una dieta de 2500 Kcal requiere alrededor de 75 gramos de proteínas por día.

De especial interés es la alta concentración de algunos aminoácidos esenciales, especialmente azufrados (metionina y cisteína), que normalmente se encuentran en baja concentración en algunos alimentos, como por ejemplo las leguminosas o de lisina que es el aminoácido en déficit en los cereales que son los alimentos de mayor consumo en la dieta humana. La incorporación de un concentrado proteico de esta naturaleza en una mezcla de alimentos de origen vegetal (cereales, leguminosas) permitirá mejorar la calidad nutricional de las proteínas, característica fundamental en los alimentos orientados al consumo humano.

En la utilización de los subproductos es esencial la definición de la materia prima que se seleccionará porque su composición influirá en las características nutricionales y

funcionales de los subproductos. Considerando las plantas salmoneras procesadoras nacionales, los residuos generados al igual que la carne extraída, se encuentran en estado fresco, y se pueden obtener en forma separada, lo cual facilita el procesamiento posterior. Este aspecto es muy importante en el desarrollo de productos para consumo humano considerando en forma primaria el objetivo tecnológico de inocuidad de la materia prima. La información que se requiere para decidir la elección de las materias primas se fundamenta en estudios experimentales químico-nutricionales, toxicológicos, microbiológicos y físico-químicos.

Inocuidad de las materias primas y productos.

Los concentrados proteicos obtenidos de la hidrólisis deben cumplir con estrictos requisitos de carácter sensorial, composición química, valor nutricional, capacidad funcional, toxicológicos, y microbiológicos. Estos requisitos forman parte de la regulación internacional y en las legislaciones que sobre el tema existen en diferentes países. En los concentrados proteicos de pescado las condiciones o niveles de exigencias son mayores, debido a que constituyen productos con un bajo contenido de humedad y por lo tanto los niveles de eventuales contaminantes son mayores. En el proyecto se realizará una revisión y análisis de estas normas con el propósito de garantizar la inocuidad y calidad de los hidrolizados y facilitar su comercialización.

Uno de los aspectos que más ha preocupado a los productores e investigadores del área de los recursos marinos es la contaminación ambiental y la presencia de compuestos derivados de las prácticas de cultivo de los peces, que puedan afectar la inocuidad de los concentrados proteicos. Existen normas al respecto que se utilizan con el propósito de prevenir los riesgos que conlleva el consumo de diferentes tipos de alimentos marinos. En este sentido se dispone de escasa información acerca de las concentraciones de contaminantes orgánicos e inorgánicos (metales pesados) en los peces obtenidos en la acuicultura. Entre los metales pesados destacan el mercurio, cadmio, arsénico, plomo y en los no metales el flúor. Entre los contaminantes orgánicos, los pesticidas y contaminantes industriales como los bifenilos policlorados, dioxinas, dieldrin, o el DDT, son ejemplos de la contaminación química industrial del medio ambiente y son un grupo extenso de compuestos con una estructura química básica común. Los peces concentran estos compuestos, especialmente en su parte lipídica. En este sentido, un producto desgrasado debería ser menos riesgoso aunque su baja concentración de humedad eleva los niveles de sus componentes y los contaminantes. Otro aspecto que es necesario enfatizar es la alergenicidad que producen péptidos de bajo peso molecular que son productos del proceso aplicado a la hidrólisis de los subproductos. En consecuencia, la hidrólisis no debiera ser tan extensiva que el mínimo requerido para eliminar las respuestas alérgicas.

Los ensayos toxicológicos primarios realizados en las materias primas que serán hidrolizadas demuestran que los metales pesados tienen concentraciones menores que las permitidas y lo mismo se manifiesta en los antibióticos ensayados. Estos resultados preliminares demuestran que las materias primas son seguras en los indicadores aplicados.

ANALISIS SOLICITADOS PERFIL AMINOACIDOS	ESQUELON g/100 g	CABEZAS g/100 g	RECORTES g/100 g	PIEL g/100 g
ARSENICO mg/Kg	<0,05**	<0,05**	<0,05**	<0,05**
CADMIO mg/Kg	<0,05**	<0,05**	<0,05**	<0,05**
MERCURIO mg/Kg	<0,05**	<0,05**	<0,05**	<0,05**
PLOMO mg/Kg	<0,02**	<0,02**	<0,02**	<0,02**

Propiedades nutricionales

Desde una perspectiva nutricional, los aminoácidos integrantes de las proteínas se clasifican en esenciales que no pueden ser sintetizados en el organismo y que por lo tanto inevitablemente se deben entregar en la dieta y los no esenciales que son los que se pueden sintetizar en el organismo siempre que el aporte exógeno de nitrógeno sea el suficiente para cubrir las necesidades estructurales y metabólicas. Los esenciales son: fenilalanina, triptofano, lisina, treonina, metionina, leucina, isoleucina, valina y algunos autores incluyen a la histidina. Ejemplos de no esenciales son el ácido glutámico, alanina, ácido aspártico, serina. Cuando los no esenciales son sintetizados a partir de uno esencial se llaman semi esenciales: cistina que se forma de la metionina y tirosina a partir de fenil alanina. En algunos casos, especialmente en los de índole clínica, algunos no esenciales se convierten en esenciales: arginina, ácido glutámico, cisteína, glicina.

Calidad proteica

Para determinar si la composición aminoacídica de una proteína es buena para cumplir sus roles en el organismo se introdujo el concepto de calidad proteica que consiste en comparar la concentración de aminoácidos esenciales de un alimento o dieta con una fórmula aminoacídica considerada como estándar y a la que se le asigna un valor de calidad igual a 100.

Concentración aminoacídica estándar (mg de aa/g prot) para la determinación de la calidad de las proteínas

Isoleucina	28	Metionina/Cisteína	25
Leucina	66	Fenilalanina/Tirosina	63
Valina	35	Treonina	34
Lisina	58	Triptofano	11

Fuente: FAO/OMS/UNU 1985

ANALISIS SOLICITADOS PERFIL AMINOACIDOS	ESQUELON mg/g prot	CABEZAS mg/g prot	RECORTES mg/g prot	PIEL mg/g prot	Patrón AA mg/g prot
ACIDO ASPARTICO	79	103	98	84	
ACIDO GLUTAMICO	142	149	134	118	
HIDROXIPROLINA	43	35	12	49	
SERINA	53	53	40	46	
GLICINA	150	128	70	171	
HISTIDINA	3	26	23	42	
ARGININA	71	67	56	67	
TAURINA	6	14	8	12	
TREONINA	44	46	43	34	34
ALANINA	86	82	68	78	
PROLINA	100	89	65	98	
TIROSINA	30	33	33	19	
VALINA	48	49	52	33	35
METIONINA	24	29	30	26	
ISOLEUCINA	52	54	57	34	28
LEUCINA	70	71	72	45	66
FENILALANINA	43	46	40	33	
LISINA	76	81	86	54	58
TIROSINA * FENILALANINA	73	79	73	52	63
METEONINA + CISTEINA					25

FAO/OMS/UNU 1985

Aquellos aminoácidos presentes en los alimentos cuya concentración sea menor a la descrita se denominan aminoácidos limitantes y aquel que se encuentre en la menor proporción se llama primer limitante y es el que le da el valor a la calidad proteica del alimento.

La concentración de los aminoácidos con relación al patrón aminoacídico de FAO/OMS/UNU 1985 de las 4 materias primas se ilustra en la tabla. Se aprecia que todas las muestras tienen una composición aminoacídica superior al patrón, lo que demuestra la excelente calidad proteica de esta materia prima.

Los aminoácidos azufrados además tienen un gran poder reductor que los convierte en compuestos de importancia para disminuir los riesgos de oxidación en los diversos procesos tecnológicos en que participe el hidrolizado de pescado. Por otra parte, se constituyen en substratos específicos para la síntesis de glutatión, tripéptido con alto poder reductor, compuesto clave del metabolismo para disminuir el stress oxidativo, que puede ser un factor etiológico de cáncer, enfermedad cardiovascular y diabetes.

Digestibilidad proteica

Al consumir la proteína, ésta es digerida en el tracto gastrointestinal y luego absorbida a través de la pared del intestino delgado. Sin embargo, no todos los alimentos muestran la misma sensibilidad a la digestión, dependiendo este proceso esencialmente de la matriz alimentaria, de la presencia de otros compuestos en los alimentos y de los procesos tecnológicos aplicados.

La digestión consiste en la acción de las enzimas intestinales y gástricas a una proteína desnaturalizada por la acidez del estómago. La proteína se hidroliza en péptidos y aminoácidos que son absorbidos a nivel intestinal. La relación porcentual entre la proteína absorbida y la ingerida se conoce como digestibilidad de las proteínas.

Por haber experimentado un proceso de hidrólisis previo, la digestibilidad del hidrolizado de salmón es buena y cercana al 100%

Por sus características nutricionales pueden reemplazar la proteína de soya, de suero de leche o caseína en suplementos proteicos para deportistas, alimentos para nutrición enteral, alimentos infantiles y alimentos para ancianos. Otra vía de gran potencialidad la constituyen los programas alimentarios.

El Ministerio de Salud distribuye anualmente aproximadamente 9.000 TM anuales de Leche Purita Cereal, 600 de Mi Sopita, y 3.600 TM de Crema Años Dorados, alimentos elaborados con mezclas de leche o proteína de leche, cereales y leguminosas. Si se reemplazara solo el 10% de las materias primas por un CPP se necesitarían 1.320 TM anuales para estos programas. También existen interesantes posibilidades de uso a través de los programas alimentarios de Junji, Integra y Junaeb

PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEÍNAS

Las propiedades funcionales de un alimento son aquellas que no implican un aspecto nutricional y que sin embargo influyen en la utilidad al incorporarse como un ingrediente en un producto. Por lo tanto se pueden distinguir dos tipos de estas propiedades:

- 1.- Las que mejoran la calidad tecnológica de los productos alimentarios como por ejemplo las que mejoran su textura y
- 2.- aquellas que proporcionan beneficios para el individuo que consume el alimento que van más allá de su rol estrictamente nutricional.

Propiedades saludables y farmacológicas

En la actualidad un concepto novedoso es la utilización de proteínas y los péptidos provenientes de los alimentos y de la hidrólisis de las proteínas para mejorar una función del organismo o tratar de reducir el riesgo de alguna enfermedad. En este sentido el desarrollo de alimentos funcionales y Nutraceuticos ha experimentado un gran incremento

dado sus efectos biológicos como por el interés de la industria alimentaria y del propio consumidor para la comercialización de estos productos. Los alimentos funcionales se definen como aquellos que más allá de sus aportes nutricionales proporcionan efectos expresados en un mejor bienestar y en la disminución de los riesgos de las enfermedades crónicas. Los Nutracéuticos son los componentes bioactivos del hidrolizado que han sido aislados y que se proporcionan en cápsulas en forma concentrada..

Varios péptidos se han propuesto, además de su aporte en aminoácidos que le dan un buen valor nutricional, para cumplir con estos roles.. También es de gran potencialidad, la obtención de sustancias que tiene aplicación farmacológica, como por ejemplo, compuestos bioactivos de naturaleza peptídica o amínica. En efecto se han identificado en los hidrolizados de varias proteínas, y últimamente entre ellas se ha demostrado su presencia en el hidrolizado de los subproductos de pescado, un conjunto de péptidos solubles y otras biomoléculas activas como secretagogos, hormonas calciotrópicas y factores de crecimiento que tiene un uso potencial en farmacología, cosmética y en acuicultura. Entre los secretagogos se encuentran la gastrina y colecistoquininas que estimulan la síntesis proteica, el control de la motilidad intestinal y la secreción de enzimas digestivas y en el caso de las colecistoquinina se ha evidenciado que incrementa la saciedad. El neuropéptido relacionado con el gen de la calcitonina actúa principalmente el control de la vasodilatación con efectos positivos sobre la salud cardiovascular y también está implicado en la secreción de ácido a nivel gástrico y también posee importantes propiedades anti-inflamatorias. Los factores de crecimiento son un grupo de reguladores polipeptídicos que controlan la multiplicación celular y la síntesis de DNA y que se encontraron principalmente en los productos con bajo grado de hidrólisis.

La hipertensión es un problema de salud a nivel mundial que afecta a un 15 a 20% de la población adulta.. Varios péptidos inhibitorios de la enzima convertidora de angiotensina I se aíslan de proteínas de suero de leche, zeína, gluten, y en pescados como tuna o sardina. Estos compuestos tienen una acción mas débil que los sintéticos pero no presentan efectos colaterales.

Numerosos estudios demuestran un poderoso efecto insulinoatrópico de los aminoácidos arginina,, leucina, alanina, isoleucina, y fenilalanina, aunque los mecanismos de esta acción no están. Plenamente dilucidados. El consumo de un hidrolizado proteico con o sin adición de leucina reduce efectivamente la glucosa posprandial en hombres diabéticos tipo 2.

El hidrolizado de proteína de salmón también evidencia capacidad hipocolesterolemica que puede explicarse por el perfil aminoacídico con niveles altos de arginina,, lisina, glicina y metionina. y la baja relación lisina:arginina y su acción metabólica más acentuada es la de disminuir la actividad de la acil CoA colesterol acil transferasa que cataliza la esterificación entre el acil graso CoA con colesterol. También se ha observado que los hidrolizados de proteína adicionados o no con leucina producen una elevación de la insulina en pacientes con diabetes tipo I con la consiguiente reducción de la glicemia, observación que es importante para la utilización de los hidrolizados de proteína de salmón en este tipo de pacientes..

Propiedades funcionales tecnológicas

Las propiedades funcionales tecnológicas se definen como el comportamiento físico-químico total del funcionamiento de las proteínas en sistemas de alimentos durante el procesamiento, almacenamiento y consumo. La hidrólisis produce péptidos de menor tamaño los cuales pueden mejorar las características funcionales de las proteínas. Varios investigadores han trabajado en la medición de las propiedades funcionales de las proteínas hidrolizadas de pescado. Las aplicaciones que han utilizado enzimas endógenas para la alimentación humana son escasas. Las salsas se producen con este procedimiento. Para producir productos con cierta funcionalidad se requiere un gran conocimiento de las enzimas comprometidas. Es necesario destacar que el hidrolizado de subproductos del pescado presenta ventajas para el estudio de las propiedades funcionales tecnológicas debido a que es un producto puro y no tiene los inconvenientes del uso de aislados, concentrados o harinas proteicas que conllevan compuestos que pueden afectar a las propiedades funcionales y, por otra parte es posible el estudio más objetivo tendientes a mejorar las propiedades debido a que disminuyen los compuestos que puedan interferir la respuesta.

Entre las propiedades funcionales de interés para la industria de alimentos se destacan la solubilidad, la capacidad de adsorción de agua- aceite, propiedades espumantes, gelificantes, emulsificantes y la viscosidad. En consecuencia, las posibilidades de uso en la industria de alimentos es alta ya que la hidrólisis enzimática de proteínas produce péptidos de menor tamaño, lo que posibilita que el valor de los subproductos puede verse aumentado gracias a sus propiedades funcionales y no solo nutricionales. reemplazar a caseinatos para aumentar la viscosidad, suero de leche en comidas preparadas, pastas y panadería, a las proteínas cárnicas en algunos saborizantes y a aislados de soya en panificación o en mezclas proteicas.

Solubilidad

Es una de las más importante de estas propiedades ya que otras propiedades funcionales dependen de la solubilidad y en consecuencia es un indicador de la funcionalidad del hidrolizado y de sus potenciales aplicaciones. La solubilidad depende del carácter iónico de los péptidos, de sus interacciones que influyen sobre la hidrofobicidad de las moléculas. Las interacciones hidrofóbicas promueven la interacción de las moléculas de péptidos y por lo tanto disminuye la solubilidad, limitando a su vez la capacidad gelificante, espumante y emulsionante. Por otra parte, los residuos iónicos facilitan la interacción péptido-agua aumentando la solubilidad. Los hidrolizados proteicos tiene mayor solubilidad que las proteínas miofibrilares

La solubilidad se determina por el índice de solubilidad de N, que se determina suspendiendo una muestra del hidrolizado en agua, agitando y luego centrifugando, analizando luego el N del sobrenadante, calculando el porcentaje de N soluble en relación al N total del producto. citar algunos estudios, Quaglia y Orban demostraron que manejando el grado de hidrólisis y el pH, se pueden obtener solubilidades cercanas al 95% y por consiguiente buena capacidad emulsificante. Resultados similares fueron obtenidos por Kristinsson y Rasco con solubilidades comprendidas entre 92 a 99,7% en un amplio

rango de pH, comparables con la albúmina de huevo. Lieceaga y Li-Chan demostraron a nivel de laboratorio que subproductos de pescado pueden ser transformados en hidrolizado proteico, utilizando un preparado enzimático comercial (endopeptidasas). Los tests de funcionalidad demostraron que se mejoró la estabilidad de la emulsión, así como la estabilidad espumante. La dificultad principal radica en encontrar la enzima adecuada y los parámetros óptimos de operación, para obtener los mejores resultados. Las principales variables de operación son el pH, la temperatura, tiempo de reacción, naturaleza del sustrato y concentración. Se debe tener en cuenta que los preparados enzimáticos tienen distintas propiedades y condiciones óptimas de funcionamiento, inhibición e inactivación.

Capacidad de retención de agua.

Esta propiedad físico-química se caracteriza por la habilidad de la proteína de embeber el agua en su matriz y retenerla contra la fuerza gravitacional, por ejemplo en el músculo de vacuno o pescado. Esta propiedad está directamente relacionada con la capacidad de ligar agua. La retención de agua mejora la textura, ya que las propiedades funcionales de la proteína dependen de una buena interacción proteína-agua. Por ejemplo, el hidrolizado puesto en productos de salmón que van a ser congelados produce una menor pérdida de agua que en el producto control y presentando un valor mejor que los concentrados de proteína de huevo y de la soya (). La adición del hidrolizado a un producto de cerdo sometido a cocción, mejoró el rendimiento del producto al igual que la hamburguesa de vacuno.

Los hidrolizados de pescado son altamente higroscópicos, lo que se debe al gran número de grupos polares que se forman durante la hidrólisis de la proteína, aspecto que debe considerarse en su embalaje con un adecuado recipiente y con una baja humedad ambiente. Se ha demostrado que presenta capacidad antioxidante evidenciado por un menor nivel de malondialdehído que es un compuesto resultante de la oxidación de las grasas. Esta propiedad depende del tipo de aminoácidos presentes y del tamaño molecular de los péptidos y puede actuar en forma sinergista con antioxidantes comerciales.

Propiedades emulsificantes

Las emulsiones son dispersiones en dos líquidos no miscibles, encontrándose uno de ellos en forma de gotas dispersas en el otro líquido que corresponde a la fase continua y dispersante. La mayor parte de las emulsiones alimentarias son las de aceite en agua o agua en aceite. Se requiere para que exista una disminución de la tensión una fuerza mecánica importante que se logra con ultrasonido, homogenizadora o mezcladoras rápidas. La emulsión tiende a ser inestable.

Numerosos alimentos son emulsiones como es el caso de la leche, crema, helados, mantequilla, mayonesa, carnes molidas como las que se emplean en la elaboración de salchichas. En estos alimentos las proteínas cumplen un rol esencial en la estabilización de los sistemas coloidales. Esta propiedad se define los mL de aceite que puede ser emulsificado por el producto y se denomina capacidad emulsificante. Se relaciona directamente con las propiedades de superficie, por ejemplo con la capacidad del hidrolizado de pescado de disminuir la tensión superficial existente entre los componentes

hidrofílicos y lipofílicos de un alimento. Se explica este efecto por ser soluble en agua y tener grupos hidrofílicos y lipofílicos que pueden extenderse en las capas polares (acuosas) y capas apolares (lípidos). Las proteínas insolubles no aportan debido a que necesariamente no se integran a la interfase. Se ha evidenciado una relación directa entre la solubilidad en agua y la capacidad emulsificante. Las proteínas se adsorben en la gota recientemente formada de aceite, formando una película que evita la coalescencia de las partículas de grasa. emulsificante. Existe acuerdo, en que los péptidos más grandes mejoran la capacidad emulsificante, de tal forma que si se quiere obtener un alto poder emulsificante, el grado de hidrólisis debe ser bajo; también puede ser mejorado por acetilación. Hidrolizados de proteína de salmón muestran valores comprendidos entre límites muy amplios: 75 a 299 mL de aceite emulsificado por 200 mg de proteína, siendo los valores superiores mejores que los de concentrado de proteína de soya (180 mL de aceite/200 mg de proteína), pero menores que el poder emulsificante de la proteína de albúmina de huevo (). Con respecto a la estabilidad de la emulsión, los valores mayores obtenidos (70 %) son similares a los de la proteína de soya y la albúmina de huevo. Se determina calculando la relación porcentual entre el volumen de la emulsión final y el volumen de la emulsión inicial.

El hidrolizado de pescado presenta tres características que hacen que este producto sea especialmente adecuado como emulsificante. Estas son:

- a) habilidad para absorberse rápidamente en la interfase;
- b) habilidad para orientarse en la interfase de acuerdo a sus componentes polares y menos polares;
- c) habilidad para actuar en la interfase con las moléculas vecinas y formar fuertes cohesiones, formando películas elásticas que resisten cambios de temperatura y mecánicos.

Propiedades espumantes

Los alimentos tipo batidos son los prototipos de los productos que se caracterizan por tener a la espuma como una estructura básica; éstas son dispersiones de un gas, frecuentemente aire, en una fase líquida continua o semisólida. Ejemplos de estos alimentos son merengue, marshmallow, productos de panadería, carne batida, helados, moufles y la espuma de la cerveza. La interfase existente entre las dos fases requiere de una fuerza mecánica y para evitar la coalescencia y mantener la interfase se necesita de compuestos que disminuyan la tensión de la interfase. En la fuerza mecánica se privilegia el batido sobre los sistemas burbujeantes. El volumen en el caso de la grasa es bastante mayor que eny por lo tanto la espuma es más inestable. El volumen de la espuma aumenta con la presencia de proteínas hasta un valor máximo.

El poder espumante de la gelatina es de 228, 213 para el caseinato de calcio y de 203 para el aislado de proteína de soya calcio, siendo la albúmina de huevo la que tenía el valor de 100%. Ya que presenta excelentes propiedades espumantes. Las proteínas tienen esta capacidad debido a que poseen grupos hidrofóbicos que se ubican hacia el aire y le permiten formar una película y los grupos hidrofílicos que se orientan hacia la fase acuosa., siendo clave el grado de hidrofobicidad. Los hidrolizados de proteína de pescado muestran una menor capacidad espumante que la proteína de suero que tiene excelente capacidad

aunque una baja sustentabilidad de la espuma, mostrando que los péptidos de menor tamaño tienen una mayor capacidad espumante pero son menos sustentables en el tiempo (menor estabilidad de la espuma). La ventaja de utilizar hidrolizados de pescado a que muestran estabilidad en esta propiedad en un amplio rango de pH, incluyendo los más alejados a su punto isoeléctrico que es el pH en que se expresa mejor la propiedad espumante. La formación de la espuma está explicada por la parte soluble que es de 1%, contribuyendo el resto al aumento de la estabilidad de la espuma.

El sistema es complejo porque a menudo coexisten las propiedades espumantes, emulsificantes y gelificantes.

Comparación entre el poder espumante de soluciones proteicas (0,5% volumen-peso)

Albúmina de huevo	100%	Fibrinógeno	150%
Albúmina de bovino	118%	Proteína de soya	208%
Plasma de bovino	108 %	Gelatina	320%
B lactoglobulina	200%		

Absorción de grasa

Esta propiedad es esencial para el sabor de los productos alimentarios, especialmente en los productos cárnicos y de confitería. La capacidad de ligar grasa por parte de las proteínas depende esencialmente de la parte hidrofóbica y se explica por el atrapamiento de la grasa dentro de la proteína y por lo tanto se ve aumentada cuando la proteína tiene un volumen mayor. Se determina como los mililitros de grasa que son absorbidos por gramo de proteína cuando la muestra se mezcla con un exceso de grasa. En el caso del hidrolizado de salmón, esta capacidad depende del grado de hidrólisis, siendo mayor cuando la hidrólisis es menor: 5 a 10% de grado de hidrólisis. La absorción de grasa del hidrolizado de salmón es superior a la de las proteínas de soya y albúmina de huevo, 5,9 mL de aceite / g de proteína vs. 2,36 para la albúmina de huevo y 2,90 para la proteína de soya (). Como en las otras propiedades el tipo de enzimas utilizados en el proceso de hidrólisis es un factor clave para desarrollar la capacidad de absorber grasa.

Viscosidad

Los diferentes alimentos producen una resistencia al desplazamiento que depende de la velocidad del desplazamiento en un comportamiento no newtoniano del fluido. La viscosidad aumenta exponencialmente al ser mayor la concentración proteica debido al aumento de los enlaces proteína-proteína. La viscosidad es importante en los sistemas proteicos líquidos tales como bebidas, sopas, salsas y cremas. En cambio en las pastas y geles proteicos sólo se puede manifestar la resistencia al deslizamiento a velocidades muy altas, probablemente debido a la ruptura de enlaces. La relación entre solubilidad y viscosidad no es muy clara.

Gelificación

La gelatina es el único hidrocoloide proveniente de proteína de tejidos animales que contiene colágeno. Tiene la particularidad de ser soluble a temperaturas altas y forma geles

a baja temperatura. Su propiedad funcional más característica es la de gelificar. Se utiliza en la fabricación de yogures, budines, helados y postres de crema

Se define como gelificación cuando las moléculas denaturalizadas se agregan para formar una red proteica ordenada. Esta propiedad es útil en la elaboración de diversos alimentos como los geles de gelatina, yogures, y no se aplica sólo para formar geles sólidos pseudo elásticos sino que también para mejorar la absorción de agua, la unión de partículas, espesado y para contribuir a estabilizar emulsiones y espumas. Se necesita para una mejor gelificación un calentamiento y luego enfriar, sin embargo hay proteínas que no necesitan el tratamiento térmico, por ejemplo ciertos hidrolizados que no requieren calentamiento previo ni tampoco que sean solubles, Estas condiciones son atractivas para la proteína insoluble que se separa durante el proceso de hidrólisis de los subproductos del salmón. Esta posibilidad aumenta la eficiencia de producción de estos hidrolizados y permite además su utilización en la industria alimentaria en forma más económica al evitarse el proceso térmico.

Propiedades sensoriales

Es indudable que los hidrolizados de las proteínas de pescado muestran interesantes propiedades nutricionales y funcionales, sin embargo uno de los problemas esenciales para su utilización es el sabor amargo producto de la acción enzimática.

De acuerdo a algunos estudios los hidrolizados de pescado pueden reemplazar al monosodio glutamato como acentuadores del sabor, aunque con una menor intensidad. Esto ocurre en algunos casos con un intenso grado de hidrólisis que deja libre a di y tripéptidos. Simultáneamente se producen tripéptidos con sabor amargo de proteína de pescado, propiedad que ha sido esgrimida como un factor limitante en la utilización del hidrolizado de proteína de pescado como un ingrediente funcional en productos alimentarios. Los compuestos responsables pueden ser removidos por la aplicación de algunos procesos como el uso del carbón activado, extracción con solventes o el uso de exopeptidasas (59,163,152). También se reduce lo amargo utilizando enzimas que actúan preferentemente con aminoácidos hidrofóbicos producen hidrolizados con mejor sabor (20,96), debido a que péptidos de aminoácidos hidrofóbicos son responsables del sabor amargo.

Es el único hidrocoloide proveniente de proteína de tejidos animales que contiene colágeno. Tiene la particularidad de ser soluble a temperaturas altas y forma geles a baja temperatura. Su propiedad funcional más característica es la de gelificar. Se utiliza en la fabricación de yogures, budines, helados y postres de crema

Mercado objetivo de productos con valor agregado obtenidos a partir de los subproductos del salmón

Potenciales usuarios a nivel nacional

Una de las áreas de mayor interés puede ser la incorporación del hidrolizado proteico como uno de los ingredientes con que se elaboran los alimentos destinados a los programas alimentarios que desarrollan los distintos programas del Estado.

Ministerio de Salud. El Ministerio de Salud actualmente incorpora en sus programas cuatro alimentos distintos, los que han sido especialmente formulados para la población infantil y los adultos mayores. A través del Programa Nacional de Alimentación Complementaria (PNAC) y del Programa de Alimentación Complementaria del Adulto Mayor (PACAM), se invierten anualmente más de \$ 30.000 millones en alimentos.

Dos de estos alimentos se presentan como una bebida láctea y los otros dos como una papilla para reemplazar el almuerzo o la cena. La composición química por 100 g de estos productos se presenta en la tabla 1, destacando un aporte de proteínas que representa entre el 12 y el 18% del peso final.

Tabla 1. Composición centesimal de los alimentos distribuidos por el Ministerio de Salud (aporte por 100 gramos).

Producto	Energía Kcal	Proteínas g	Lípidos g
Mi Sopita	400	13	11
Crema Años Dorados	400	12	13-15
Nueva Purita Cereal	442	17	18
Bebida Láctea Años Dorados	410	18	10

De acuerdo a las especificaciones técnicas de cada uno de estos productos, los principales ingredientes permitidos como fuente de proteínas son:

- Harinas de cereales hidrolizadas
- Harinas de leguminosas hidrolizadas
- Carnes deshidratadas
- Leche en polvo
- Suero de leche
- Caseinatos

Las especificaciones técnicas definen la composición final del producto y no la proporción de cada ingrediente, lo que le da posibilidades a la industria a explorar la incorporación de nuevas materias primas, en función de los precios que tengan en el mercado.

Es importante destacar que el Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile ha tenido una activa participación en definir las especificaciones técnicas de estos cuatro productos y está en condiciones muy favorables para sugerir su eventual modificación, si fuera necesario.

La cantidad distribuida por el Ministerio de Salud durante el 2005 de cada uno de estos productos se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Productos distribuidos en los programas del Ministerio de Salud durante 2005 (PNAC y PACAM)

Producto	Total TM por año
Mi Sopita	117
Crema Años Dorados	3.359
Nueva Purita Cereal	8.561
Bebida Láctea Años Dorados	1.240
Total	13.277

Un hidrolizado proteico de buena calidad puede reemplazar a varios de los ingredientes utilizados en la elaboración. El grado de sustitución de los ingredientes actuales dependerá del costo y de las características fisicoquímicas del producto que se obtenga. Desde un punto de vista tecnológico se podría estimar que puede fluctuar entre 15 y 25% del producto final, lo que puede determinar un requerimiento aproximado de 1.992 a 3.320 TM anuales del hidrolizado, dependiendo del grado de sustitución.

Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB). El Programa de Alimentación escolar es otro de los importantes esfuerzos que realiza el Estado en el área de alimentación a los grupos más vulnerables. A través de distintas modalidades de atención entrega alimentos a cerca de 1.400.000 beneficiarios al día (tabla 3), con una inversión anual de \$96.500 millones.

Tabla 3. Población beneficiaria de los Servicios de Alimentación de la Junta Nacional de Alimentación Escolar

Nivel Educativo	Servicios de Alimentación	Beneficiarios
Educación Parvularia	Desayunos y Almuerzos (600 cal.)	155.814
	Colaciones (300 cal.)	5.813
	Colaciones (250 cal.) Programa Conozca a su Hijo	2.542
	Colaciones (250 cal.) Programa Mejoramiento Infancia	3.124
Educación Básica	Desayunos (250 cal.)	12.622
	Desayunos y Almuerzos (700 cal.)	758.198
	Desayunos y Almuerzos (1000 cal.)	106.767
	Colaciones adicionales alumnos Chile Solidario (300 cal.)	28.050
Educación Media	Desayunos (350 cal.)	43.988
	Almuerzos (650 cal.)	213.048

	Desayunos y Almuerzos (1000 cal.)	7.257
	Colaciones adicionales alumnos Chile Solidario (300 cal.)	15.007
Educación Adultos	Colación (350 cal.)	12.582
Hogares Estudiantiles	Desayunos, Almuerzos, Onces y Comidas (2000 cal.)	7.980
Total Beneficiarios / día		1.372.793

Considerando un promedio de dos tiempos de comida al día por beneficiario durante 180 días por año y un peso promedio de 400 gramos de alimentos por servicio de alimentación se podría estimar que el programa entrega aproximadamente 197 mil TM de alimento al año. Existen distintas posibilidades de introducir los hidrolizados proteicos en el programa: postres, bebidas, puré, sopas, hamburguesas, vienesas, etc. Si se lograra reemplazar tan solo el 0,5 % de los ingredientes actuales se puede estimar una demanda potencial de 986 TM por año de un hidrolizado proteico. Esta cifra podría ser significativamente mayor en la medida que se identifiquen otras posibilidades de sustitución.

JUNJI y Fundación INTEGRAL. Ambas instituciones, a través de distintos programas, atienden a aproximadamente 150.000 niños diarios, donde reciben 3 tiempos de comida. Un cálculo similar al anterior, ajustado a las características de funcionamiento de estos programas, permite estimar una demanda de aproximadamente de 198 TM por este concepto.

Un resumen de la demanda potencial a través de los programas alimentarios del Estado se presenta en la tabla 4, cálculo que se ha hecho sobre una base bastante conservadora.

Sin embargo es necesario tener presente, que la introducción de los hidrolizados requiere una revisión y tal vez modificación de las especificaciones técnicas del programa

Tabla 4. Estimación del mercado potencial de hidrolizados proteicos a través de los programas alimentarios del Estado

Programa	Alimentos TM año	Hidrolizado TM año
Programa Nacional de Alimentación Complementaria	13.277	1.992
Programa de Alimentación Escolar, JUNAEB	197.000	986
Programa Alimentario JUNJI y Fundación Integra	39.600	198
Total	249.877	3.176

Potenciales usuarios a nivel internacional.

El Gobierno de Chile, el Programa Mundial de Alimentos y otras agencias internacionales, están impulsando un programa regional para erradicar la desnutrición materno-infantil de aquí al año 2015. Como parte de este proceso se realizó el 5 y 6 de Junio del 2006 una Consulta Técnica donde participaron 8 países de Centroamérica y República Dominicana. Algunos de los acuerdos y conclusiones de esta reunión se resumen a continuación:

1. Más de un millón de niños en las edades de 0 a 36 meses presentan serias deficiencias de talla y peso en los ocho países de la región centroamericana.¹ Las consecuencias de estas condiciones deben ser preocupantes si se consideran los impactos para el resto de la vida de cada niño o niña en términos de su salud física y mental, de su capacidad de aprendizaje para mejorar su productividad, y de su bienestar y el de su familia, así como el impacto sobre el ciclo de pobreza y los costos privados y públicos en educación y salud.
2. Como parte del proceso del desarrollo del programa regional “Hacia la Erradicación de la desnutrición Infantil en Centroamérica y la Republica Dominicana”, el Programa Mundial de Alimentos y el Banco Interamericano de Desarrollo, organizaron esta consulta técnica, para reunir a representantes de los gobiernos de la región, organismos internacionales de cooperación, representantes de la sociedad civil, y académicos, a definir los lineamiento del programa.
3. Uno de los objetivos de la reunión fue iniciar un proceso de participación efectivo en la formulación y preparación de un programa específico para cada país, por parte de las instituciones nacionales e involucrar a las organizaciones internacionales en el desarrollo del programa.
4. Los países manifestaron su apoyo a la iniciativa PMA-BID y las agencias internacionales mostraron su interés en participar en el programa. Se creó un Comité de Guía compuesto por representantes de los países e instituciones internacionales (“puntos focales”) para guiar la preparación del programa. Las agencias internacionales de financiamiento mostraron su interés en apoyar el programa.
5. Hubo consenso en que una de las principales estrategias de intervención es la **entrega de suplementos alimentarios fortificados a mujeres embarazadas, en período de lactancia y a niños menores de 3 años de edad, de alta vulnerabilidad social.**

Estos 8 países en su conjunto tienen una población de 3,8 millones de menores de 3 años y 1,3 millones de madres embarazadas. Si se decidiera entregar dos Kg mensuales de un complemento alimentario solo al 20% más pobre de la población, se requieren **24.260 TM anuales de alimento y eventualmente 3.638 TM de un hidrolizado proteico**, considerando que represente el 15% de los ingredientes. En algunos países existe un especial interés por aumentar el aporte de proteínas en este grupo de beneficiarios.

Como seguimiento a esta iniciativa se está preparando para los próximos meses una visita a nuestro país de una semana de duración de 3 a 5 profesionales responsables de los programas de alimentación a nivel nacional de cada uno de los 8 países involucrados, para que conozcan la experiencia chilena en este campo y los productos que entregan los programas de alimentación.

¹ Para propósitos de este documento, se ha definido como “Región Centroamericana”, los cinco países de Centroamérica (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua), Belice, Panamá y la República Dominicana.

En **octubre de este año se hará una reunión similar para los países andinos**, con una activa participación de AGSI y el gobierno chileno. Una estimación similar a la anterior, determina una población beneficiaria de aproximadamente de 2,1 millones de persona y eventualmente el requerimiento de 7.690 TM del hidrolizado proteico. Es importante destacar que solo Ecuador actualmente distribuye cerca de 8.000 TM de alimentos complementarios al grupo materno-infantil, elaborados con harina de trigo, maíz, quínoa o leguminosas y/o leche en polvo.

Es importante destacar que una potencial dificultad a la exportación de un hidrolizado proteico puede ser las barreras que algunos países establecen, al incluir en sus especificaciones **técnicas “utilizar preferentemente o exclusivamente” materias primas nacionales.**

REFERENCIAS

- Rustad T. Utilisation of marine by- products. Electronic Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry. March 2, 2001.
- Jung WK, Mendis E, Je JY. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptide from yellowfish sole (*Limanda aspera*) frame protein and its antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats. Food Chemistry 94: 26-32, 2006.
- Quaglia GB, Orban E. Influence of enzymatic hydrolysis on structure and emulsifying properties of sardine (*Sardina pilchardus*) protein hydrolysates. J Food Sci 1990,55: 1571-1573
- Liceaga AM, Li-Chan ECY. Functional properties of fish protein hydrolysate from Herring (*Clupea harengus*) J Food Sci 1999; 64:1000-1004
- Ravallec-Plé R, Charlot C, Pires C et al. The presence of bioactive peptides in hydrolysates prepared from processing waste of sardine (*Sardine pilchardus*) J Sci Food Agric 2001; 81: 1120-1125
- Wergedahl H, Liaset B, Gudbrandsen O, et al. Fish protein hydrolysate reduces plasma total cholesterol, increases the proportion of HDL cholesterol and lowers acyl-CoA:cholesterol acyl transferase activity in liver of Zucker rats. J Nutr 2004; 134: 1320-1327.
- Vermeirssen V, Van Camp J, Verstraete W. Bioavailability of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides. Brit J Nutr 2004; 92: 357-366.
- Korhonen H, Pihlanto A. Food derived bioactive peptides opportunities for designing future foods. Curr Pharm Des 2003; 9: 1297- 1308.

- FAO/WHO/UNU Expert Consultation . Energy and protein requirements . Technical Report Series 724. World Health Organization. 1985. Geneva.
- Schaafsma G. The protein digestibility-corrected amino acid score. J Nutr 2000; 130: 1895S-1867S.
- Reeds PJ, Garlick PJ. Protein and amino acid requirements and the composition of complementary foods. J Nutr 2003; 133: 2953S-2961S.
- Manders RJ, Koopman R, Sluisjmans W et al. Co-ingestion of a protein hydrolysate with or without additional leucine effectively reduces postprandial blood glucose excursions in type 2 diabetic men J Nutr 2006; 136:1294-1299
- Kim SK, Kim YT, Bjun HG et al. Isolation and characterization of antioxidants peptides from gelatin hydrolysate of Alaska Pollack skin. J Agric Food Chem 2001; 49:1984-1989.
- Programa Mundial de Alimentos. Consulta Técnica Regional. “Hacia la Erradicación de la Desnutrición Infantil en Centroamérica y República Dominicana”, Panamá junio 2006.
- UNICEF. Estado Mundial de la Infancia 2006, Nueva York, EEUU, 2006
- PANN 2000. Programa Nacional de Alimentación y Nutrición. Informe de labores 2005, Ecuador, diciembre 2005.
- Ministerio de Salud. Mapa nutricional <http://www.minsal.cl/ici/nutricion/nutricion.html>, capturado abril 2006
- Junaeb. Situación nutricional de los escolares chilenos de primero básico, http://sistemas.junaeb.cl/estadosnutricionales_2005/index.php, capturado abril 2006
- Pontificia Universidad Católica de Chile, MINSAL. Encuesta Nacional de Salud Chile 2003. Informe Final, Santiago, marzo 2004
- WHO. Preventing chronic diseases a vital investment. Geneve, 2005.
- WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO technical report Series 919, Geneve, 2003