

Aminoácidos E PEPTÍDIOS

Peptídeos e aminoácidos têm grande influência no sabor da maioria dos alimentos. As propriedades sápidas dos peptídeos, com uma vasta gama de sabores, permitem sua aplicação como intensificadores e agentes de sabor, além de possuírem muita boa qualidade nutricional. Este aspecto é também uma das vantagens concretas dos aminoácidos e peptídeos, uma vez que podem ser usados em dietas para pessoas cujo metabolismo é deficiente ou induz problemas de saúde, como diabetes, pressão alta, e dificuldade em digerir proteínas.

OS AMINOÁCIDOS

De um modo geral, cada composto orgânico pertence a uma determinada função. Entretanto, existem compostos que pertencem simultaneamente a duas ou mais funções, ou seja, são de função mista. Entre esses compostos, têm grande importância os que apresentam as funções amina e ácido, ou seja, os aminoácidos.

Os aminoácidos são as unidades estruturais básicas das proteínas. Um α -aminoácido é constituído de um grupamento amina, uma carboxila, um átomo de hidrogênio e um grupamento R diferenciado, todos eles ligados a um carbono α .

Os aminoácidos são classificados em essenciais e não-essenciais. Os essenciais, ou indispensáveis, são aqueles que o organismo humano não consegue sintetizar. Desse modo, devem ser obrigatoriamente ingeridos através de alimentos, pois caso contrário, ocorre a desnutrição. Assim, a alimentação deve ser a mais variada possível para que o organismo se satisfaça com o maior número desses aminoácidos. Outra forma

de garantir uma ingestão satisfatória dos aminoácidos importantes é a suplementação, tanto na forma de alimentos fortificados como de suplementos propriamente ditos, geralmente populares entre atletas e pessoas com alta atividade física. As principais fontes desses aminoácidos são a carne, o leite e o ovo.

Os aminoácidos não-essenciais, ou dispensáveis, são aqueles que o organismo humano consegue sintetizar a partir dos alimentos ingeridos.

Os α -aminoácidos são todos os compostos sólidos incolores, sendo a maioria de sabor amargo, outros de sabor doce e alguns insípidos. Com exceção da glicina, que é solúvel em água, os demais apresentam solubilidade variável.

Os aminoácidos são os “blocos de construção” de proteínas e peptídeos. Eles também servem de precursores para muitos tipos de moléculas pequenas que têm diversos papéis biológicos. A histamina, por exemplo, é derivada, por descarboxilação, da histidina. A tirosina é precursora dos hormônios tiroxina e epinefrina e da melanina. A glutatona, cuja função é proteger os glóbulos vermelhos de danos oxidativos, é derivada

do glutamato. Já a biossíntese do óxido nítrico, molécula sinalizadora de curta duração, é iniciada a partir da arginina.

OS AMINOÁCIDOS E O SABOR

O paladar humano possui quatro sabores reconhecidos: doce, azedo, amargo e salgado. Os sabores azedo e salgado são claramente associados a ácidos e sais, respectivamente, porém os sabores amargo e doce são detectados em um grande número de substâncias com diferentes estruturas químicas. Os receptores de paladar estão localizados na língua, agrupados em pequenas saliências chamadas papilas gustativas (cerca de 10.000), visíveis com lente de aumento. Existem quatro tipos de receptores gustativos capazes de reconhecer os quatro sabores básicos. Esses receptores estão localizados em diferentes regiões da língua. A teoria dos quatro sabores primários (doce, sal, azedo e amargo) prevaleceu durante muitos anos. Cada um deles possui uma área da língua onde é predominante. Essa teoria dos quatro sabores tem sido questionada

em função da descoberta de um quinto sabor, o qual não pode ser incorporado no conceito tradicional, chamado o sabor umami. Pesquisas no campo da fisiologia do gosto (eletrofisiologia, psicossociologia, etc.) mostraram que o glutamato possui um sabor independente dos quatro sabores básicos. O gosto do glutamato não pode ser reproduzido por combinação dos quatro sabores fundamentais.

Hoje, parece ser bem estabelecido o fato de que os receptores das células sensoriais são específicos para certas moléculas. Quando se examina o sabor dos aminoácidos doce e amargo, nota-se que para muitos deles a forma isômera L é amarga, enquanto que a forma D é doce. Além disso, os grupos hidrofóbicos da cadeia lateral dos aminoácidos, como D-valina, D-leucina, D-triptofano e D-fenilalanina, são envolvidos na intensidade do gosto doce, o qual é maior do que nos D-alanina ou D-glicina. O sabor *umami* é eliminado após a acetilação do grupo amina ou após esterificação do grupo carboxila e quando o hidrogênio em α é substituído por um grupo metila.

A Tabela 1 apresenta os diferentes aminoácidos, seus gostos, seus valores de detecção em mg/ml (mais baixo o valor de detecção, mais pronunciado o gosto do aminoácido). Geralmente, a intensidade do sabor aumenta com a concentração em aminoácidos.

Os aminoácidos amargos produzem sabores desagradáveis em alimentos, os quais são, então, frequentemente rejeitados pelos consumidores. Os aminoácidos hidrofóbicos são responsáveis pelo sabor amargo, sendo os principais o L-fenilalanina, L-tirosina, L-leucina, L-valina e L-isoleucina. A

forma enantiomérica não produz a mesma sensação. Os aminoácidos na forma L são bem mais amargos do que na forma D, quando são muitas vezes doces.

Os aminoácidos com uma cadeia lateral sulfurada são geralmente percebidos como sem sabor, com exceção da metionina que apresenta um certo grau de amargura.

Dos 20 aminoácidos na forma L de tRNA conhecido, somente seis apresentam sabor doce. Somente os L-alanina e glicina têm poder adoçante significativo. Suas polaridades não parecem ser essenciais, já que a treonina, serina e glicina são polares, enquanto que a alanina é polar. O poder adoçante de aminoácidos hidrofóbicos na forma D é maior do que o da sacarose. Alguns aminoácidos doces podem propiciar o sabor característico da carne de certos animais; a glicina, por exemplo, reproduz o sabor do caranguejo e lagosta.

Nenhum aminoácido é salgado e este sabor aparece somente ao nível peptídico da estrutura protéica. Não obstante, observou-se um sabor salgado em prolina e cloridrato de lisina, em particular.

Somente os aminoácidos na forma

ácida, como o ácido aspártico e glutâmico, têm sabor ácido quando estão na forma dissociada, o que é o caso na maior parte dos alimentos com pH ligeiramente ácido.

Os aminoácidos com sabor umami são representados pelos sais de sódio dos aminoácidos na forma ácida. Seu sabor é definido como uma mistura que é doce, porém com sabor de carne ou gosto de caldo de galinha.

OS PRINCIPAIS AMINOÁCIDOS E SUAS PROPRIEDADES

Na natureza existem cerca de 200 aminoácidos, mas apenas 21 são metabolizados pelo organismo humano: oito são chamados essenciais e 13 produzidos no organismo são chamados não-essenciais. Os oito aminoácidos essenciais são: leucina, isoleucina, valina, triptofano, metionina, fenilalanina, treonina e lisina (a histidina é um aminoácido essencial na infância). Os 13 não essenciais são: alanina, arginina, ácido aspártico, asparagina, ácido glutâmico, cistina, cisteína, glicina, glutamina, hidroxiprolina, prolina, serina e tirosina.

Entre os aminoácidos essenciais, existem três - leucina, isoleucina e valina - que apresentam estrutura em forma de cadeia ramificada e por isso são denominados aminoácidos de cadeia ramificada ou BCAAs (*Branched Chain Aminoacids*). Esses aminoácidos contribuem consideravelmente para o aumento da resistência física, pois durante as atividades de longa duração são utilizados pelos músculos para fornecimento de energia.

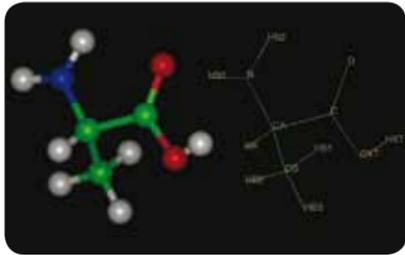
A **alanina** é um aminoácido neutro, não-essencial, cristalino, envolvido no metabolismo do triptofano e da vitamina piridoxina. Na alanina, o alfa-carbono é substituído por um grupo levorotatório-metil, o que o torna um dos aminoácidos mais simples em estrutura molecular molecular (veja Figura 1). Este aminoácido é um dos mais empregados na construção de proteínas. A alanina possui um papel terapêutico pequeno em seres humanos, apesar de apresentar efeitos de redução de colesterol em ratos. Representa cerca

TABELA 1 - ESTRUTURA QUÍMICA E AROMA DOS AMINOÁCIDOS

Aminoácido (forma L)	Estrutura química	Aroma	Nível de detecção (mg/100ml)
Histidina	Básico	Amargo	20
Metionina	Hidrofóbico	Amargo	30
Valina	Hidrofóbico	Amargo	40
Arginina	Básico	Amargo	50
Isoleucina	Hidrofóbico	Amargo	90
Triptofano	Hidrofóbico	Amargo	90
Fenilalanina	Hidrofóbico	Amargo	90
Leucina	Hidrofóbico	Amargo	190
Tirosina	Hidrofóbico	Amargo	Não detectado
Alanina	Hidrofóbico	Doce	60
Glicina	Polar não-carregado	Doce	130
Serina	Polar não-carregado	Doce	150
Treonina	Polar não-carregado	Doce	260
Lisina	Básico	Doce + amargo	50
Prolina	Hidrofóbico	Doce + amargo	300
Aspartato	Ácido	Ácido	3
Glutamato	Ácido	Ácido	5
Asparagina	Polar não-carregado	Ácido	100
Glutamina	Polar não-carregado		
Cisteína	Polar não-carregado		Não detectado
Glutamato de sódio		Umami	30
Aspartato de sódio		Umami	100

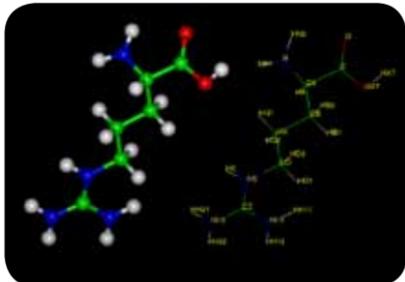
de 6% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. Miúdos, tripas e vísceras são ricas em alanina.

FIGURA 1 - ESTRUTURA MOLECULAR DA ALANINA



A **arginina** é um aminoácido complexo encontrado na porção ativa (ou catalítica) de proteínas e enzimas, devido à sua cadeia lateral que contém amina. Contém um grupo guanidina. Apesar de ser considerado um aminoácido essencial (que precisa ser obtido através da dieta), é importante apenas durante a juventude. A arginina representa cerca de 7% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. Fontes naturais de arginina são o arroz marrom, castanhas, avelãs, pipoca, uvas passas e produtos de trigo integral. A Figura 2 apresenta a estrutura molecular da arginina.

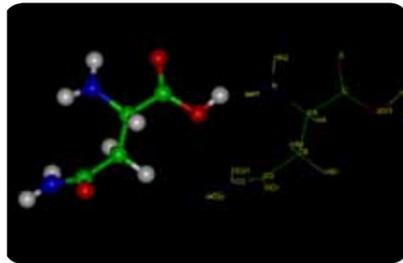
FIGURA 2 - ESTRUTURA MOLECULAR DA ARGININA



A **asparagina**, o amido-beta derivado do ácido aspártico, é considerada um aminoácido não-essencial. Possui uma função importante na biossíntese de glicoproteínas e é também essencial na síntese de um grande número de outras proteínas. A asparagina representa cerca de 3% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. A Figura 3 apresenta a estrutura molecular da asparagina.

O **ácido aspártico** é um dos dois aminoácidos (sendo o outro o ácido

FIGURA 3 - ESTRUTURA MOLECULAR DA ASPARGINA



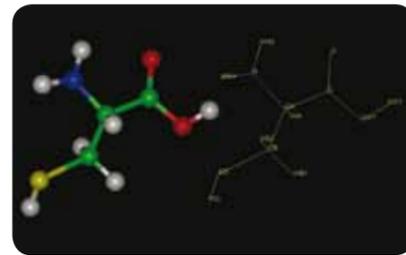
glutâmico) que possui um carboxilato de carga negativa em sua cadeia lateral. Isso proporciona ao ácido aspártico uma carga geral negativa nas concentrações fisiológicas de íons de hidrogênio (a um pH de aproximadamente 7,3). Apesar de ser considerado um aminoácido não essencial, desempenha um papel vital no metabolismo durante a construção de outros aminoácidos e bioquímicos no ciclo do ácido cítrico. Entre os bioquímicos sintetizados a partir do ácido aspártico estão a asparagina, a arginina, a lisina, a metionina, a treonina, a isoleucina e diversos nucleotídeos. O aspartato representa cerca de 6% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. Batatas e amendoins são ricos em aspartato.

A **cisteína** é incorporada em proteínas em uma proporção de somente 2,8%, quando comparada a outros aminoácidos, mas sua cadeia lateral tiol única frequentemente afeta a estabilidade tridimensional de enzimas e proteínas. A cadeia lateral também faz parte da química das porções ativas de muitas enzimas. A cisteína é crítica para o metabolismo de um número de substâncias bioquímicas, como a coenzima A, a heparina, a biotina, o ácido lipóico e a glutatona. A cisteína representa cerca de 1% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. O pescado é rico em cisteína. A estrutura molecular da cisteína é apresentada na Figura 4.

A **cistina** é um aminoácido natural, formado pela dimerização da cisteína em condições oxidantes, que contém ligação entre dois átomos de enxofre, presente na urina e em cálculos vesicais e renais e, sob forma combinada, em proteínas (por exemplo, no cabelo). Assim sendo, a cistina não é considerada um dos 20 aminoácidos. Este produto da

oxidação é encontrado em abundância em diversas proteínas, como a queratina capilar, a insulina, e as enzimas digestivas cromotripsinogênio A, papaína e tripsinogênio, onde estabiliza a estrutura terciária destas macromoléculas.

FIGURA 4 - ESTRUTURA MOLECULAR DA CISTEÍNA

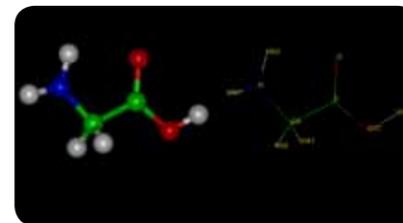


O **ácido glutâmico** é biossintetizado a partir de um número de aminoácidos, incluindo a ornitina e a arginina. Quando aminado, o ácido glutâmico forma o importante aminoácido glutamina. O ácido glutâmico é um dos dois aminoácidos (o outro é o ácido aspártico) que possui uma carga negativa no pH fisiológico. Esta carga negativa torna o ácido glutâmico uma molécula bastante polar e presente no exterior de proteínas e enzimas, onde fica livre para interagir com os meios celulares aquosos que o cercam. O glutamato representa cerca de 9% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. É o mais frequente dos 20 aminoácidos na sequência primária das proteínas. O pão e os cereais são ricos em glutamato.

A **glutamina** é um dos 20 aminoácidos geralmente presentes em proteínas animais. Possui um papel importante no metabolismo celular dos animais e é o único aminoácido com a capacidade de atravessar a barreira entre o tecido sanguíneo e o tecido cerebral. Combinados, a glutamina e o ácido glutâmico são de importância vital na regulação dos índices de amônia do organismo. Apesar de ser sintetizada naturalmente no corpo, a glutamina é popularmente vendida como suplemento nutricional para atletas. A glutamina representa cerca de 9% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano, sendo também o mais abundante dos aminoácidos livres em circulação no sangue.

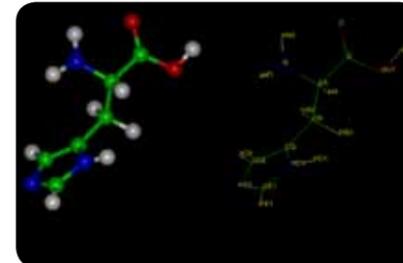
A **glicina** é o aminoácido mais simples, possui apenas um átomo de hidrogênio em sua cadeia lateral (veja Figura 5); é o único aminoácido que não é opticamente ativo (já que não possui estereoisômeros). A glicina é essencial na biossíntese dos ácidos nucleicos, assim como na dos ácidos biliares, porfirinas, fosfatos de creatina e outros aminoácidos. A glicina possui propriedades similares às do ácido glutâmico e do ácido γ -aminobutírico no que se refere a inibição de sinais neurotransmissores do sistema nervoso. A glicina é o segundo aminoácido mais comum em proteínas; representa cerca de 5% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. A cevada, o arroz e a gelatina são ricos em glicina. Possui propriedades antioxidantes.

FIGURA 5 - ESTRUTURA MOLECULAR DA GLICINA



A **histidina** é um dos aminoácidos básicos (em relação ao pH) devido à sua cadeia lateral aromática de nitrogênio heterocíclico (veja Figura 6). O radical da histidina consiste em um carbono e um núcleo imidazole, este último formado de três carbonos e dois azotos. As trocas de hidrogênio com o núcleo imidazole acontecem facilmente ao pH fisiológico e a histidina é um radical frequente nas partes catalíticas das enzimas. Este aminoácido é metabolizado bioquimicamente no neurotransmissor histamina e o conjunto de genes que produz enzimas responsáveis pela biossíntese da histidina é controlado pelo operon histidina. A interrupção da biossíntese da histidina em bactérias é a base do famoso "teste Ames", utilizado para verificar a mutagenicidade de vários agentes químicos. A histidina representa cerca de 3% dos aminoácidos das proteínas do organismo. A carne, as vísceras e os miúdos são ricos em histidina.

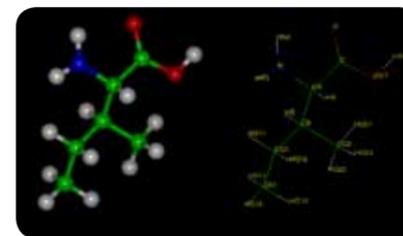
FIGURA 6 - ESTRUTURA MOLECULAR DA HISTIDINA



A **hidroxiprolina** é derivada do aminoácido prolina e utilizada quase exclusivamente em proteínas estruturais, como o colágeno, tecidos conectivos em animais, e nas paredes celulares de vegetais. Um fato incomum em relação a este aminoácido é que ele não é incorporado no colágeno durante a biossíntese no ribossomo, mas formado a partir da prolina por uma modificação pós-translacional, através de uma reação enzimática de hidroxilação. O colágeno não-hidroxilado é comumente chamado pró-colágeno.

A **isoleucina** é um membro da família de aminoácidos de cadeia lateral alifática, composta por substâncias bioquímicas extremamente hidrofóbicas, que são encontradas primariamente no interior de proteínas e enzimas. O núcleo da isoleucina é o mais hidrofóbico de todos os radicais dos aminoácidos das proteínas. Essa hidrofobia permite a formação de ligações fracas (chamadas de ligações hidrofóbicas) com outros aminoácidos que contribuem na estrutura terciária e quaternária das proteínas. Como alguns outros membros desta família (como a valina e a leucina), a isoleucina é um aminoácido essencial que não é sintetizado por tecidos de animais mamíferos. Outra propriedade desta classe de aminoácidos

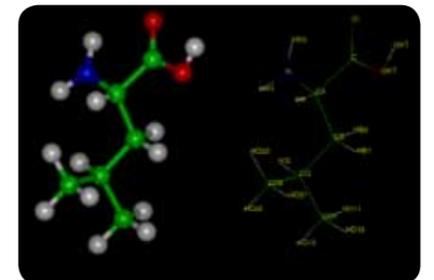
FIGURA 7 - ESTRUTURA MOLECULAR DA ISOLEUCINA



é o fato de não desempenharem nenhum outro papel biológico além da incorporação em enzimas e proteínas, onde sua função é ajudar a ditar a estrutura terciária das macromoléculas. A isoleucina representa cerca de 4% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. A estrutura molecular da isoleucina é apresentada na Figura 7.

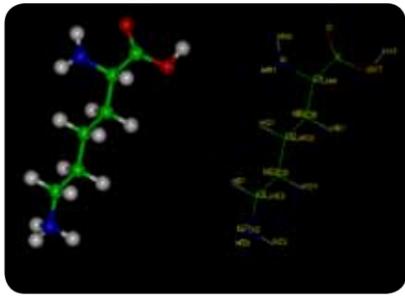
A **leucina**, assim como a isoleucina e a valina, é um aminoácido hidrofóbico encontrado como elemento estrutural no interior de proteínas e enzimas. Não parece haver nenhuma outra função metabólica para estes aminoácidos, mas eles são essenciais pelo fato de não serem sintetizados em organismos de mamíferos, precisando ser consumidos na dieta. A leucina empata com a glicina na posição de segundo aminoácido mais comum em proteínas e enzimas. A leucina representa cerca de 8% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. O leite e o milho são ricos em leucina. A Figura 8 apresenta a estrutura molecular da leucina.

FIGURA 8 - ESTRUTURA MOLECULAR DA LEUCINA



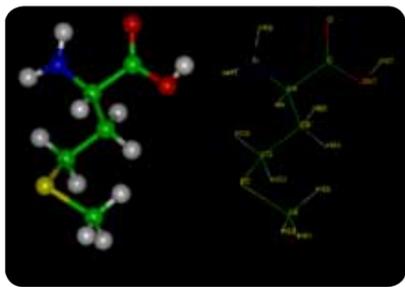
A **lisina** é um aminoácido essencial, com uma carga geral positiva em nível de pH fisiológico, o que a torna um dos três aminoácidos básicos (em relação à sua carga). Este aminoácido polar é encontrado na superfície de enzimas e proteínas, e por vezes aparece nas porções ativas. É essencial para o crescimento normal de crianças e para a manutenção do equilíbrio de nitrogênio no adulto. Fontes de lisina incluem carnes, peixe, frango e laticínios. A lisina representa cerca de 8% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. Sua estrutura molecular é apresentada na Figura 9.

FIGURA 9 - ESTRUTURA MOLECULAR DA LISINA



A **metionina** é um aminoácido importante que auxilia o início da tradução do RNA mensageiro (O RNA completamente processado constitui o RNA mensageiro). A tradução do RNA mensageiro ocorre no ribossomo, dentro do citoplasma para produzir a proteína, que é codificada na sequência de nucleotídeos, sendo o primeiro aminoácido incorporado na posição terminal-N de todas as proteínas (veja Figura 10). Este aminoácido que contém enxofre também serve de fonte de enxofre para a cisteína em animais e seres humanos. Neste aspecto, a metionina é considerada um aminoácido essencial, ao contrário da cisteína, ou seja, a cisteína é não-essencial desde que a dieta contenha quantidades suficientes de metionina. O grupo metil terminal da cadeia lateral da metionina geralmente participa em reações bioquímicas de transferência de metil, tornando a metionina uma “doadora de metil”. A metionina representa cerca de 2% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. Os ovos são ricos em metionina.

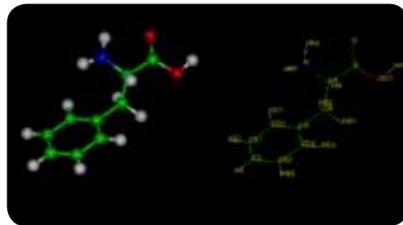
FIGURA 10 - ESTRUTURA MOLECULAR DA METIONINA



A **fenilalanina** contém um radical fenila ligado a um grupamento metileno (veja Figura 11). É um

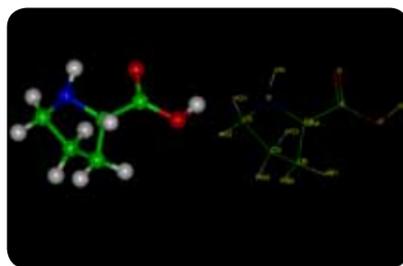
aminoácido essencial, sendo também um dos aminoácidos aromáticos que exibem propriedades de absorção de radiação ultravioleta, com um grande coeficiente de extinção. Esta característica é geralmente empregada como uma ferramenta analítica e serve para quantificar a quantidade de proteína em uma amostra. A fenilalanina possui papel-chave na biossíntese de outros aminoácidos e de alguns neurotransmissores. É também o aminoácido aromático mais comum em proteínas e enzimas; representa cerca de 4% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. Pão, ovos, vísceras, miúdos são ricos em fenilalanina.

FIGURA 11 - ESTRUTURA MOLECULAR DA FENILALANINA



A **prolina** é um dos aminoácidos cíclicos alifáticos que são componentes primários da proteína colágeno, o tecido conectivo que liga e sustenta todos os outros tecidos. A prolina tem uma cadeia lateral alifática (veja Figura 12), mas difere dos outros membros do conjunto dos vinte por sua cadeia lateral ser ligada tanto ao nitrogênio, quanto ao átomo de carbono α . A resultante estrutura cíclica influencia fortemente na arquitetura das proteínas. A prolina é sintetizada a partir do ácido glutâmico, antes de sua incorporação em pró-colágeno, durante a tradução do RNA-mensageiro. Após a síntese da

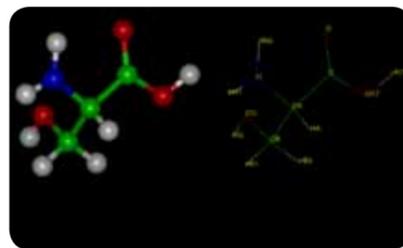
FIGURA 12 - ESTRUTURA MOLECULAR DA PROLINA



proteína pró-colágeno, ela é convertida em hidroxiprolina por uma modificação pós-tradução. A prolina representa cerca de 4% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. Pão, leite, gelatina são ricos em prolina.

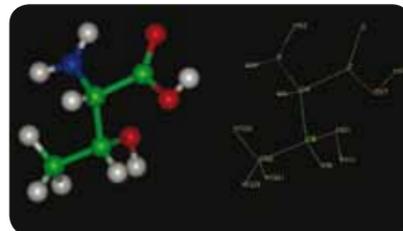
A cadeia lateral metil da **serina** contém um grupo hidroxila, caracterizando este aminoácido como um dos dois que também são alcoóis (veja Figura 13). Pode ser considerada como um derivado hidroxilado da alanina. A serina possui um papel importante em uma variedade de caminhos biossintéticos, incluindo os que envolvem pirimidinas, purinas, creatina e porfirinas. A serina é encontrada também na porção ativa de uma importante classe de enzimas chamada de “proteases de serina”, que incluem a tripsina e a quimotripsina. Estas enzimas catalisam a hidrólise das ligações peptídicas em polipeptídeos e proteínas, uma das principais funções do processo digestivo. A serina representa cerca de 4% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. Arroz, ovos, leite são ricos em serina.

FIGURA 13 - ESTRUTURA MOLECULAR DA SERINA



A **treonina** é outro aminoácido que contém álcool. Não pode ser produzido pelo organismo e precisa ser consumido na dieta. Desempenha um papel impor-

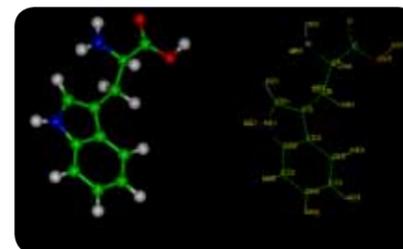
FIGURA 14 - ESTRUTURA MOLECULAR DA TREONINA



tante, junto com a glicina e a serina, no metabolismo de porfirina. A treonina representa cerca de 4% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. Os ovos são ricos em treonina. A Figura 14 apresenta a estrutura molecular da treonina.

O **triptofano** é um aminoácido aromático, essencial, que precisa ser obtido através da alimentação. Possui um anel indólico ligado a um grupamento metileno. A cadeia lateral indol incomum do triptofano é também o núcleo do importante neurotransmissor serotonina, que é biossintetizado a partir do triptofano (veja Figura 15). A porção aromática do triptofano serve como um marcador ultravioleta para a detecção deste aminoácido, tanto de forma separada, ou incorporado em proteínas e enzimas, através de espectro-fotometria ultravioleta. O triptofano representa cerca de 1% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo; é o mais raro dos aminoácidos na sequência primária de nossas proteínas. Os ovos e o coco são ricos em triptofano.

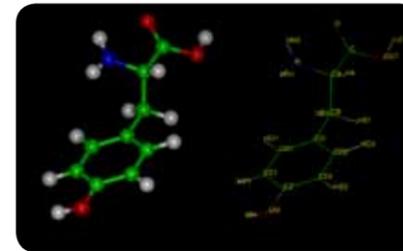
FIGURA 15 - ESTRUTURA MOLECULAR DO TRIPTOFANO



A **tirosina**, cuja estrutura molecular é apresentada na Figura 16, é metabolicamente sintetizada a partir da fenilalanina para virar o derivado para-hidróxi deste importante aminoácido. O anel aromático da tirosina contém uma hidroxila, o que torna a tirosina menos hidrófoba do que a fenilalanina. Este aminoácido hidroxilado participa da síntese de diversas substâncias bioquímicas importantes, incluindo os hormônios da tireóide, os pigmentos biológicos da melanina, e as catecolaminas, uma categoria importante de reguladores biológicos. As trocas de hidrogênio com o núcleo fenol ocorre facilmente e

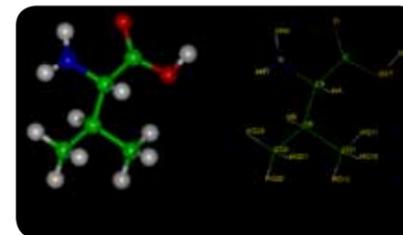
a tirosina é um radical frequentemente encontrado nas partes catalíticas das enzimas. Muitas reações químicas que colocam em evidência a função fenol das tirosinas servem para dosar as proteínas nos líquidos biológicos. A tirosina representa cerca de 3% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. Queijos, leite e arroz são ricos em tirosina.

FIGURA 16 - ESTRUTURA MOLECULAR DA TIROSINA



A **valina** é um aminoácido alifático primo da leucina e da isoleucina, tanto em estrutura, como em função. Estes aminoácidos são extremamente hidrofóbicos e são quase sempre encontrados no interior de proteínas. Eles raramente são úteis em reações bioquímicas normais, mas estão relegados à função de determinar a estrutura tridimensional das proteínas devido à sua natureza hidrofóbica. A valina representa cerca de 5% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo. Leite e ovos são ricos em tirosina. Sua estrutura molecular é apresentada na Figura 17.

FIGURA 17 - ESTRUTURA MOLECULAR DA VALINA



OS AMINOÁCIDOS E A ATIVIDADE ESPORTIVA

A suplementação com aminoácidos é um consenso no mundo dos esportes profissionais há muito tempo. Atualmente, os benefícios dos aminoácidos

na atividade física estão ganhando atenção entre todos os que a praticam, não somente entre os atletas. As funções são basicamente divididas em três categorias:

Construção dos músculos. Os tecidos musculares são formados por duas proteínas principais, actina e miosina. Os mais relevantes componentes destas duas proteínas são a leucina, isoleucina e valina, chamados aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), devido às suas estruturas moleculares. Os BCAA representam aproximadamente 35% dos aminoácidos essenciais contidos nas mioproteínas. A suplementação com os BCAA aumenta a disponibilidade destes aminoácidos, poupando o tecido muscular da degradação catabólica, devido a intensidade do esforço físico, diminuindo a perda do tecido muscular.

Por outro lado, especificamente a leucina, tem a propriedade de ativar o mecanismo de síntese proteica, promovendo o aumento da massa muscular.

Melhora do condicionamento/recuperação da fadiga. Quando praticamos exercícios vigorosos ou corremos por um longo tempo, o organismo começa a decompor as proteínas e consumir os BCAA. Na realidade, o nível dos BCAA na corrente sanguínea pós-competição diminui cerca de 20%, devido ao seu consumo intramuscular em esportes desgastantes, como maratonas, por exemplo. Isto mostra que exercícios vigorosos consomem e danificam os tecidos musculares. No entanto, podemos reduzir os danos musculares e inibir a diminuição da força muscular através da suplementação de BCAA no momento adequado, antes ou durante a atividade esportiva.

O fornecimento suficiente de BCAA permite armazenar fontes adicionais de energia, mantendo o condicionamento por um longo tempo. Além disso, a ingestão de suplementos de BCAA imediatamente após a atividade esportiva, ou antes, do repouso, auxilia a recuperação dos músculos danificados e previne sintomas como dores causadas por lesões musculares.

Os BCAA são os primeiros aminoácidos utilizados na obtenção de energia. São convertidos em componentes do

Ciclo de Krebs.

Melhora da resistência física. Os BCAA também têm a função de impedir a produção do ácido láctico, uma substância que causa a fadiga. Quando praticamos exercício, há aumento do nível de ácido láctico no sangue. Portanto, o pH nos músculos diminui, causando dificuldade na contração. No entanto, a suplementação de BCAA

inibe a elevação do nível de ácido láctico no sangue, mesmo durante a prática de exercícios vigorosos.

OS PEPTÍDEOS

Os peptídeos são biomoléculas que contêm de dois a dezenas de resíduos de aminoácidos unidos entre si através de ligações peptídicas. Se comparados às proteínas, são quimicamente mais versáteis, pois podem ser amidados ou esterificados em suas carboxilas terminais, acetilados em seus grupos amino terminais, fosforilados ou sulfatados em um ou mais resíduos (serina, treonina ou tirosina), lineares, semi-cíclicos (geralmente via uma ou mais ligações dissulfeto intra- ou intercadeias peptídicas) ou cíclicos (via ligação entre os grupos amino e carboxila dos aminoácidos terminais). Muitos contêm um ácido piroglutâmico como resíduo N-terminal, outros apresentam D-aminoácidos, e outros, ainda, possuem aminoácidos não usuais.

Os peptídeos são também extremamente diversificados em termos funcionais. Muitos atuam como hormônios ou fatores liberadores destes, enquanto outros são neuropeptídeos, neurotransmissores, toxinas, antibióticos naturais, adoçantes ou substratos de proteases. O aspartame, a insulina, a ocitocina e diversos outros consistem em antagonistas de peptídeos naturais ou em inibidores de enzimas envolvidas na sua produção e liberação no organismo.

A Tabela 2 fornece alguns exemplos desta diversidade funcional e química. Todo este conhecimento começou a ser acumulado principalmente a partir da década de 50, quando vários peptídeos ativos foram descobertos e tiveram as

TABELA 2 - DIVERSIDADE FUNCIONAL E QUÍMICA DOS PEPTÍDEOS			
Nome	Sequência	Função	Ref.
Angiotensina II	Asp-Arg-Val-Tyr-His-Pro-Phe	Hormônio hipertensor	5
Somatostatina	ciclo(3-14) Ala-Gly-Cys-Lys-Asn-Phe-Phe-Trp-Lys-Thr-Phe-Thr-Ser-Cys	Fator inibidor da liberação de somatotropina	6
α -Conotoxina Iml	ciclo(2-8,3-14) Gly-Cys-Cys-Ser-Asp-Pro-Arg-Cys-Ala-Trp-Arg-Cys-NH ₂	Bloqueador do receptor nicotínico de acetilcolina no sistema nervoso central	7
Fragmento 22-52 da adrenomedulina humana	Thr-Val-Gln-Lys-Leu-Ala-His-Gln-Ile-Tyr-Gln-Phe-Thr-Asp-Lys-Asp-Lys-Asp-Asp-Val-Ala-Pro-Arg-ser-Lys-Ile-Ser-Pro-Gln-Gly-Tyr-NH ₂	Antagonismo de adrenomedulina (peptídio hipotensor)	8
Gomesina	ciclo(2-15,6-11) <i>p</i> -Glu-Cys-Arg-Arg-Leu-Cys-Tyr-Lys-Gln-Arg-Cys-Val-Thr-Tyr-Cys-Arg-Gly-Arg-NH ₂	Peptídio antibiótico de amplo espectro de ação	9

suas estruturas químicas determinadas. Foi o caso de diversos hormônios que controlam o metabolismo animal (glucaçom e insulina, p.ex.) e de outros que desempenham papéis específicos em nosso organismo (ocitocina, vasopressina e o hormônio estimulador de melanócitos, por exemplo).

Estas descobertas geraram um enorme interesse por esta classe de compostos e por metodologias para seu isolamento, análise, purificação, identificação e quantificação, as quais passaram a ser sistematicamente estudadas e aprimoradas. Em paralelo, deparou-se com a necessidade de sintetizar estas moléculas e análogos (derivados com modificações pontuais) em escalas variadas, pois somente de posse dos sintéticos poder-se-ia realizar os estudos fisiológicos, químicos, físicos, farmacológicos, bioquímicos e clínicos de grande parte dos peptídeos conhecidos. De fato, boa parte das fontes naturais é pobre nestes compostos, o que dificulta o isolamento sem quantidades suficientes à realização destes estudos. Os exemplos que se seguem ilustram tal escassez:

- para a obtenção de 5 mg de somatostatina, hormônio envolvido no controle do metabolismo animal, são necessários 500.000 cérebros de carneiro;
- 12 g de medula adrenal originam 90 pmol de PAMP-12, peptídeo de 20 resíduos de aminoácidos com atividade hipotensiva;
- 3,4 g de pele seca do sapo marrom da montanha, *R. ornativentris*, fornecem 37 e 580 nmol dos peptídeos antimicrobianos brevinina-20a e brevinina-20b, respectivamente;

- 6-10 caracóis marinhos *Conus ventricosus* fornecem aproximadamente 5 mg de veneno bruto contendo o nonapeptídeo “contryphan-Vn”.

Os peptídeos sintéticos passaram a servir como provas inequívocas das identidades químicas e dos papéis biológicos dos peptídeos naturais. Além disto, de posse deles poder-se-ia construir curvas-padrões (concentração versus absorção ou emissão de luz ou desenvolvimento de coloração) que permitiriam quantificar os peptídeos correspondentes contidos em extratos brutos ou em frações obtidas durante os seus isolamentos. Assim, métodos eficientes de síntese foram concebidos, estabelecidos e aprimorados. Conjuntamente, técnicas envolvendo a manipulação, síntese e clonagem de genes foram sendo desenvolvidas.

Atualmente, a preparação destes compostos pode ser feita segundo três métodos: síntese química, síntese enzimática (ou biocatalisada) e síntese via DNA recombinante.

OS PEPTÍDEOS BIOATIVOS

Peptídeos biologicamente ativos (bioativos) ou bio-funcionais foram definidos inicialmente como componentes (gênuinos ou liberados) de alimentos prontos para o consumo, capazes de exercer uma atividade reguladora no organismo humano, independentemente de seu valor nutritivo.

Posteriormente, foram descritos como fragmentos específicos de proteínas com um impacto positivo nas funções ou condições corpóreas, podendo finalmente influenciar a saúde.

Finalmente, como peptídeos com atividade similar a uma droga ou hormônio, que eventualmente modulam a função fisiológica ao se ligarem a receptores específicos da célula alvo, levando a indução de respostas fisiológicas.

Os peptídeos bioativos contêm de 3 a 20 resíduos de aminoácidos por molécula e normalmente são inativos dentro da sequência da molécula.

As proteínas do leite são consideradas, no momento, as principais fontes conhecidas de uma variedade de peptídeos bioativos (veja Tabela 3).

Além dos estudos envolvendo identificação e condições para a liberação dos peptídeos bioativos, há também estudos mostrando que estes peptídeos exercem várias atividades biológicas *in vitro* e *in vivo* e que alguns deles possuem propriedades multifuncionais. Por administração oral, dependendo da sequência de aminoácidos, os peptídeos bioativos podem afetar os principais sistemas corpóreos, ou seja, cardiovascular, digestivo, imune e nervoso.

FUNCIONALIDADE DOS PEPTÍDEOS BIOATIVOS

Cientistas da área de alimentos reconhecem a importância das proteínas do soro (α -lactoalbumina, β -lactoglobulina, albumina sérica bovina, imunoglobulinas, lactoferrina e lactoperoxidase), devido ao seu alto valor nutricional, propriedades funcionais excelentes, perfil de aroma neutro e limpo e por serem biologicamente ativas. Os ingredientes do soro são utilizados mundialmente em bebidas, barras energéticas e outros alimentos processados. Ingredientes de soro mais recentes incluem as proteínas hidrolisadas de soro que contêm elevados níveis de peptídeos bioativos.

As seqüências dos peptídeos bioativos encontram-se em estado inativo quando inseridas na cadeia polipeptídica da proteína do soro intacta. Estes peptídeos liberados durante o processo de digestão intestinal das proteínas do soro podem estar envolvidos na regulação da entrada de nutrientes e influenciar o metabolismo pós-pandrial através da estimulação de hormônios.

TABELA 3 - PEPTÍDEOS BIOATIVOS CODIFICADOS EM PROTEÍNAS DO LEITE			
Nome	Fragmento	Enzima ou origem	Bioatividade
α -caseína exorfina	α_{s1} - CN f(90-96)	Pepsina	Opióide
Casoxina D	α_{s1} - CN f(158-164)	Pepsina, Quimotripsina	Opióide (antagonista)
Caseinofosfopeptídeo	α_1 - CN f(43-58) 2P	Tripsina	Transporte mineral
Caseinofosfopeptídeo	α_{s1} - CN f(59-79)4P	Tripsina	Transporte mineral
Caseinofosfopeptídeo	α_{s1} - CN f(66-74) 3P	Digestão ²	Transporte mineral
α_{s1} - Imunocasoquinina	α_{s1} - CN (194-199)	Tripsina	Imunomodulatória
β -Casomorfina-11	β -CN f(60-70)	Digestão	Opióide
β - Casomorfina-7	β -CN f(60-66)	Pepsina	Opióid imunomodulatória, Citomodulatória
β -Casomorfina-5	β - CN f(60-64)	Opióide	
β -Casoquinina	β -CN f(177-183)	Tripsina	Citomodulatória
β -Casoquinina	β -CN f(193-202)	Sintética	Imunomodulatória
Caseinofosfopeptídeo	β -CN f(1-25) 4P	Tripsina	Transporte mineral, Imunomodulatória Citomodulatória
Caseinofosfopeptídeo	β -CN f(7-18) 3P	Digestão	Transporte mineral
Caseinofosfopeptídeo	β -CN f(29-41) 1P	Digestão	Transporte mineral
Imunopeptídeo	β -CN f(63-68)	Sintética	Imunomodulatória
Imunopeptídeo	β -CN f (191-193)	Sintética	Imunomodulatória
Casoxina 6	κ -CN f(33-38)	Pepsina	Opióide (antagonista)
Casoxina C	κ -CN f(25-34)	Tripsina	Opióide (antagonista)
Casoplatelina	κ -CN f(106-116)	Tripsina	Antitrombótica
Peptídeo inibidor de trombina	Ovelha $\kappa\kappa$ -CN f(112-116)	Tripsina	Antitrombótica
α -Lactorfina	α -Lactalbumina f(50-53)	Sintética	Opióide
Não nomeado	α -Lactalbumina f(50-51), f(18-19)	Sintética	Imunomodulatória
Imunopeptídeo	α -Lactalbumina f(18-20)	Sintética	Imunomodulatória
β -Lactorfina	β -Lactoglobulina	Sintética	Opióide
Serorfina	Serum albumina f(399-404)	Pepsina	Opióide
Lactoferrina	Lactoferrina f(17-41)	Pepsina	Imunomodulatória
Lactoferroxina A	Lactoferrina f(318-323)	Pepsina	Opióide (antagonista)

Embora as proteínas do soro possuam elevada digestibilidade e sejam rapidamente absorvidas para a circulação sanguínea, sabe-se que os hidrolisados protéicos contendo peptídeos de pequeno tamanho, di e tripeptídeos, são absorvidos em uma velocidade maior, tanto em relação às proteínas como aos aminoácidos livres. Os hidrolisados, na forma de di e tripeptídeos preservam melhora estabilidade de alguns aminoácidos em processos de esterilização e estocagem. Portanto, uma vez que as proteínas concentradas e hidrolisadas sejam obtidas e conservadas sem desnaturaçom, os peptídeos, obtidos pela proteólise destas, podem ser capazes de conservar e ampliar sua atividade funcional.

Os peptídeos bioativos são muito promissores para serem usados como componente de alimentos funcionais desenvolvidos especialmente para

melhorar a saúde cardiovascular. Os dois principais fatores de risco a nível mundial associados à incidência de doenças cardiovasculares são a hipertensão e a dislipidemia. Peptídeos derivados de soro de leite demonstraram possuir atividade que pode reduzir estes dois fatores de risco.

Pesquisas recentes mostram que os peptídeos bioativos do soro podem estar envolvidos em funções relacionadas à saúde cardiovascular, como atividade inibidora de ECA; atividade similar às de substâncias opióides; atividade antitrombótica; e atividade associada à redução do nível de colesterol. Podem ainda apresentar atividade antioxidante, antimicrobiana, estimular a proliferação e diferenciação de osteoblastos e auxiliar na cicatrização de feridas.

Peptídeos inibidores de ECA. Atuam no controle da pressão arterial alta

por meio da dilatação dos vasos sanguíneos e de seu efeito sobre o volume de sangue. Vários efeitos colaterais são associados com o uso de drogas inibidoras de ECA no controle da pressão sanguínea, incluindo aumento dos níveis de potássio, redução da função renal, tosse, erupções cutâneas, anormalidades fetais, entre outros. Proteínas do leite (caseínas e soro proteínas) são fontes ricas de peptídeos inibidores de ECA.

Peptídeos inibidores de ECA são obtidos das proteínas do leite a partir de tratamento com proteases gastrointestinais, pepsina, tripsina e quimotripsina, ou com proteases de plantas ou de bactérias. Os derivados da caseína são chamados de casoquininas, e os derivados de proteínas do soro (α -lactoalbumina e β -lactoglobulina) de lactoquininas.

Um dos peptídeos derivados de glicomacropéptido demonstrou possuir atividade anti-hipertensiva.

Peptídeos opióides. Os peptídeos opióides são aqueles que possuem características farmacológicas semelhantes às do ópio (morfina).

O mecanismo pelo qual o sistema opióide age sobre a regulação cardiovascular é complexo, no entanto, peptídeos opióides endógenos são tidos como tendo um grande potencial para serem usados como moduladores da pressão arterial.

Vários peptídeos derivados de soro também exibem atividades semelhantes à de substâncias opióides. Este sincluem os peptídeos derivados da α -lactoalbumina e β -lactoglobulina.

Atividade antitrombótica. Atrombose, definida como a formação ou presença de um coágulo de sangue em um vaso sanguíneo, é outro fator de risco de grande importância nas doenças cardiovasculares. Para que a agregação plaquetária possa ocorrer é necessário a fixação do fibrinogênio às plaquetas do sangue. Acredita-se que os peptídeos do leite inibem essa fixação às plaquetas. Estudos relataram que o glicomacropéptido ao ser decomposto deu origem a vários fragmentos que mostraram possuir atividade antitrom-

bótica. Outro estudo também forneceu evidência limitada de que peptídeos derivados da lactoferrina podem estar envolvidos na adesão plaquetária.

Atividade associada à redução do nível de colesterol. Estudos com ratos, comparando a proteína do soro versus caseína, mostraram que a proteína do soro reduziu de forma significativa a concentração de colesterol no soro sanguíneo em aproximadamente 35%.

Os peptídeos bioativos do soro, além de estarem envolvidos em várias funções relacionadas à saúde cardiovascular, também atuam em outras áreas da saúde humana. A lactoferrina, peptídeo derivado da lactoferrina pela ação da pepsina, por exemplo, atua na cicatrização de feridas, apresenta efeitos antimicrobianos e propriedades antioxidantes. Possui ação antimicrobiana mais eficiente do que a lactoferrina.

Em geral, os peptídeos do soro exibem um leque muito amplo de propriedades bioativas e, portanto, possuem um grande potencial como componentes de alimentos funcionais.

PEPTÍDEOS BIOATIVOS DE CASEÍNAS

As caseínas (α_{s1} , α_{s2} , β e κ -caseínas) desempenham no organismo importantes funções fisiológicas, tanto em suas estruturas nativas como através de peptídeos produzidos por enzimas proteolíticas, tanto *in vivo* (sistema digestivo), como *in vitro*.

Dentre as classes de peptídeos bioativos originados da proteólise das caseínas destacam-se os que apresentam ação opióide, ação antiopióide, atuação no transporte (absorção) de minerais, ação imunoprotetora ou imunestimulante, ação antihipertensiva, ação antitrombótica, e ação antimicrobiana.

Ação opióide e antiopióide

Peptídeos opióides derivados da caseína são denominados casomorfina, sendo a maioria fragmentos da β -caseína (β -casomorfina).

Os peptídeos bioativos originados da proteólise das caseínas com ação opióide apresentam atividade semelhante à dos opióides endógenos

(endorfinas) que atuam tanto no sistema nervoso central como em órgãos periféricos produzindo vários efeitos fisiológicos.

Em nível de sistema nervoso central podem promover sedação e torpor, depressão respiratória, hipotensão, regulação da temperatura corporal, regulação da ingestão de alimentos, regulação do comportamento sexual, entre outros. Em nível periférico atuam na supressão da motilidade intestinal.

Tanto os peptídeos com atividade opióide como os de atividade antiopióide (antagonista) se ligam aos tecidos alvo em receptores específicos, provocando a ação opióide específica ou a inibição da atividade.

Os primeiros estudos sobre os efeitos do bloqueio do sítio de ligação de opióides em humanos e seus efeitos na preferência e ingestão de misturas de açúcar e gordura foram realizados em 1992. Mulheres que receberam infusão venosa de naloxona (bloqueador dos sítios opióides) experimentaram 20 produtos lácteos com diferentes conteúdos de açúcar e gordura e classificaram a doçura e a sensação prazerosa de cada amostra. A naloxona não mostrou influência na percepção da intensidade do sabor doce, mas a sensação de prazer foi reduzida para todos os produtos. Assim, pode-se esperar que tais bloqueadores reduzam o prazer da ingestão de alimentos altamente palatáveis que, desta forma, diminuiria seletivamente o seu consumo. Em estudos clínicos, a naloxona reduziu o consumo de alimentos tanto em pessoas normais como obesas e diminuiu a quantidade excessiva de alimentos consumidos por mulheres com bulimia.

Ligação e transporte de minerais

Os caseinofosfopeptídeos são peptídeos derivados das caseínas alfa, beta e kappa contendo um ou mais radicais fosfato ligados à serina. A estes peptídeos tem sido atribuída a função de se ligar e transportar minerais, como Ca, P, Mg e Fe, facilitando, inclusive, sua absorção e fixação em vários tecidos. A adição de caseinofosfopeptídeos em fórmulas de pastas de dente tem sido sugerida visando o fortalecimento do esmalte dos dentes e efeito anticariogênico.

Ação imunestimulante

Qualquer material estranho absorvido pelo organismo faz com que o sistema imune produza moléculas protetoras específicas (anticorpos) e componentes celulares, como macrófagos e linfócitos. Alguns peptídeos com ação imunestimulatória já foram isolados, a partir das caseínas alfa, beta e kappa, e caracterizados, sendo que a atividade destes peptídeos é exercida principalmente sobre os componentes celulares do sistema imune (macrófagos e linfócitos).

Ação antitrombótica

Alguns peptídeos derivados da k-caseína, denominados de casoplatelinas, apresentam atividade antitrombótica, inibindo a agregação de plaquetas, bem como a ligação do fibrinogênio a sítios específicos na superfície da plaqueta.

Ação antimicrobiana

Nas últimas décadas, peptídeos antibacterianos, codificados na estrutura primária de proteínas do leite, têm sido descritos. A lactenina foi provavelmente o primeiro fator antibacteriano derivado do leite que foi obtido com renina. Caseidinas são peptídeos antimicrobianos obtidos de caseína tratada com quimosina e atuam sobre os lactobacilos e também sobre várias bactérias patogênicas, tais como *Staphylococcus aureus*.

Outro peptídeo antibacteriano

derivado da α_{s1} -caseína tratada com quimosina é a isracidina, a qual, *in vivo*, exerce uma forte ação protetora contra *S. aureus*, *Streptococcus pyogenes* e *Listeria monocytogenes*.

A α_{s2} -caseína também é precursora de diversos fragmentos de peptídeos com atividade antibacteriana. Um peptídeo correspondente ao fragmento α_{s2} -caseína (150-188), isolado de leite acidificado e fervido, chamado casocidina-1, mostrou atividade inibitória contra bactérias gram-positivas e negativas.

Há também relatos mostrando o efeito inibitório sobre o crescimento bacteriano de peptídeos derivados da k-caseína. Um destes peptídeos, chamado kappacina, apresenta atividade contra bactérias gram-positivas e negativas. Além disso, apresenta a capacidade de ligar enterotoxinas e inibir adesão de vírus e bactérias, como por exemplo, a ligação de bactérias cariogênicas a superfície oral.

Embora antibióticos mais potentes estejam disponíveis, peptídeos antimicrobianos mostram a vantagem de serem hábeis para matar células-alvo rapidamente e apresentam um amplo espectro de atividade, incluindo atividade para alguns dos mais sérios patógenos resistentes à antibióticos em clínicas.

PEPTÍDEOS HIPOTENSORES

Até o momento, a atividade biofuncional, produzida durante a fer-

mentação láctica, mais estudada é aquela que envolve o controle da alta pressão sanguínea. Certos peptídeos originários da hidrólise das caseínas α e β , como de algumas proteínas do soro de leite, agem no sistema renina-angiotensina, inibindo a enzima conversora de angiotensina I em angiotensina II (ECA).

Esses peptídeos podem ser liberados durante a maturação do queijo por enzimas proteolíticas das BAL, tais como as proteinases ligadas à parede celular e as peptidases citoplasmáticas das BAL.

O tipo de BAL usado é um dos principais fatores que influenciam a síntese de peptídeos bioativos inibidores do sistema ECA em produtos lácteos.

Frações de peptídeos inibidores do sistema ECA possuindo diferentes potenciais têm sido isolados de vários tipos de queijos. Esses peptídeos liberados da α S1-, α S1- e β -caseína apresentam valores de IC50 de 13,4 a 592 μ M. Até então nenhuma proteína do soro derivada de peptídeos inibidores de ECA foi identificada em queijo.

A maioria dos peptídeos é derivada da caseína, possuindo valor de IC 50, variando de 5 a 720 μ M. Em certos casos, onde culturas do iogurte foram empregadas para fermentar a caseína e soro chegou a ser necessária a atividade de tripsina para liberar a atividade inibidora ECA.

Os *Lb. helveticus* são mais efetivos na produção de peptídeos inibidores de ECA do que *Lactococcus lactis*.

Peptan™ Peptídeos de colágeno para um estilo de vida saudável

A Rousselot, oferece na sua linha de produtos os peptídeos de colágeno Peptan™, que contém 8 dos aminoácidos essenciais, sendo rico em prolina, hidroxiprolina, glicina e ácido glutâmico, em quantidades superiores a outras fontes protéicas.

Peptan™, um ingrediente bioativo com benefícios cientificamente comprovados para:

- Saúde dos ossos e articulações: Peptan™ Health;
- Nutrição de esportistas e idosos: Peptan™ Nutrition;
- Saúde e beleza da pele: Peptan™ Beauty para o mercado de Nutricosmético;
- Cosméticos: Peptan™ Cosmetic.

Rousselot  www.rousselot.com
Tel. 55 (19) 3907 9000
Fax. 55 (19) 3907 9010

