

AMINOÁCIDOS

Formas, características e propriedades

Os aminoácidos possuem ampla aplicação industrial, sendo que aproximadamente 66% da sua produção se destina ao uso na indústria de alimentos, onde são aplicados como potencializadores de sabor, conservantes e para aumento do valor nutricional dos alimentos.

ESSENCIAIS E NÃO ESSENCIAIS

Os aminoácidos são moléculas orgânicas formadas por cadeias de carbono, ligadas a átomos de hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, contendo um grupo carboxila e um grupo amina. São classificados em essenciais e não essenciais.

Os aminoácidos essenciais, ou indispensáveis, são aqueles que o organismo humano não consegue sintetizar, devendo ser obrigatoriamente ingeridos através de alimentos para que não ocorra a desnutrição. A ingestão satisfatória de aminoácidos pode ser feita através da alimentação ou da 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 de 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.

Na natureza existem cerca de 200 aminoácidos, mas apenas 21 são metabolizados pelo organismo humano: oito são chamados essenciais e 13 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 - leucinas, 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.

Os aminoácidos podem ser produzidos por síntese química, catálise enzimática, extração de fontes naturais ou fermentação. A síntese química é frequentemente usada na indústria para a produção em massa de aminoácidos específicos. No entanto, a principal desvantagem dessa técnica é que produz duas formas dos aminoácidos chamados enantiômeros (moléculas que são imagens no espelho uma da outra e não são sobreponíveis, nem por rotação, nem por translação), que precisam ser separadas antes de poderem ser usadas. Portanto, este método só pode ser utilizado quando o enantiômero do aminoácido não é importante para o uso pretendido.

Atualmente, a fermentação é usada apenas para a lisina e o ácido glutâmico, pois são necessárias determinadas cepas de bactérias mutantes difíceis de produzir. O ácido glutâmico pode ser modificado com a adição de hidróxido de sódio para produzir glutamato monossódico.

COMPOSIÇÃO E FUNÇÃO

Os aminoácidos são utilizados na síntese de proteínas, as quais constituem músculos, tendões, cartilagens, tecido conjuntivo, unhas e cabelos, além de alguns hormônios. Assim, eles ligam-se entre si para formar as proteínas, sendo, portanto, a "matéria-prima" desses macronutrientes. Uma molécula de proteína pode apresentar centenas de aminoácidos unidos. A hemoglobina, por exemplo, é formada por 547 aminoácidos.

Todos os 20 aminoácidos existentes são α -aminoácidos, ou seja, o grupo amina e o grupo carboxila estão ligados ao mesmo carbono (carbono alfa). Um aminoácido é definido pelo seu grupo lateral (R).

Assim, todos os aminoácidos possuem em comum um grupamento amina (CH₂) e um grupamento carboxila ou ácido (COOH) ligados a um mesmo átomo de carbono que, por sua vez, está ligado a um átomo de hidrogênio e a um radical (R) que varia de um aminoácido para outro.

O estudo da composição e polaridade do grupamento R permite agrupar os aminoácidos em quatro classes distintas: aminoácidos com grupamento R apolar ou hidrofóbico; aminoácidos com grupamento R polar não carregado; aminoácidos com grupamento R polar

carregado positivamente (básicos); e aminoácidos com grupo R polar carregado negativamente (ácidos).

Os aminoácidos com grupo R apolar ou hidrofóbico são os menos solúveis, devido a ausência de grupos hidrofílicos no grupo R. São eles: cadeia alifática hidrocarbonada (alanina, leucina, isoleucina, valina e prolina); anel aromático (fenilalanina e triptofano); tioéter (metionina);

Os aminoácidos com grupo R polar não carregado possuem grupos hidrofílicos na cadeia carbonada que não se ionizam, porém conferem maior solubilidade ao aminoácido. São eles: hidroxila (serina, treonina e tirosina); grupo amida (asparagina e glutamina); e sulfidril ou tiol (cisteína). A cisteína e a tirosina possuem grupos R mais polares, sendo, portanto, os mais solúveis desta classe. A cisteína, frequentemente,

a carga positiva localiza-se em um átomo de nitrogênio do R.

Os aminoácidos com grupo R polar carregado negativamente (ácidos) incluem o ácido aspártico e o ácido glutâmico. São citados como aspartato e glutamato em virtude de se ionizarem em pH fisiológico, adquirindo carga negativa no grupo carboxila (-COO⁻).

As proteínas são macromoléculas de alto peso molecular, polímeros de compostos orgânicos



e hidrogênio (glicina). A alanina representa o aminoácido mais solúvel deste grupo e a prolina é, na realidade, um aminoácido onde o grupo R é um substituinte do amino grupo. A glicina é o aminoácido mais simples em virtude de possuir como R apenas um átomo de hidrogênio (apolar), sendo também o único aminoácido que não possui carbono assimétrico. Algumas vezes é classificado como polar, pois o grupo funcional lhe confere certa solubilidade.

ocorre nas proteínas em sua forma oxidada, a cistina, na qual a sulfidril (-SH) está unida formando pontes dissulfeto (S-S), que são ligações covalentes importantes na estabilização da molécula proteica. A asparagina e a glutamina são amidas do ácido aspártico e do ácido glutâmico, respectivamente.

Os aminoácidos com grupo R polar carregado positivamente (básicos) incluem a lisina, a arginina e a histidina; todos possuem grupo R de seis carbonos e

simples, os α -aminoácidos. Nas moléculas proteicas, os aminoácidos se ligam covalentemente, formando longas cadeias não ramificadas, através de ligações peptídicas, envolvendo o radical amino (-NH₂) de um aminoácido e o radical ácido carboxílico (-COOH) de um outro, havendo a liberação de uma molécula de água durante a reação.

A união entre dois aminoácidos forma um dipeptídeo, assim como três unem-se formando um tripeptídeo e assim sucessivamente,

sendo que a união de vários aminoácidos da origem a uma cadeia polipeptídica.

Devido ao caráter ácido do grupo carboxila e do caráter básico do grupo amino, quando os aminoácidos são dissolvidos em água sofrem neutralização interna e tornam-se íons dipolares, um composto químico eletricamente neutro.

PROPRIEDADES ÁCIDO-BÁSICAS

Os grupamentos amino e ácido encontram-se na forma ionizada quando em solução. Dependendo do pH, o grupamento amino com carga positiva (forma catiônica) ou o grupamento ácido carboxílico com carga negativa (forma aniônica), podem predominar. Porém, em determinado pH (pH isoeletrico ou ponto isoeletrico), há somente uma forma dipolar (ou seja, positiva e negativa ao mesmo tempo), onde é observada uma neutralidade elétrica na molécula.

Os íons dipolares, também chamados de zwitterions (composto químico eletricamente neutro, mas que possui cargas opostas em diferentes átomos), predominam no ponto isoeletrico (pHi). A forma catiônica predomina em pH abaixo do pHi, enquanto que a forma aniônica predomina em pH acima do pHi. O valor do pHi varia de acordo com o aminoácido e corresponde a um valor que identifica e classifica os aminoácidos de acordo com a variação do pH.

Os valores dipolar = catiônica (pK1) e dipolar = aniônica (pK2) correspondem aos valores de pH onde o aminoácido funciona como um tampão durante uma curva de titulação.

Na titulação de um ácido por uma base, por exemplo, tem-se, inicialmente, um pH ácido que aumenta proporcionalmente ao

acréscimo de base. Esse aumento proporcional no valor do pH se dá porque cada molécula de base adicionada neutraliza uma de ácido (formando água e o sal correspondente) até o valor de equivalência entre a quantidade de bases e ácidos, onde o pH é neutro (pH=7,0). No entanto, se a titulação é realizada com a adição de um aminoácido

funcionar como um receptor de prótons, ou seja, como uma base. Ao adicionar uma base (OH-) ao sistema, ocorre a neutralização com o aparecimento da forma dipolar até um determinado ponto em há igualdade de concentração entre as duas formas, entrando o sistema em equilíbrio, correspondente ao pK1.



no meio a ser titulado, um gráfico representando a elevação do pH demonstra duas zonas de estabilização (uma em pH ácido e outra em pH básico), indicando que há duas zonas de equilíbrio químico, onde não há variação do pH, mesmo com a adição da base no meio ácido. Essas regiões demonstram que os aminoácidos são responsáveis pela função tamponante, ou seja, evitam variações bruscas de pH.

Como a forma dipolar é a que ocorre no ponto isoeletrico, toda vez que o pH cai abaixo do valor do ponto isoeletrico (acidificação do meio), o aminoácido recebe H+ adicionado através da extremidade COO-, tornando-se um cátion. Quando o pH eleva-se acima do valor do ponto isoeletrico (alcalinização do meio), o aminoácido torna-se um ânion, devido a doação do H+ pelo grupamento NH3+.

Teoricamente, no início da titulação só existe a forma catiônica, em virtude do aminoácido

Prosseguindo a titulação, com o aumento do pH em virtude do aumento gradual da concentração de base, começa a predominar a forma dipolar, com a queda proporcional da forma catiônica até um ponto onde só haverá a forma dipolar. Neste ponto, o pH corresponde ao pH isoeletrico (pHi) onde o sistema se apresenta eletricamente neutro.

Ao se adicionar mais base, há o aparecimento da forma aniônica, até um determinado ponto em que ocorre igualdade na concentração entre a forma dipolar e a aniônica, entrando o sistema, novamente, em equilíbrio, agora entre a forma dipolar e a forma aniônica, correspondente ao pK2. Adicionando mais base, ocorre a predominância da forma aniônica até o pH 14, onde, teoricamente, só há a forma catiônica.

Alguns aminoácidos apresentam um terceiro platô de estabilidade em sua curva de titulação (pK3), que correspondente a um

terceiro momento de equilíbrio durante a titulação, induzido pelo grupamento R (o pK3 é frequentemente denominado de pKR).

As informações acerca da propriedade ácido-básica dos aminoácidos são fundamentais para a compreensão da função das proteínas como um tampão intracelular e, também, dos métodos de identificação dos aminoácidos e de separação das proteínas, que se baseiam na capacidade de aminoácidos e proteínas mudarem de carga elétrica de acordo com o pH do meio.

OS PRINCIPAIS AMINOÁCIDOS

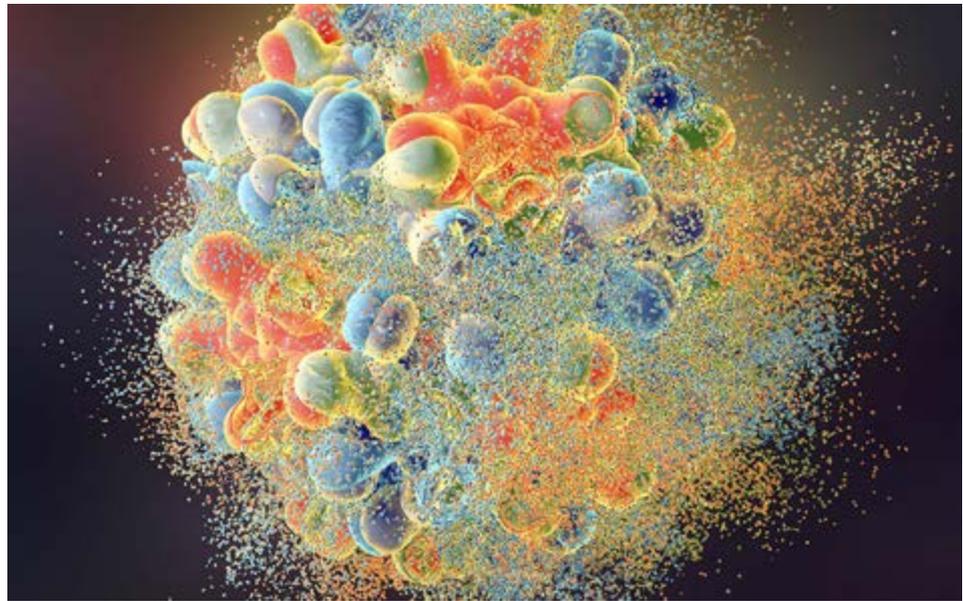
Comercialmente, os principais aminoácidos são: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, cistina, ácido glutâmico, glutamina, glicina, histidina, hidroxiprolina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptofano, tirosina e valina.

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. Este aminoácido é um dos mais empregados na construção de proteínas. Representa cerca de 6% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. Miúdos, tripas e vísceras são ricas em alanina. Na indústria de alimentos, a L-alanina é empregada com o propósito de enriquecer nutricionalmente alimentos e bebidas, além do seu uso como condimento e flavorizante. Outras finalidades incluem o seu uso em produtos surfactantes como um

material de síntese de vitaminas e agentes anti-hipertensivos.

A arginina é um aminoácido complexo encontrado na porção ativa (ou catalítica) de proteínas e enzimas, devido a sua cadeia lateral que contém aminas. Contém um grupo guanidina. Apesar de ser considerado um aminoácido essencial, 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

tâmico) 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 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



de trigo integral. Na indústria alimentícia, a forma L da arginina é usada na nutrição esportiva, em bebidas e alimentos para a saúde com o objetivo de suplementar a nutrição, sendo também utilizada como condimento e flavorizante.

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.

O ácido aspártico é um dos dois aminoácidos (o outro é o ácido glu-

isoleucina e diversos nucleotídeos. O aspartato representa cerca de 6% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. As principais fontes alimentares de aspartato são as batatas e os amendoins.

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 bioti-

na, 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 utilização da L-cisteína na indústria alimentícia inclui uma ampla variedade de flavorizantes, suplementos para fermentação de pães, alimentos para a saúde e, também, como antioxidantes de suco natural de frutas.

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.

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 aminoácidos na sequência primária das proteínas. O pão e os cereais são ricos em glutamato. O ácido L-glutâmico é usado como um componente de nutrição enteral e parenteral. Seu sal de arginina é usado como um componente farmacêutico para o tratamento de astenia, fadiga e

hiperamoninemia. O sal de sódio é útil como um componente da terapêutica de hiperamoninemia e soluções de preservação para órgão de transplante. O sal de sódio é usado em largas quantidades como um condimento caracterizado pelo seu sabor "umami". É também usado em matérias-primas de rações por aumentar o apetite de animais, tais como leitões. Seus sais de potássio e amônia são também usados como condimentos para conferir o sabor "umami". O sal de cálcio é usado como um regulador mineral. Outros usos incluem sua aplicação como matéria-prima para a fabricação de surfactantes e quelantes e como material de partida para a síntese do ácido fólico e outros produtos farmacêuticos. Seu hidrocloreto é usado como medicamento para a hipoacidez e condimento de alimentos. É também usado como agente de tratamento de superfícies de metal.

A glutamina é um dos 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 comercializada 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. Na indústria de alimentos, a L-glutamina é largamente usada como um componente de suplementos nutricionais esportivos e alimentos para a saúde.

A glicina é o aminoácido mais simples, possui apenas um átomo de hidrogênio em sua cadeia lateral; 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. Para alimentos processados, a glicina é usada como condimento e também como aditivo que garante melhor conservação do alimento por conta de sua ação antibacteriana. É usada em grandes quantidades como um aminoácido essencial em nutrição de frangos. Outras aplicações incluem seu uso como matéria-prima na produção de surfactantes e herbicidas.

A histidina é um dos aminoácidos básicos (em relação ao pH) devido a sua cadeia lateral aromática de nitrogênio heterocíclico. 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. A interrupção da biossíntese da histidina em bactérias é a base do famoso "teste Ames", utilizado para verificar a mutagenibilidade de vários agentes químicos. A histidina representa cerca de 3% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. A carne, as vísceras e os miúdos são ricos em histidina. A L-histidina é usada na indústria alimentícia como um componente de suplementos nutricionais, condimentos e como flavorizante.

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 hidrófobo de todos os radicais dos aminoácidos das proteínas. Essa hidrofobia permite a formação de ligações fracas (chamadas de ligações hidrófobas) 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 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 organismo humano. A L-isoleucina é usada na indústria alimentícia como componente principal em nutrição esportiva, alimentos para a saúde e também como flavorizante.

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 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 organismo humano. O leite e o milho são ricos em leucina. Na indústria de alimentos, a L-leucina é um importantíssimo componente na nutrição esportiva e alimentos para a saúde, usada também como flavorizante e como lubrificante na produção de comprimidos.

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 organismo humano. Na indústria de alimentos, a L-lisina tem grande demanda como aditivo para melhorar o balanço de aminoácidos de proteínas vegetais. É também usada como um componente para alimentos para a saúde e nutrição esportiva. A L-lisina é um aditivo indispensável para a alimentação de animais, especialmente porcos e frangos. Também é usada em produtos para os cabelos, como xampus e condicionadores, e o seu sal de ácido láurico é adicionado a cosméticos, particularmente em cremes. O polímero da L-lisina é usado como conservante de alimentos.

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.

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 organismo humano. Os ovos são ricos em metionina. Aplicações da forma L da metionina incluem seu uso como elemento nutritivo em preparações lácteas infantis, alimentos para a saúde, como um componente em suplementos esportivos e como flavorizante. A forma DL tem demanda substancial em suplementações nutricionais de ração para criação, especialmente, de frangos e porcos.

A fenilalanina contém um radical fenila ligado a um grupamento metileno. 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 organismo humano. Pão, ovos, vísceras e miúdos são ricos em fenilalanina. A L-fenilalanina é utilizada como aditivo em suplementos nutricionais esportivos e alimentos e bebidas para a saúde.

A prolina é um dos aminoácidos cíclicos alifáticos que são componentes primários da proteína colágeno, o tecido conectivo que liga

aminoácido hidroxilado participa da síntese de diversas substâncias bioquímicas importantes, incluindo os hormônios da tireoide, os pigmentos biológicos da melanina, e as catecolaminas, uma categoria importante de reguladores biológicos. As trocas de hidrogênio com o núcleo fenol ocorrem 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 organismo humano. Queijos, leite e arroz são ricos em tirosina.

A valina é um aminoácido alifático, prima 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. Raramente são úteis em reações bioquímicas normais, mas estão relegados à função de determinar a estrutura tridimensional das proteínas devido a sua natureza hidrofóbica. A valina representa cerca de 5% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano. Leite e ovos são ricos em valina. Na indústria de alimentos, a L-valina é um importante componente na nutrição esportiva e alimentos para a saúde. É também usada como flavorizante e como um lubrificante na produção de comprimidos. Outras aplicações incluem seu uso como aditivo nutricional para alimentação animal, na síntese de fármacos, aditivos nutricionais para meios de fermentação e como insumos para substâncias químicas agrícolas.

APLICAÇÃO INDUSTRIAL

Na indústria de alimentos, vários aminoácidos ou seus derivados são usados como intensificadores de sabor. 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 amino ou após a esterificação do grupo carboxila e quando o hidrogênio em α é substituído por um grupo metila.

Os aminoácidos amargos produzem sabores desagradáveis em alimentos. Os hidrofóbicos são responsáveis pelo sabor amargo, sendo os principais a 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 cadeia lateral sulfurada são geralmente percebidos como sem sabor, com exceção da metionina, que apresenta um certo grau de amargura.

Dos aminoácidos na forma L de tRNA conhecido, somente seis apresentam sabor doce. Somente a L-alanina e a glicina têm poder adoçante significativo. Suas polaridades não parecem ser essenciais, já que a treonina, a serina e a 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 a nível peptídico da estrutura proteica. Não obstante, observa-se um sabor salgado na prolina e no 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; é o caso da 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 aminoácidos também são comumente usados como conservantes em alimentos e bebidas. Sucos de frutas são frequentemente preservados com o uso de cisteína como antioxidante. O triptofano também é usado com histidina como antioxidante para preservar o leite em pó. A fenilalanina e o ácido aspártico são combinados para produzir o dipeptídeo aspartame.



O aspartame é aproximadamente 200 vezes mais doce do que a sacarose e é frequentemente usado como uma alternativa de baixa caloria ao adoçante artificial em refrigerantes.

Alguns produtos são frequentemente suplementados com determinados aminoácidos para aumentar o seu valor nutricional. Muitos produtos vegetais são deficientes em certos aminoácidos que podem ser introduzidos para fornecer nutrientes extras para melhorar a saúde. Por exemplo, o pão pode ser enriquecido com lisina e os produtos de soja podem ser enriquecidos com metionina.

A suplementação com aminoácidos também é um consenso no mundo dos esportes profissionais e também entre todos que praticam atividades físicas. Entre as funções desempenhadas pelos aminoácidos destaca-se a 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 as suas estruturas moleculares. Os BCAAs representam aproximadamente 35% dos aminoácidos essenciais contidos nas mioproteínas. A suplementação com os BCAAs aumenta a disponibilidade destes aminoácidos, poupando o tecido muscular da degradação catabólica, devido a intensidade do esforço físico, diminuindo a perda do tecido muscular. Já a leucina, especificamente, apresenta a propriedade de ativar o mecanismo de síntese proteica, promovendo o aumento da massa muscular.

A suplementação com aminoácidos também melhora o condicionamento/recuperação da fadiga. Com a prática de exercícios vigorosos ou corridas longas, o organismo começa a decompor as proteínas e a consumir os BCAAs. Na realidade, o nível dos BCAAs 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. A suplementação com BCAAs no momento adequado, antes ou durante a atividade esportiva, reduz os danos musculares e inibe a diminuição da força muscular. 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.

Outro benefício da suplementação com aminoácidos é a melhora da resistência física. Os BCAAs também têm a função de impedir a produção do ácido láctico, uma substância que causa a fadiga. Na prática de exercício, há aumento do nível de ácido láctico no sangue. Portanto, o pH nos músculos diminui, causando dificuldade na contração. A suplementação com BCAA inibe a elevação do nível de ácido láctico no sangue, mesmo durante a prática de exercícios vigorosos.

Os aminoácidos também são utilizados em combinação. A L-cisteína melhora a qualidade do pão durante o processo de cocção e atua como um antioxidante nos sucos de frutas. O L-triptofano, combinado com a L-histidina, atua também como antioxidante e é utilizado para evitar a rancificação do leite em pó.

O aspartame (L-aspartil - L-fenilalanina metil - éster), produzido a partir de L-fenilalanina e ácido L-aspártico, é utilizado como edulcorante de baixa caloria em bebidas não alcoólicas.

A glicina possui propriedades antioxidantes, bactericidas e de intensificador de aroma e sabor, características amplamente aproveitadas na indústria de alimentos.

A glicina também pode ser envolvida nas reações de Maillard e apresenta um certo poder adoçante. Em função disso, é utilizada para mascarar o amargor do aspartame em bebidas de baixas calorias. Pode, ainda, ser aplicada na indústria queijeira, devido a seu efeito bactericida, ou na fase de cura, onde a combinação de glicina com o seu derivado, o glicinato de sódio, oferece forte potencial de retenção de água.

O ácido glutâmico e seus sais derivados (de sódio, potássio, cálcio, amônio ou magnésio), são geralmente designados pelo nome genérico de glutamato. O glutamato é um composto natural encontrado em praticamente todos os alimentos, tais como carnes, peixes, leite (inclusive no leite materno) e um grande número de vegetais. O organismo humano também produz naturalmente o glutamato, o qual é utilizado em várias reações metabólicas necessárias à vida humana. Na natureza, o glutamato pode ser encontrado sob duas formas, ou de forma ligada quando está unido a outros aminoácidos em uma estrutura proteica ou de forma livre. Somente a forma livre apresenta qualidades gustativas e está diretamente relacionada à palatabilidade e aceitabilidade de vários alimentos. Isso explica porque alimentos como tomate, cogumelo e queijo, os quais contêm naturalmente altos níveis de glutamato, são frequentemente utilizados pelo seu aroma em numerosas preparações culinárias.

O glutamato tem a notável propriedade de intensificar o aroma original de vários alimentos, aumentando, assim, seu estímulo gustativo. Também contribui na percepção de um aroma balanceado em alimentos, tais como molhos e cozidos. Essas características o tornam adequado para utilização em molhos, delicatessen e produtos salgados, pratos prontos à base de carne, peixe e legumes, sopas e caldos, molhos culinários e vários produtos à base de carne ou peixe.

AMINOÁCIDOS

Formas, características y propiedades

Los aminoácidos son moléculas orgánicas formadas por cadenas de carbono, unidas a átomos de hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, que contienen un grupo carboxilo y un grupo amino. Se clasifican como esenciales y no esenciales.

Los aminoácidos esenciales o indispensables son aquellos que el organismo humano no puede sintetizar y deben ingerirse a través de los alimentos para prevenir la desnutrición. Los aminoácidos no esenciales o prescindibles son aquellos que el cuerpo humano puede sintetizar a partir de los alimentos ingeridos. Los α -aminoácidos son compuestos sólidos incoloros, la mayoría de los cuales son de sabor amargo, otros de sabor dulce y algunos insípidos. Con la excepción de la glicina, que es soluble en agua, los otros tienen solubilidad variable.

Los aminoácidos se pueden producir mediante síntesis química, catálisis enzimática, extracción de fuentes naturales o fermentación.

Los aminoácidos se usan en la síntesis de proteínas, que constituyen músculos, tendones, cartílagos, tejido conectivo, uñas y cabello, así como algunas hormonas. Así, ellos se unen para formar proteínas y, por lo tanto, son la "materia prima" de estos ma-

cronutrientes. Una molécula de proteína puede tener cientos de aminoácidos unidos. La hemoglobina, por ejemplo, está compuesta de 547 aminoácidos.

Los 20 aminoácidos existentes son α -aminoácidos, es decir, el grupo amino y el grupo carboxilo están unidos al mismo carbono (carbono alfa). Un aminoácido se define por su grupo lateral (R).

Por lo tanto, todos los aminoácidos tienen en común un grupo amino (CH_2) y un grupo carboxilo o ácido (COOH) unido al mismo átomo de carbono que, a su vez, está unido a un átomo de hidrógeno y un radical (R) que varía de un aminoácido a otro.

Los grupos amino y ácido están en forma ionizada cuando están en solución. Dependiendo del pH, puede predominar el grupo amino con carga positiva (forma catiónica) o el grupo de ácido carboxílico con carga negativa (forma aniónica) puede predominar. Sin embargo, a un pH dado (pH isoelectrico o punto isoelectrico), solo hay una forma dipolar (es decir, positiva y negativa al mismo tiempo), donde se observa una neutralidad eléctrica en la molécula.

La información sobre la propiedad ácido-base de los aminoácidos es crítica para comprender la función de la proteína como un tampón intracelular y también para la identificación de aminoácidos y los métodos de separación de proteínas, que se basan en la ca-

pacidad de los aminoácidos y las proteínas para cambiar la carga eléctrica de acuerdo con el pH del medio.

Comercialmente, los aminoácidos principales son: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, cistina, ácido glutámico, glutamina, glicina, histidina, hidroxiprolina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina.

En la industria alimentaria, se usan varios aminoácidos o sus derivados como potenciadores del sabor. Al observar el sabor de los aminoácidos dulces y amargos, se observa que para muchos de ellos, la forma isomérica L es amarga, mientras que la forma D es dulce. Además, los grupos de cadena lateral de aminoácidos hidrófobos como D-valina, D-leucina, D-triptófano y D-fenilalanina están involucrados en la intensidad del sabor dulce, que es mayor que en D-alanina o D-glicina. El sabor umami se elimina después de la acetilación del grupo amino o después de la esterificación del grupo carboxilo cuando el hidrógeno en α se reemplaza por un grupo metilo.



Los aminoácidos amargos producen sabores desagradables en los alimentos. Los hidrófobos son responsables del sabor amargo, los principales son L-fenilalanina, L-tirosina, L-leucina, L-valina y L-isoleucina. La forma enantiomérica no produce la misma sensación. Los aminoácidos en forma de L son mucho más amargos que los de forma D cuando a menudo son dulces.

Los aminoácidos de cadena lateral de azufre generalmente se perciben como sin sabor, a excepción de la metionina, que tiene cierto grado de amargor.

De los aminoácidos en forma de L del tRNA conocido, solo seis tienen un sabor dulce. Solo la L-alanina y la glicina tienen un poder edulcorante significativo. Sus



polaridades no parecen ser esenciales ya que la treonina, la serina y la glicina son polares, mientras que la alanina es polar. El poder edulcorante de los aminoácidos hidrofóbicos en forma D es mayor que el de la sacarosa. Algunos aminoácidos dulces

pueden dar el sabor característico a carne de ciertos animales; La glicina, por ejemplo, reproduce el sabor del cangrejo y la langosta.

Ningún aminoácido es salado y este sabor aparece solo en el nivel de péptido de la estructura proteica. Sin embargo, se observa un sabor salado en prolina y clorhidrato de lisina en particular.

Solo los aminoácidos en forma ácida, como el ácido aspártico y glutámico, tienen un sabor ácido cuando están en forma disociada; Este es el caso de la mayoría de los alimentos con pH ligeramente ácido.

Los aminoácidos con sabor a umami están representados por las sales de sodio de los aminoácidos en forma ácida. Su sabor se define como una mezcla dulce, pero con sabor a carne o al caldo de pollo.

Los aminoácidos también se usan comúnmente como conservantes en alimentos y bebidas. Los jugos de frutas a menudo se conservan usando cisteína como antioxidante. El triptófano también se usa con histidina como antioxidante para preservar la leche en polvo.

La fenilalanina y el ácido aspártico se combinan para producir el dipéptido de aspartamo. El aspartamo es aproximadamente 200 veces más dulce que la sacarosa y a menudo se usa como una alternativa baja en calorías al edulcorante artificial en los refrescos. Algunos productos a menudo se complementan con ciertos aminoácidos para aumentar su valor nutricional. Muchos productos vegetales son deficientes en ciertos aminoácidos que se pueden introducir para proporcionar nutrientes adicionales para mejorar la salud. Por ejemplo, el pan puede enriquecerse con lisina y los productos de soya pueden enriquecerse con metionina.

La suplementación con ami-

noácidos también es un consenso en el mundo deportivo profesional y también entre todos aquellos que practican actividades físicas. Entre las funciones realizadas por los aminoácidos están la construcción muscular, el mejor acondicionamiento/recuperación de la fatiga y la resistencia física mejorada.

Los aminoácidos también se usan en combinación. La L-cisteína mejora la calidad del pan durante el proceso de cocción y actúa como antioxidante en los jugos de frutas. El L-triptófano, combinado con L-histidina, también actúa como antioxidante y se usa para prevenir la ranciedad de la leche en polvo. El aspartamo (L-aspartil - L-fenilalanina - éster metílico), hecho de L-fenilalanina y ácido L-aspártico, se usa como edulcorante bajo en calorías en bebidas no alcohólicas. La glicina tiene propiedades antioxidantes, bactericidas y para mejorar el aroma y el sabor, características ampliamente utilizadas en la industria alimentaria.

El ácido glutámico y sus sales derivados (sodio, potasio, calcio, amonio o magnesio) generalmente se conocen como el nombre genérico glutamato y tienen la notable propiedad de mejorar el aroma original de varios alimentos, así como contribuir a la percepción de un aroma, equilibrado en alimentos como salsas y guisos. Estas características lo hacen adecuado para su uso en salsas, delicatessen y productos salados, platos preparados de carne, pescado y verduras, sopas y caldos, salsas culinarias y diversos productos de carne o pescado.