



PROTEÍNAS ANIMAIS E VEGETAIS TIPOS E FUNÇÕES

Presentes em diversos tipos de alimentos, as proteínas são elementos básicos do organismo, essenciais em todo o metabolismo. Sua principal função não é energética, mas sim estrutural, ou seja, contribuem para a formação, desenvolvimento e manutenção de todos os órgãos e sistemas do organismo. De acordo com sua origem, as proteínas podem ser animais ou vegetais.

PROTEÍNAS

Proteínas são componentes essenciais a todas as células vivas e estão relacionadas praticamente a todas as funções fisiológicas. São utilizadas na regeneração de tecidos; funcionam como catalisadores nas reações químicas que se dão nos organismos vivos e que envolvem enzimas ou hormônios; são necessárias nas reações imunológicas e, juntamente com os ácidos nucleicos, são indispensáveis nos fenômenos de crescimento e reprodução.

Quimicamente, as proteínas são polímeros de alto peso molecular (acima de 10.000), cujas unidades básicas são os aminoácidos, ligados entre si por ligações peptídicas. As propriedades de uma proteína são determinadas pelo número e espécie dos resíduos de aminoácidos, bem como pela sequência desses compostos na molécula.

Todas as proteínas são constituídas de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre e possuem composição muito semelhante: 50% a 55% de carbono, 6% a 8% de hidrogênio, 20% a 24% de oxigênio, 15% a 18% de nitrogênio e de 0,2% a 0,3% de enxofre. Existem proteínas nas quais o teor de enxofre pode chegar a 5%. Muito raramente as proteínas contêm fósforo.

As proteínas sofrem mudanças nas suas estruturas com muita facilidade, o que torna bastante difícil o estudo desses compostos. Por hidrólise total, as cadeias peptídicas dão origem aos aminoácidos livres.

Sendo macromoléculas de estruturas extremamente complexas, as proteínas são compostos sem odor e sem sabor.

Não podemos falar sobre proteínas, sem mencionar os aminoácidos. Existem 20 aminoácidos e são eles que formam todas as proteínas. Oito destes aminoácidos são obtidos através da dieta e são conhecidos como aminoácidos essen-

ciais; os demais podem ser produzidos pelo organismo, não sendo necessária a sua ingestão.

O conteúdo de aminoácidos essenciais é uma das formas pela qual as proteínas são classificadas em completas ou de alto valor biológico (se contêm os aminoácidos essenciais em quantidade e proporções adequadas) ou em incompletas ou de baixo valor biológico (as que carecem de algum dos aminoácidos essenciais).

PROTEÍNAS ANIMAIS E VEGETAIS

Conforme já mencionado, as proteínas podem ser encontradas tanto em alimentos de origem animal como vegetal.

A qualidade de uma proteína é medida pelo número de aminoácidos essenciais que fornecem ao organismo, ou seja, quanto mais aminoácidos essenciais apresentam, maior o valor biológico da proteína.

O valor biológico é definido como a proporção em que se encontra um aminoácido essencial limitante, no que diz respeito ao padrão de referência. Por definição, deve entender-se como aminoácido limitante aquele em que o déficit é maior comparado com a proteína de referência, ou seja, aquele que, uma vez realizado o cálculo, resulta em um valor mais baixo. A “proteína de referência” é uma proteína teórica, definida pela FAO, a qual possui a composição adequada para atender corretamente as necessidades proteicas. As “proteínas de referência” são fixadas dependendo da idade, já que as necessidades de

aminoácidos essenciais são diferentes em diferentes fases do crescimento e desenvolvimento humano.

As proteínas animais são mais complexas no que se refere ao aporte de aminoácidos, já que fornecem quase todos os aminoácidos essenciais que o organismo necessita para um bom desenvolvimento e funcionamento. Assim, possuem, geralmente, composições mais próximas a da considerada ideal.

Já as proteínas vegetais não oferecem tantas quantidades de aminoácidos essenciais, mas apresentam quantidades de aminoácidos não essenciais, embora em menor quantidade do que a proteína animal.

Praticamente, todos os alimentos contêm proteínas, porém não na mesma concentração. A mistura de alimentos vegetais e animais em quantidades adequadas permite que alguns alimentos complementem outros. Dessa forma, se consegue uma mistura que contenha todos os aminoácidos essenciais.

Em resumo, para uma dieta saudável e adequada, recomenda-se a combinação de proteínas animais e proteínas vegetais.

PROTEÍNAS ANIMAIS

As proteínas animais são elementos estruturais imprescindíveis a todas as células. Na falta de carboidratos e gorduras, as proteínas agem como elementos energéticos, mas de baixo rendimento. Dentre todas as moléculas



orgânicas, as proteínas estão entre as mais abundantes e de maior importância, dada a sua grande diversidade estrutural e a suas diversas funções biológicas.

Como já mencionado anteriormente, as proteínas são compostas por 20 aminoácidos, dos quais oito não são sintetizados pelo organismo humano, chamados “essenciais” (triptofano, lisina, metionina, valina, leucina, isoleucina, finilalanina, treonina). Por esse motivo, quanto mais aminoácidos essenciais a proteína possuir, mais “nobre” será o alimento. Os produtos de origem animal são, nesse sentido os mais nobres. São fundamentais na constituição e construção do ser humano. Formam o arcabouço de todo o organismo (esqueleto, músculo, pele, etc.). São constituintes básicos dos órgãos (coração, pulmões, rins, intestino, etc.) e do sangue. São essenciais no crescimento. Constituem componente importante do leite materno. Repõem o desgaste natural dos tecidos (perda proteica diária). Formam substâncias capazes de auxiliar o organismo tanto no seu funcionamento como em sua defesa contra as enfermidades (enzimas e anticorpos).

As principais fontes de proteína animal são carnes, peixes, ovos e leite.

AS PROTEÍNAS DA CARNE

As proteínas mais importantes são as proteínas do músculo. Aproximadamente 40% do peso de uma pessoa adulta consiste de músculo, o qual, por sua vez, é constituído de aproximadamente 20% de proteínas. Aparentemente, existe pouca diferença nas proteínas das

carnes de diferentes espécies animais. O estudo dessas proteínas é dificultado pelas mudanças que se processam no tecido animal com a interrupção das funções do organismo.

A miosina, uma das proteínas do músculo, é uma globulina de estrutura bastante simétrica, obtida do músculo por extração com soluções fracamente alcalinas ou soluções de sais. Possui peso molecular de aproximadamente 500.00 e é formada por duas cadeias idênticas de peptídeos, cada uma na forma de uma α -hélice; essas duas cadeias juntas são torcidas, formando uma hélice dupla.

É uma proteína que contém muitos aminoácidos com grupos livres carregados positiva e negativamente; as ligações peptídicas nas quais participam aminoácidos básicos são rompidas pela enzima tripsina.

Outra proteína do músculo, a actina, pode existir em duas formas: a G-actina, proteína globular de peso molecular 60.000 e que pela adição de sais neutros pode polimerizar, formando a F-actina, uma proteína fibrosa.

A actina e a miosina podem se combinar facilmente formando a actomiosina, um complexo constituído por uma molécula de miosina e uma ou duas moléculas de actina.

As proteínas dos tecidos conectivos constituem a parte mais insolúvel e menos digerível da carne. De fato, a rigidez da carne pode ser medida pela quantidade de tecidos conectivos existentes.

A fração principal dos tecidos conectivos é constituída pelo colágeno, uma proteína muito solúvel e que concorre largamente para a rigidez da carne. Uma fração do colágeno parcialmente solubilizado é a gelatina, uma

proteína que deve sua grande importância ao fato de ser solúvel em água quente e formar géis por resfriamento. Não tem cheiro nem sabor. É rica em arginina, mas de pouco valor em relação à quantidade dos outros aminoácidos essenciais. A glicina constitui entre 25% e 35% do colágeno.

Todas as carnes estão englobadas dentro dos alimentos ricos em proteínas e fornecem entre 15% e 20% de proteínas, as quais são consideradas de muito boa qualidade, já que fornecem todos os aminoácidos essenciais necessários. São a melhor fonte de ferro e vitamina B₁₂. Contribuem entre 10% e 20% de gordura (sendo a maior parte saturada). Além disso, fornece zinco e fósforo. As carnes brancas e as aves possuem a mesma quantidade e qualidade de proteína que as carnes vermelhas. A carne mais magra é mais rica em proteína.

O lombo de porco é um dos alimentos com maior teor de proteína. Seu conteúdo de macronutrientes é de 50g de proteína e apenas 8g de gordura por 100g da mesma. O presunto, contendo 30,5g de proteína por 100g, é uma importante fonte de proteínas e de fácil assimilação.

A porção recomendada de carne para adultos é de 150g a 200g, três vezes por semana. Para as crianças, a porção recomendada é de aproximadamente 15g para cada ano de idade, ingeridas igualmente três vezes por semana.

AS PROTEÍNAS DO PEIXE

O peixe possui valor nutritivo equivalente ao da carne, porém com maiores benefícios para a saúde. Seu conteúdo proteico é de 18% a 20%, sendo a proteína dos pescados de alto valor biológico, com um perfil de aminoácidos essenciais muito parecido entre si, alterando-se apenas após o processo de congelamento e secagem a que são submetidos alguns peixes.

Apenas 100g da maioria dos pescados aporta aproximadamente 1/3 da quantidade diária recomendada de proteínas. Possuem, ainda, notável teor de fósforo, iodo e cálcio, bem como são uma boa fonte de tiamina e riboflavina.

O tipo de proteína do pescado é o





que determina sua textura ou consistência, sua digestibilidade, sua conservação, bem como os diferentes sabores. Por exemplo, o colágeno é uma proteína do tecido conjuntivo que confere maior firmeza e dureza, motivo pelo qual o peixe é mais macio e mais fácil de digerir do que a carne ou o marisco.

A gordura em peixes e frutos do mar, ao contrário de outros alimentos de origem animal, é abundante em ácidos graxos poliinsaturados, entre os quais destacam-se o ômega 3 e o ômega 6.

Os ácidos graxos ômega estão relacionados com a manutenção e tratamento de doenças cardiovasculares e seus fatores de risco associados.

O atum contém, aproximadamente, 23g de proteína por 100g. Já o bacalhau é um bom exemplo de alimento rico em proteínas e pobre em gordura, além de ser uma importante fonte de vitaminas e minerais, fazendo desse peixe um dos alimentos altamente recomendados.

Atualmente, o comércio de peixe está em grande parte baseado em produtos congelados. Para o consumidor, os principais atributos que determinam a qualidade dos produtos congelados de peixe são o sabor e a textura. Embora as enzimas no peixe possam contribuir para que ocorra mudanças no sabor durante o armazenamento, as proteínas atuam principalmente na textura dos produtos à base de peixe.

O filé de peixe é dividido em blocos de músculos conhecidos como miotomas, que são separados através da mio-comata de colágenos. No cozimento, o colágeno da mio-comata é desnaturado e os miotomas podem se separar, formando flocos de peixe cozido. As fibras de

músculo do peixe correm entre a mio-comata adjacente. Dentro do músculo, as fibras são as miofibrilas, os elementos contráteis do músculo. As miofibrilas são compostas de filamentos grossos de miosina e filamentos magros de actina. O arranjo desses filamentos dá ao músculo seu padrão característico. A repetição das miofibrilas, a distância entre duas linhas de Z, é conhecida como um sarcômero.

A proteína do músculo de peixe consiste, normalmente, em três grupos principais: as proteínas sarcoplasmáticas, as proteínas miofibrilares e o tecido conjuntivo. As proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água e consistem principalmente de enzimas que estão envolvidas no metabolismo da célula. Esta proteína se precipita no cozimento e não contribui significativamente à textura do peixe. O tecido conjuntivo inclui principalmente colágeno. No músculo de mamíferos, os colágenos estão quimicamente unidos a graus variados, necessitando, às vezes, de extenso cozimento para amaciar o músculo. Em contrapartida, o colágeno do músculo do peixe apresenta temperaturas de derretimento inferiores e são facilmente convertidos em gelatina no cozimento.

Dependendo da espécie de peixe, as proteínas miofibrilares ocupam um volume significativo do músculo. Um fato interessante é que as mudanças na propriedade das miofibrilas do músculo surgem a partir das mudanças na propriedade da água, ou seja, a maré alta assegura a capacidade das proteínas do músculo do peixe para a sua suculência.

Associadas às proteínas miofibrilares estão as proteínas do citoesqueleto, que formam uma rede tridimensional

dentro e entre as células do músculo. Pesquisas estão sendo realizadas para determinar o papel das proteínas do citoesqueleto na textura do peixe. Em particular, vários estudos atribuem o amolecimento do músculo do peixe *post mortem* à degradação de elementos do citoesqueleto.

AS PROTEÍNAS DO OVO

A composição em aminoácidos do ovo é a mais completa e equilibrada, além de ser a que contém todos os aminoácidos essenciais na proporção adequada, conferindo-lhe um valor biológico excelente, utilizado, inclusive, como referência para o cálculo de outros alimentos proteicos.

A clara de ovo consiste em uma mistura de proteínas muito diferentes entre si, nas quais a mais importante é a ovalbumina, que constitui 50% das proteínas totais da clara.

A albumina foi obtida na forma cristalina pela primeira vez em 1982. Possui peso molecular de 45.000 e contém na molécula grupos -SH e grupos de ácido fosfórico, que podem ser hidrolisados pela ação de fosfatases. Os grupos -SH só reagem quimicamente na proteína desnaturada. Na ovalbumina existem também pequenas quantidades de manose e 2-amino-2-desoxi-ribose. Quando em solução, a ovalbumina pode ser desnaturada por agitação. Coagula por aquecimento.

Outra proteína, a conalbumina, é precipitada na forma não cristalina, por adição de sulfato de amônio, após a cristalização da ovalbumina. Possui peso molecular de aproximadamente 85.000. Coagula pelo calor, a temperaturas mais baixas do que a ovalbumina (abaixo de 60°C) e forma complexos estáveis com íons di e trivalentes. Não possui fósforo nem grupos -SH na molécula, mas possui uma fração de carboidratos, constituída de manose e galactose.

Uma fração considerável da clara de ovo é formada por uma glicoproteína, rica em ligações



dissulfídicas, a ovomucóide, obtida por tratamento da clara de ovo com sulfato de sódio ou de amônio, antes do isolamento da ovoalbumina. Em soluções alcalinas, a ovomucóide é facilmente desnaturada pelo calor.

A clara de ovo contém ainda a ovomucina, outra glicoproteína que por eletroforese é separada em três componentes. Em solução, mesmo alcalina, é resistente ao calor.

A avidina, outra proteína da clara de ovo, é uma desoxi-ribonucleoproteína importante, principalmente devido à sua propriedade de se ligar à biotina, impedindo a ação dessa vitamina, pertencente ao complexo B, o que causa o chamado “mal da clara de ovo” nos animais alimentados com clara de ovo crua.

A clara de ovo contém também uma enzima, a lisozima, que constitui aproximadamente 3% da clara de ovo, e que tem ação nas paredes celulares de algumas bactérias. Pode formar com a ovomucina um complexo solúvel em água, que contribui para a estrutura do gel do albúmen. A lisozima é facilmente inativada pelo calor.

Quando a gema do ovo é submetida à ultracentrifugação, é separada em duas frações; a fração que sedimenta contém duas proteínas, a lipovitelina e a fosfovítina (ou fosvitina), e solução sobrenadante contém a livitina. A lipovitelina é uma proteína cujo grupo prostético é um fosfolípido. Possui peso molecular ao redor de 500.000 e a pH ácido forma um dímero. À medida que o pH aumenta, as cadeias peptídicas que formam o dímero vão se separando até chegarem à forma monômera.

A fosfovítina contém aproximadamente 10% de fósforo na molécula e somente 12% de nitrogênio; representa 80% das fosfoproteínas existentes na gema do ovo. Possui peso molecular entre 35.000 e 40.000 e forma um complexo estável com íons férricos, tendo, portanto, a capacidade de arrastar íons férricos existentes na gema.

A livitina, proteína que fica na solução sobrenadante da centrifugação da gema, é uma proteína constituída por três componentes, α , β e γ -livitina e que se identificam, respectivamente, com a albumina do soro, α -glicoproteína e γ -globulina.

O ovo é considerado uma fonte de proteína altamente digestível, já que mais de 95% da sua proteína é digerida e está disponível para cobrir as várias necessidades do organismo.

A gema do ovo é rica em gordura e colesterol e é aí que reside o seu maior inconveniente. No entanto, hoje, considerada-se adequada a ingestão de dois a três ovos por semana, embora haja hipercolesterolemia ou outra dislipidemia. Já a clara do ovo pode ser consumida todos os dias.

AS PROTEÍNAS DO LEITE E DERIVADOS

O leite fornece proteínas de elevada qualidade e em quantidade significativa; o leite *in natura* fornece, em média, de 3g a 3,5g de proteínas por 100g de leite. Depois das proteínas sanguíneas, as proteínas do leite são provavelmente as mais bem caracterizadas do ponto de vista físico-químico e genético.

As proteínas lácteas dividem-se em várias classes de cadeias polipeptídicas. Um dos grupos de proteínas, o das caseínas, representa cerca de 75% a 85% das proteínas lácteas. Nesse grupo, consideram-se ainda vários tipos de polipeptídeos: α 1-, α 2-, β -, e κ -, com

algumas variantes genéticas, modificações pós-translacionais e produtos de proteólises.

O segundo grupo de maior importância quantitativa é o das proteínas solúveis do soro lácteo, ou proteínas do lactosoro, que constitui de 15% a 22% das proteínas totais do leite. As principais famílias de proteínas do lactosoro são as β -lactoglobulinas, as α -lactoalbuminas, as albuminas séricas e as imunoglobulinas.

Ainda deve-se considerar o grupo de proteínas da complexa matriz lipoproteica da membrana dos glóbulos de gordura; este grupo de proteínas faz parte integrante da membrana e não inclui as proteínas solúveis que podem ser adsorvidas, consideradas como periféricas. Através de técnicas apropriadas de separação eletroforética, as proteínas da membrana dos glóbulos de gordura distribuem-se em quatro bandas distintas: A, B, C e D.

Por fim, existe o grupo das proteínas minor, que inclui um conjunto de proteínas, tais como transferrina, lactoferrina, microglobulina, glicoproteínas, etc.

As enzimas completam a lista de substâncias proteicas no leite. De modo geral, considera-se que as enzimas são inativadas pelo pH ácido do estômago e,



também, pelo processamento térmico.

A qualidade nutricional das proteínas depende do seu teor em aminoácidos essenciais, da sua digestibilidade e da biodisponibilidade dos seus aminoácidos. A alta qualidade das proteínas lácteas é marcada pela presença, em várias quantidades, de todos os aminoácidos essenciais, o que confere às proteínas do leite elevado valor biológico; além disso, o padrão de distribuição desses aminoácidos nas proteínas lácteas assemelha-se ao que se julga ser necessário ao ser humano. Apenas os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) são relativamente pouco presentes nas proteínas lácteas, enquanto a quantidade de lisina é elevada e complementa as proteínas de outras fontes alimentares deficitárias neste aminoácido.

Pelo seu excelente valor nutricional, a caseína é usada como proteína de referência para avaliar a qualidade proteica dos alimentos. Relativamente à lactoalbumina, a caseína tem menor quantidade de metionina e cistina, o que lhe confere menor valor biológico. No entanto, a maior concentração destes aminoácidos nas proteínas do lactosoro complementa bem a falta relativa na caseína e melhora a qualidade das proteínas do leite. A α -lactoalbumina é bastante rica em triptofano, um aminoácido precursor de niacina.

A quantidade elevada de lisina, treonina, metionina e isoleucina, na caseína e nas proteínas do soro lácteo, faz com que apresentem grande interesse para suplementar as proteínas de origem vegetal e, particularmente, as de cereais, as quais têm como fator limitante a lisina. Por outro lado, as proteínas cerealíferas completam o fornecimento de azoto e de esqueletos carbonados, a partir dos seus aminoácidos não essenciais, fator interessante, já que as proteínas lácteas são relativamente escassas de aminoácidos não essenciais e é importante disponibilizar tais estruturas para a síntese proteica.

O triptofano é outro aminoácido presente em quantidade importante no leite. A sua elevada concentração torna o leite uma excelente fonte de equivalentes de niacina. Este aminoácido é também o precursor de um neuromediador, a serotonina. Segundo alguns autores,

como a entrada de triptofano no cérebro influi na regulação da serotonina, e como os níveis deste neurotransmissor dependem da indução do sono, o leite pode promover efeito sedativo.

A principal proteína existente no leite fresco é a caseína, uma fosfoproteína que se encontra na forma de sal de cálcio coloidal. É formada de micelas, que junto com a gordura, resultam na cor branca do leite.

A caseína é uma mistura de várias fosfoproteínas muito semelhantes, as α -, β -, γ - e k-caseína, constituindo aproximadamente 80% das proteínas totais e 3% do teor de proteínas do leite. Coagula pela ação da renina, uma enzima encontrada no suco gástrico, dando a paracaseína. No leite, a caseína se encontra na forma de polímeros, ou seja, várias cadeias peptídicas unidas, cada cadeia com peso molecular de aproximadamente 20.000. A caseína é precipitada não só pela renina, mas também por ácidos, mas não coagula pelo calor.

Quando a caseína é precipitada, na solução sobrenadante, denominado de soro, restam ainda mais duas proteínas, ambas já obtidas na forma cristalina: a lactoalbumina, uma albumina que constitui aproximadamente 0,5% das proteínas totais do leite, solúvel em água, com peso molecular de aproximadamente 20.000, que coagula pelo calor, e contém alto teor de triptofano; e a lactoglobulina, encontrada em quantidades menores do que 0,2%. À 20°C e pH de aproximadamente 6,5, pode existir em duas formas em equilíbrio: um monômero e um dímero, de peso molecular 18.000 e 36.000, respectivamente. Possui composição e conformação semelhante a da lisozima, uma proteína encontrada na clara de ovo. Na sua constituição fazem parte grupos -SH.

PROTEÍNAS DO SORO DO LEITE

As proteínas do soro do leite apresentam uma estrutura globular contendo algumas pontes de dissulfeto, que conferem um certo grau de estabilidade estrutural. As frações, ou peptídeos do soro, são constituídas de beta-lacto-

globulina (BLG), alfa-lactoalbumina (ALA), albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas (Ig's) e glicomacropéptídeos (GMP). Essas frações podem variar em tamanho, peso molecular e função, fornecendo às proteínas do soro características especiais. Presentes em todos os tipos de leite, a proteína do leite bovino contém cerca de 80% de caseína e 20% de proteínas do soro, percentual que pode variar em função da raça do gado, da ração fornecida e do país de origem. No leite humano, o percentual das proteínas do soro é modificado ao longo da lactação, sendo que no colostro representam cerca de 80% e, na sequência, esse percentual diminui para 50%.

A beta-lactoglobulina é o maior peptídeo do soro (45,0% a 57,0%), representando, no leite bovino, cerca de 3,2g/l. Apresenta médio peso molecular (18,4 a 36,8 kDa), o que lhe confere resistência à ação de ácidos e enzimas proteolíticas presentes no estômago, sendo, portanto, absorvida no intestino delgado. É o peptídeo que apresenta maior teor de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), com cerca de 25,1%. Importante carreadora de retinol (pró vitamina A) materno para o filhote, em animais, em humanos essa função biológica é desprezada, uma vez que a beta-lactoglobulina não está presente no leite humano.

Em termos quantitativos, a alfa-lactoalbumina é o segundo peptídeo do soro (15% a 25%) do leite bovino e o principal do leite humano. Com peso molecular de 14,2k Da, caracteriza-se por ser de fácil e rápida digestão. Contém o maior teor de triptofano (6%) entre todas as fontes proteicas alimentares, sendo, também, rica em lisina, leucina, treonina e cistina. A alfa-lactoalbumina é precursora da biossíntese de lactose no tecido mamário e possui a capacidade de se ligar a certos minerais, como cálcio e zinco, o que pode afetar positivamente sua absorção. Além disso, a fração alfa-lactoalbumina apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias patogênicas, como por exemplo, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae*.

A albumina do soro bovino corresponde a cerca de 10% das proteínas do

soro do leite. É um peptídeo de alto peso molecular (66 kD), rico em cistina (aproximadamente 6%), e relevante precursor da síntese de glutatona. Possui afinidade por ácidos graxos livres e outros lipídeos, favorecendo seu transporte na corrente sanguínea.

As imunoglobulinas são proteínas de alto peso molecular (150 a 1 000kDa). Quatro das cinco classes das Ig's estão presentes no leite bovino (IgG, IgA, IgM e IgE), sendo a IgG a principal, constituindo cerca de 80% do total. No leite humano, a IgA constitui a principal imunoglobulina (>90%). Suas principais ações biológicas residem na imunidade passiva e atividade antioxidante.

O glicomacropéptídeos (6,7 kDa) é um peptídeo resistente ao calor, à digestão assim como a mudanças de pH. Curiosamente, muitos autores não descrevem o glicomacropéptídeos como um peptídeo do soro. Na verdade, o glicomacropéptídeos é um peptídeo derivado da digestão da caseína-kapa, pela ação da quimosina durante a coagulação do queijo. Essa fração está presente em um tipo de proteína do soro, conhecida como *whey rennet*. Apresenta alta carga negativa, que favorece a absorção de minerais pelo epitélio intestinal, e, assim como a fração beta-lactoglobulina, possui alto teor de aminoácidos essenciais (47%).

As subfrações ou peptídeos secundários das proteínas do soro são assim denominadas por se apresentarem em pequenas concentrações no leite. Compreendem as subfrações: lactoferrina, beta-microglobulinas, gama globulinas, lactoperoxidase, lisozima, lactolina, relaxina, lactofano, fatores de crescimento IGF-1 e IGF-2, proteoses-peptonas e aminoácidos livres. As subfrações lactoferrina, lisozima, lactoperoxidase, encontradas no leite humano, fornecem propriedades antimicrobianas importantes para o recém-nascido, assim como os fatores de crescimento IGF-I e IGF-II, que estão relacionados com o desenvolvimento do tubo digestivo.

As proteínas do soro podem exibir diferenças na sua composição de macronutrientes e micronutrientes, dependendo da forma utilizada para sua obtenção. Segundo pesquisas, 100g de concentrado proteico do

soro do leite possui, em média, 414 kcal, 80g de proteína, 7g de gordura e 8g de carboidratos. A composição média de aminoácidos é de 4,9mg de alanina, 2,4mg de arginina, 3,8mg de asparagina, 10,7mg de ácido aspártico, 1,7mg de cisteína, 3,4mg de glutamina, 15,4mg de ácido glutâmico, 1,7mg de glicina, 1,7mg de histidina, 4,7mg de isoleucina, 11,8mg de leucina, 9,5mg de lisina, 3,1mg de metionina, 3,0mg de fenilalanina, 4,2mg de prolina, 3,9mg de serina, 4,6mg de treonina, 1,3mg de triptofano, 3,4mg de tirosina e 4,7mg de valina, por grama de proteína. Os aminoácidos de cadeia ramificada perfazem 21,2% e todos os aminoácidos essenciais constituem 42,7%. Esses valores estão acima da média, quando comparados àqueles de outras fontes proteicas, fornecendo às proteínas do soro importantes propriedades nutricionais. Em relação aos micronutrientes, possui, em média, 1,2mg de ferro, 170mg de sódio e 600mg de cálcio por 100g de concentrado proteico.

O soro de leite pode ser obtido em laboratório ou na indústria por três processos principais: a) pelo processo de coagulação enzimática (enzima quimosina), resultando no coágulo de caseínas, matéria-prima para a produção de queijos e no soro "doce"; b) precipitação ácida no pH isoeletrico (pI), resultando na caseína isoeletrica, que é transformada em caseinatos e no soro ácido; c) separação física das micelas de caseína por microfiltração, obtendo-se

um concentrado de micelas e as proteínas do soro, na forma de concentrado ou isolado proteico.

As proteínas do soro de leite são altamente digeríveis e rapidamente absorvidas pelo organismo, estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais a tal ponto que alguns pesquisadores classificaram essas proteínas como proteínas de metabolização rápida (*fast metabolizing proteins*), muito adequadas para situações de estresses metabólicos em que a reposição de proteínas no organismo se torna emergencial.

PROTEÍNAS VEGETAIS

As proteínas vegetais possuem pouco valor nutricional, resultante da deficiência de aminoácidos básicos na fração predominante, que é formada pelas prolaminas.

As prolaminas são proteínas encontradas somente em vegetais. São insolúveis em água e etanol absoluto, mas solúveis em etanol entre 50% e 80%. Entre os exemplos de prolaminas estão o trigo e o centeio (gliadina), o milho (seína) e a cevada (hordeína).

Outra proteína vegetal é a glutelina. Assim como as prolaminas, são proteínas encontradas somente em vegetais. São insolúveis em água e solventes neutros, mas solúveis em soluções diluídas de ácidos e bases. Exemplos de glutelinas incluem o trigo (glutenina) e o arroz.

Os legumes se caracterizam por seu elevado conteúdo proteico, de 17% a



25%, proporção semelhante a dos cereais e, inclusive, superior a de carnes e peixes, porém de menor valor biológico.

Seus aminoácidos essenciais são complementares ao dos cereais e, conseqüentemente, os alimentos que combinam legumes e cereais obtêm um bom equilíbrio nutricional, como acontece, por exemplo, na combinação de arroz com lentilhas.

Além disso, os legumes contêm minerais (cálcio, ferro e magnésio), vitaminas do complexo B e são ricos em carboidratos (aproximadamente 55%).

A soja é uma leguminosa particularmente nutritiva, já que contém uma elevada porcentagem de proteínas de alta qualidade, chegando a quase 37g de proteínas por cada 100g de soja, além de possuir a maioria dos aminoácidos essenciais, com exceção da metionina, a qual pode ser complementada combinando-a com outros alimentos, como os cereais.

Os frutos secos também são ricos em proteínas (10% a 30%) e por seu conteúdo de ácidos graxos, basicamente, poliinsaturados (30% a 60%). Apresentam, ainda, uma boa proporção de minerais de fácil absorção, como potássio, cálcio, fósforo, ferro e magnésio.

PROTEÍNA DA SOJA

A soja é um alimento calórico-proteico, por possuir em sua composição proteínas, lipídios (óleo), carboidratos (açúcares e fibras) e minerais.

Além de quantidade, a soja oferece qualidade. Suas proteínas satisfazem as necessidades de aminoácidos do organismo, tanto em adultos quanto em crianças.

Em geral, as proteínas de todas as leguminosas são deficientes no aminoácido essencial metionina. No entanto, a proteína de soja contém uma proporção suficiente deste importante aminoácido (exceto para crianças).

Sua qualidade biológica é comparável à da carne. As proteínas da soja são ideais para complementar a qualidade biológica de outras proteínas vegetais, como milho ou trigo. Quando a farinha destes cereais se mistura com a farinha de soja, obtém-se uma proteína completa, de alta qualidade. Portanto,



o farelo de soja é cada vez mais usado para enriquecer o valor nutricional de pães, produtos de panificação e massas. Pesquisas realizadas no Instituto Nacional de Pesquisa Agrônômica, na França, têm demonstrado que as proteínas de soja são digeridas e absorvidas tão facilmente como as proteínas do leite de vaca.

As proteínas da soja são ligeiramente acidificantes, embora menos do que a carne.

A soja é considerada por alguns nutricionistas como substituto da proteína animal. O leite de soja, por exemplo, pode ser usado da mesma forma que os outros leites. Os feijões e ervilhas cozinham mais rapidamente em leite de soja do que em água. Se acidificam e coalham como o leite de vaca, mas depois da acidificação, permitem a formação de soro de leite e de creme de leite.

O leite de soja é altamente alcalino (o oposto de ácido), e se encaixa perfeitamente no organismo humano de adultos e crianças.

O farelo de soja é especialmente rico em vitaminas e minerais, além de apresentar grande quantidade de cálcio.

A soja também contém 9,3% de fibra, na maior parte solúvel. Esta é uma quantidade bastante elevada, considerando-se que toda a farinha de trigo possui 12,2% de fibra e 42,8% de farelo. No entanto, os produtos derivados da soja contêm muito menos fibra (como o tofu, por exemplo, que apresenta 1,2% de fibras).

Ao contrário de outras leguminosas, a soja possui 19,9% de gordura, formada principalmente por ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico (55%) e oleico (21%); contém uma pequena proporção de ácido palmítico saturado (9%), esteárico (6%) e outros ácidos graxos, entre os quais o alfa-linolênico do tipo ômega 3.

O óleo de soja é rico em ácidos graxos poliinsaturados: linoléico (ômega 6) e linolênico (ômega 3), e em lecitina.

A soja não possui amido em sua composição e os principais açúcares encontrados em sua composição são frutose, glicose e sacarose, além de possuir um teor considerável de fibras solúveis, que auxiliam no controle do diabetes, principalmente do tipo II.

O teor de minerais na soja é de aproximadamente 5% a 6%, sendo, como outras leguminosas, fonte de ferro. Constitui-se em boa fonte de outros minerais, como cobre, fósforo, magnésio, potássio e zinco. É também uma fonte moderada de cálcio.

Enquanto verde, é boa fonte de riboflavina (vitamina B₂), niacina, ácido ascórbico (vitamina C) e pró-vitamina A. Quando madura, é ótima fonte das vitaminas E e K e boa fonte de tiamina (vitamina B₁), riboflavina (vitamina B₂) e ácido fólico.

A soja e seus derivados, como a farinha, a proteína texturizada ou “carne” de soja e o extrato ou “leite” de soja, quando utilizados em alimentos associados aos cereais, como trigo, milho e centeio, conferem aos mesmos



um bom balanço em termos de aminoácidos essenciais. Essa combinação permite que os cereais complementem os aminoácidos sulfurados limitantes na soja, enquanto que a soja complementa a limitação do aminoácido lisina nos cereais.

Devido às propriedades funcionais das suas proteínas, a soja e seus derivados podem ser utilizados no preparo de uma infinidade de alimentos, sem alterar suas características sensoriais e conferindo aos mesmos um alto valor nutricional, principalmente em relação ao enriquecimento proteico.

A adição de 20% de farinha de soja a pães, bolachas e massas alimentícias, como o macarrão, por exemplo, dobra o conteúdo proteico desses alimentos.

A soja possui em sua composição diversos compostos fitoquímicos, como isoflavonas, saponinas, compostos fenólicos, fitatos, inibidores de proteases, fitosteróis e, ainda, polipeptídeos de baixo peso molecular, fosfolipídios (lecitina, cefalina, fosfatidil inositol), oligossacarídeos (rafinose e estaquiose), ácidos graxos poliinsaturados e tocoferóis (vitamina E); esses compostos

atuam na redução dos riscos de diversas doenças crônicas e degenerativas.

As proteínas de soja são muito usadas na preparação de embutidos (salsichas, mortadelas, etc.); em almôndegas e hambúrgueres, aproveita-se suas importantes propriedades funcionais de reter líquidos e emulsionar. São consideradas como extensores, pois há grande diferença no custo em relação à carne. A proteína de soja texturizada apresenta 13% do custo da carne. Também é usada em molhos, massas, pães, etc.

PROTEÍNAS DO TRIGO

O trigo é uma gramínea do gênero *Triticum* e está entre as plantas mais cultivadas no mundo.

O teor de proteínas do grão de trigo é diretamente influenciado por fatores genéticos e pelas condições ambientais durante o seu desenvolvimento.

As proteínas do trigo são caracterizadas de acordo com sua solubilidade em quatro categorias: albuminas e globulinas, ambas solúveis em água e não formadoras de glúten, e as gluteninas e gliadinas, insolúveis em água e forma-

doras de glúten. Com isso, quando é realizada a lavagem do trigo para obtenção do glúten, as albuminas e globulinas são eliminadas juntamente com o amido presente na farinha, restando apenas as proteínas formadoras do glúten.

As gliadinas e gluteninas formam o glúten, principal responsável pela funcionalidade do trigo. Apesar de insolúveis, possuem alta capacidade de absorção de água, absorvendo aproximadamente duas vezes o seu peso seco.

É possível encontrar proteínas em todas as espécies de grãos, porém apenas a proteína do trigo possui a habilidade de formar o glúten.

As gliadinas são proteínas relativamente pequenas, com pesos moleculares de 30 mil a 100 mil Da, de cadeia simples, e suas soluções são extremamente viscosas. São responsáveis pela consistência e viscosidade da massa e apresentam pouca resistência à extensão.

As gluteninas são proteínas poliméricas, com cadeias ramificadas, com peso molecular de aproximadamente 3 x 106 Da. São as responsáveis pela extensibilidade, força e firmeza da massa.

PROTEÍNA ANIMAL Y VEGETAL - TIPOS Y FUNCIONES

Las proteínas son componentes esenciales de todas las células vivas y están relacionadas ha prácticamente todas las funciones fisiológicas. Son utilizados en la regeneración de tejidos; funcionan como catalizadores en las reacciones químicas que ocurren en los organismos vivos y que involucran enzimas u hormonas; son necesarios en reacciones inmunológicas y, junto con los ácidos nucleídos, son indispensables en los fenómenos de crecimiento y reproducción.

Químicamente, las proteínas son polímeros de alto peso molecular (más de 10.000), cuyas unidades básicas son los aminoácidos, interconectados mediante conexiones cadenas peptídicos. Las propiedades de una proteína está determinada por el número y especie de residuos de aminoácidos, así como la secuencia de estos compuestos en la molécula.

Todas las proteínas están formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre y son muy similares en cuanto a composición: 50% a 55% de carbono, 6% a 8% de hidrógeno, 20% a 24% de oxígeno, 15% a 18% de nitrógeno y de 0,2% a 0,3% de azufre. Existen proteínas en los que el contenido de azufre puede llegar al 5%. Muy rara vez las proteínas contienen fósforo.

Las proteínas se someten a cambios en sus estructuras muy fácilmente, lo que hace muy difícil el estudio de estos compuestos. Para la hidrólisis completa, las cadenas de péptidos dan lugar a aminoácidos libres.

Siendo macromoléculas de estructu-

ras extremadamente complejas, las proteínas son compuestos sin olor y sin sabor.

No podemos hablar de proteínas, sin mencionar los aminoácidos. Existen 20 aminoácidos y son ellos los que forman todas las proteínas. Ocho de estos aminoácidos son obtenidos a través de la dieta y son conocidos como aminoácidos esenciales; otros pueden ser producidos por el cuerpo, no siendo necesario para su ingestión.

El contenido de aminoácidos esenciales es uno de los medios por los cuales las proteínas se clasifican como completa o de alto valor biológico (si contiene los aminoácidos esenciales en cantidad y proporciones adecuadas) o incompletas o de bajo valor biológico (aquellos que carecen de alguno de los aminoácidos esenciales).

Como ya se ha mencionado, las proteínas se pueden encontrar tanto en los alimentos de origen animal como vegetal.



Las proteínas animales son más complejas con respecto a la contribución de los aminoácidos, ya que proporcionan casi todos los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita para un buen desarrollo y funcionamiento. Por lo tanto, en general, tienen composiciones más cerca al que se considera ideal. Ya la proteína vegetal no ofrece tantas cantidades de aminoácidos esenciales, pero presentan cantidades de aminoácidos no esenciales, aunque en menor cantidad que las proteínas de origen animal.

Prácticamente todos los alimentos contienen proteína, pero no en la misma concentración. La mezcla de alimentos vegetales y animales en cantidades adecuadas permite que algunos alimentos complementan otros. De esta forma, se obtiene una mezcla que contiene todos los aminoácidos esenciales.

Las proteínas de origen animal son elementos estructurales imprescindibles para todas las células. En la ausencia de carbohidratos y grasas, proteínas actúan como elementos energéticos, pero de bajo rendimiento. Entre todas las moléculas orgánicas, las proteínas están entre las más abundantes y la mayor importancia, dada la gran diversidad estructural y de sus diversas funciones biológicas.

Como se mencionó anteriormente, las proteínas están compuestas por 20 aminoácidos, ocho de los cuales no son sintetizadas por el organismo humano, llamado “esencial” (triptófano, lisina, metionina, valina, leucina, isoleucina, fenilalanina, treonina). Por esta razón, más aminoácidos esenciales de la proteína, la más “noble” será la comida. Los productos de origen animal son, en el sentido de que el más noble. Son fundamentales en la creación y construcción del ser humano. Ellos forman la estructura de todo el cuerpo (esqueleto, músculos, piel, etc.). Son constituyentes básicos de órganos (corazón, pulmones, riñones, intestino, etc.) y la sangre. Son esenciales para el crecimiento. Constituyen importantes componentes de la leche materna. Restablecer el desgaste natural de los tejidos (pérdida de proteína por día). Forma sustancias capaces de ayudar al cuerpo tanto en su funcionamiento como en su defensa contra enfermedades (enzimas y anticuerpos). Las principales fuentes de proteínas de

origen animal son la carne, el pescado, los huevos y la leche.

Las proteínas vegetales, tienen poco valor nutritivo, resultante de la discapacidad de aminoácidos básicos en la fracción predominante, la cual está formada por prolaminas.

Las prolaminas son proteínas que se encuentran sólo en las plantas. Son insolubles en agua y en etanol absoluto, pero soluble en etanol entre 50% y 80%. Entre los ejemplos de prolaminas son el trigo y el centeno (gliadina), maíz (seína) y la cebada (hordeína).

Otra proteína vegetal es el glutelina. Tan pronto como las prolaminas, son proteínas que se encuentran sólo en las plantas. Son diluidas de ácidos y bases. Ejemplos de glutelinas incluyen el trigo (glutenina) y arroz.

Las verduras se caracterizan por su alto contenido de proteína de 17% a 25%, una proporción similar a la de los cereales e incluso la superación de carnes y pescados, pero de menor valor biológico.

Sus aminoácidos esenciales son complementarios a los cereales y, por consiguiente, los alimentos que combinan verdurar y cereales obtiene un buen equilibrio nutricional, como ocurre, por ejemplo, en la combinación de arroz con lentejas.

Además, las verduras contiene minerales (calcio, magnesio y hierro), vitamina del complejo B y son ricos en carbohidratos (aproximadamente 55%).

La soja es una legumbre especialmente nutritiva, ya que contiene un alto porcentaje de proteínas de alta calidad llegando a casi 37g de proteína por cada 100g de soja, además de tener la mayoría de los aminoácidos esenciales, con excepción de la metionina, la cual puede complementarse mediante la combinación con otros alimentos, como los cereales.

Los frutos secos son también ricos en proteínas (10% a 30%) y por su contenido de ácidos grasos, básicamente, los poliinsaturados (30% a 60%).

También presentan una buena proporción de minerales fácilmente absorbibles como el potasio, el calcio, fósforo, hierro y magnesio.

Las principales fuentes de proteínas vegetales son la soja y el trigo.