

HNT0205 – PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS

APRENDIZADO BASEADO EM EQUIPES – TEXTO GUIA

PROTEÍNAS NOS ALIMENTOS

INTRODUÇÃO

As proteínas desempenham um papel fundamental na nutrição, fornecendo aminoácidos necessários para a reparação e crescimento dos tecidos no corpo humano. A digestibilidade das proteínas varia entre diferentes fontes alimentares. Geralmente, proteínas de origem animal, como carne, peixe e laticínios, são consideradas altamente digeríveis e de alto valor devido à sua composição de aminoácidos e estrutura molecular. No entanto, as proteínas de origem vegetal, presentes em legumes, grãos e nozes, também podem ser uma excelente fonte nutricional, embora algumas delas possam ser menos facilmente digeridas devido a fatores antinutricionais, como inibidores de protease e fibras.

A comparação entre proteínas de origem animal e vegetal muitas vezes gira em torno da composição de aminoácidos. As proteínas animais tendem a conter todos os aminoácidos essenciais em proporções adequadas, tornando-as fontes completas de proteína. Por outro lado, algumas proteínas vegetais podem ser deficientes em certos aminoácidos essenciais. No entanto, essa diferença pode ser superada através da combinação inteligente de alimentos. Leguminosas, como feijões e lentilhas, são ricas em alguns aminoácidos que são escassos em cereais. Ao combinar leguminosas com cereais, como arroz ou trigo, ocorre uma complementaridade de aminoácidos, resultando em uma refeição nutricionalmente equilibrada e completa em termos de perfil de aminoácidos.

As proteínas adotam uma vasta gama de estruturas tridimensionais que são essenciais para suas funções biológicas. A manutenção dessas estruturas é governada principalmente por forças intramoleculares, incluindo ligações covalentes e interações não covalentes. As ligações covalentes, como as pontes dissulfeto, formam-se entre resíduos de cisteína e fornecem estabilidade estrutural a determinadas regiões da proteína. Por outro lado, as interações não covalentes, como as ligações de hidrogênio, as interações eletrostáticas e as forças hidrofóbicas, desempenham um papel crucial na dobra (*fold*ing) e manutenção da conformação tridimensional da proteína. As ligações de hidrogênio, por exemplo, ocorrem entre

átomos de hidrogênio ligados a átomos de oxigênio, nitrogênio ou enxofre, e ajudam a estabilizar estruturas secundárias, como alfa hélices e folhas beta. Em conjunto, essas forças intramoleculares garantem a estabilidade e a funcionalidade das proteínas em seu ambiente biológico.

PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS

CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A capacidade de retenção de água das proteínas é uma propriedade fundamental que afeta a textura, a consistência e a qualidade de diversos alimentos. Essa propriedade está relacionada à capacidade das proteínas de interagirem com moléculas de água, formando um complexo gelatinoso ou retendo água em sua estrutura. Várias características influenciam essa capacidade, incluindo a estrutura primária, secundária e terciária da proteína, bem como a presença de grupos hidrofílicos e hidrofóbicos em sua composição.

A estrutura da proteína desempenha um papel significativo na capacidade de retenção de água. Proteínas com estruturas mais abertas e soltas, como as encontradas em ovos e peixes, tendem a reter mais água devido aos espaços disponíveis para as moléculas de água se alojarem. Além disso, a presença de grupos hidrofílicos promove a interação com as moléculas de água, aumentando a capacidade de retenção. Por outro lado, as regiões hidrofóbicas tendem a repelir a água, diminuindo a capacidade de retenção.

Exemplos de proteínas que exibem alta capacidade de retenção de água incluem a caseína do leite, que forma coágulos no processo de coagulação do queijo, e a mioglobina e a actina presentes em carnes, que contribuem para a suculência e a textura das carnes cozidas. Em produtos de panificação, a glutenina e a gliadina, proteínas do trigo, são responsáveis pela formação da rede de glúten que retém gás e dá volume aos pães.

O ponto isoelétrico (pI) de uma proteína é o pH no qual a carga líquida da molécula é neutra, ou seja, a proteína não possui cargas positivas nem negativas significativas. Próximo ao pI, as proteínas têm uma tendência a se agrupar e precipitar, devido à redução das forças de repulsão eletrostática entre as moléculas. Essa agregação influencia diretamente a capacidade de retenção de água das proteínas. A falta de repulsão eletrostática em pHs próximos ao pI permite que as proteínas se aproximem umas das outras, formando agregados insolúveis que aprisionam a água entre suas

moléculas. Isso resulta em uma diminuição na capacidade de retenção de água, pois a água não consegue interagir eficazmente com as proteínas agregadas. Esse fenômeno é observado em vários produtos alimentícios, onde as proteínas podem perder sua capacidade de dispersar a água devido à sua aglomeração próxima ao pI, afetando a textura e a qualidade desses alimentos.

CAPACIDADE DE FORMAÇÃO DE GÉIS

A capacidade das proteínas em formar géis é influenciada por uma interação complexa entre vários fatores, incluindo temperatura, esquema de aquecimento/resfriamento, pH e a presença de sais. A temperatura desempenha um papel crucial nesse processo. À medida que a temperatura aumenta, as proteínas ganham energia cinética, favorecendo a quebra das interações fracas que as mantêm solúveis. No entanto, quando o sistema é resfriado, a energia térmica diminui e as proteínas têm uma maior probabilidade de interagir e formar ligações intermoleculares, levando à formação de uma estrutura gelatinosa.

O esquema de aquecimento/resfriamento também é fundamental para a formação de géis proteicos. Muitas proteínas exigem um aquecimento inicial para desenvolver sua estrutura e permitir que as regiões hidrofóbicas fiquem expostas. Em seguida, o resfriamento rápido ou controlado permite que essas regiões hidrofóbicas interajam, levando à agregação e à formação do gel. O pH do ambiente também exerce influência, já que a carga das proteínas varia com o pH e afeta as interações eletrostáticas. Próximo ao ponto isoelétrico da proteína, onde a carga líquida é neutra, as forças de repulsão diminuem, favorecendo a agregação e a formação do gel.

Além disso, a presença de íons salinos pode afetar a formação de géis proteicos. Íons específicos podem alterar as cargas das proteínas e modificar as interações entre elas. Sais, como o cloreto de sódio, podem neutralizar cargas, reduzindo as forças de repulsão e permitindo que as proteínas se aproximem e formem um gel mais compacto. No entanto, a concentração e o tipo de sal também podem influenciar de forma complexa a capacidade de formação de gel, dependendo das interações eletrostáticas e da força iônica.

GÉIS REVERSÍVEIS:

Géis reversíveis são estruturas tridimensionais formadas por moléculas que podem intercalar entre os estados de gel e sol. Essa reversibilidade é possível devido às forças fracas de interação que mantêm o gel unido. Quando as condições ambientais são alteradas, como temperatura, pH ou concentração de solutos, os géis reversíveis

podem se transformar de um estado gelatinoso para um estado líquido (sol) e vice-versa. Um exemplo notável é a gelatina, formada principalmente pelo colágeno. Ao esfriar, a gelatina forma uma rede tridimensional que retém a água, criando uma textura de gel. No entanto, quando aquecida, a gelatina se dissolverá, retornando ao estado líquido.

GÉIS IRREVERSÍVEIS:

Géis irreversíveis, por outro lado, são estruturas que não podem ser facilmente desfeitas após sua formação. As interações que mantêm esses géis unidos são mais fortes e, portanto, não podem ser facilmente quebradas por alterações nas condições ambientais. Um exemplo é o clássico ovo cozido. Quando o ovo é submetido ao calor, as proteínas na clara e na gema se desenovelam e interagem entre si, formando um gel firme e coeso que não pode ser revertido ao estado original do ovo cru, mesmo que o gel seja posteriormente aquecido novamente.

INFLUÊNCIA DO PH

O pH desempenha um papel crucial na determinação do tipo de gel formado por proteínas. Em muitos casos, o pH afeta a carga líquida das proteínas, influenciando suas interações eletrostáticas e, conseqüentemente, a estrutura resultante do gel. Em pHs mais baixos ou mais elevados, as proteínas podem se encontrar em seu estado de carga máxima ou mínima, afetando as interações entre elas. Isso pode resultar na formação de dois tipos principais de géis: géis agregados e géis filamentosos.

Os géis agregados são formados quando as proteínas se agregam em estruturas tridimensionais densas e compactas. As interações predominantes nesse tipo de gel são as forças hidrofóbicas e as ligações cruzadas. Quando o pH se desvia do ponto isoelétrico da proteína, as interações eletrostáticas diminuem, permitindo que as regiões hidrofóbicas interajam, levando à agregação das proteínas e à formação de um gel mais compacto. Um exemplo é o gel formado a partir de proteínas do leite, como a caseína, que se agregam em uma rede densa quando ácido é adicionado.

Por outro lado, os géis filamentosos são caracterizados pela formação de estruturas fibrosas e alongadas. Esses géis resultam em interações eletrostáticas, como ligações de hidrogênio e forças eletrostáticas, que favorecem a formação de cadeias poliméricas interligadas. Um exemplo é a rede de glúten, presente em produtos de panificação. Quando a massa de farinha é misturada com água e amassada, a gliadina e a glutenina presentes no trigo formam uma rede elástica que confere a textura e a estrutura do pão. O pH pode influenciar a carga das proteínas e, conseqüentemente, as interações intermoleculares que contribuem para a formação desse tipo de gel filamentoso.

COAGULAÇÃO DE PROTEÍNAS

A coagulação do leite é um processo fundamental na produção de laticínios como queijo e iogurte. Esse fenômeno ocorre principalmente devido à ação das proteínas do leite, principalmente as caseínas. A coagulação do leite é frequentemente induzida pela adição de agentes coagulantes, como o coalho (enzimas) ou ácidos. Quando as proteínas do leite são submetidas a ação de proteases ou por ajuste de pH, elas se desenovelam e se agregam, formando uma estrutura tridimensional que aprisiona a gordura e a água. No caso do queijo, a coagulação é seguida pela drenagem do soro, resultando na formação da coalhada que, após o processo de maturação, leva à diversidade de queijos disponíveis.

Além do queijo, a coagulação de proteínas é um processo amplamente empregado na produção de muitos outros alimentos. Por exemplo, a coagulação é crucial na fabricação de tofu, onde proteínas da soja coagulam, resultando em blocos de tofu com diferentes texturas e consistências em um processo no qual é necessário a adição de cálcio. Também é usada na produção de embutidos, como salsichas e linguiças, onde a coagulação das proteínas ajuda a manter a estrutura dos produtos após o cozimento. O iogurte é outro exemplo, onde bactérias fermentativas agem nas proteínas do leite, coagulando-o e transformando-o em um produto cremoso.

GLÚTEN

O glúten é formado pela combinação de duas classes de proteínas: a gliadina e a glutenina. Quando a farinha de trigo é misturada com água e agitada, essas proteínas se combinam e formam uma rede tridimensional elástica. A formação do glúten é essencialmente um processo onde as proteínas se entrelaçam em estruturas fibrosas devido às ligações de hidrogênio, interações eletrostáticas e outras forças intermoleculares.

O glúten confere várias características cruciais à massa de produtos de panificação. Sua estrutura elástica permite que a massa retenha gás, como o dióxido de carbono liberado pelos fermentos utilizados no pão, resultando em uma massa que cresce e fica volumosa durante o processo de fermentação. Isso dá à massa sua textura macia e fofa. Além disso, o glúten ajuda a reter a umidade, melhorando a capacidade de retenção de água da massa e resultando em produtos finais mais úmidos e duráveis.

A força do glúten também é crucial na formação de estruturas como pães e massas, onde a rede de glúten confere suporte e evita que o produto final desmorone.

PROPRIEDADES EMULSIFICANTES DAS PROTEÍNAS

A propriedade emulsificante das proteínas refere-se à capacidade dessas moléculas de interagir com óleos e água, formando uma interface estável entre as duas fases imiscíveis. As proteínas possuem regiões hidrofílicas e hidrofóbicas em sua estrutura, o que lhes permite adsorver nas interfaces óleo-água e reduzir a tensão superficial entre as duas fases. Isso resulta na formação de pequenas gotículas de óleo dispersas na água ou vice-versa, criando uma emulsão estável. Para ser um bom agente emulsificante, uma proteína precisa ter certas características, como ter regiões hidrofóbicas que podem interagir com os óleos e regiões hidrofílicas que se associam com a água.

Alguns exemplos de proteínas que atuam como bons agentes emulsificantes incluem a caseína do leite e a ovoalbumina. A caseína é uma proteína presente no leite que forma uma camada protetora ao redor das gotículas de gordura, permitindo a formação de emulsões lácteas, como o leite e molhos à base de leite. A ovoalbumina, encontrada na clara de ovo, também é uma proteína emulsificante eficaz e é frequentemente usada na produção de maioneses e molhos emulsificados.

CAPACIDADE DE FORMAÇÃO DE ESPUMA

As proteínas têm a capacidade de formar e estabilizar espumas devido à sua habilidade de adsorver nas interfaces ar-água. Essa característica ocorre devido às regiões hidrofóbicas e hidrofílicas presentes nas moléculas de proteína. Quando a solução é agitada ou batida, as proteínas se acumulam na interface ar-água, formando uma camada protetora ao redor das bolhas de ar, evitando que elas coalesçam e reduzindo a tensão superficial. Isso resulta na formação de uma espuma estável.

A estabilidade da espuma é influenciada por vários fatores, como o tipo de proteína, a concentração, o pH e a presença de íons. Proteínas com maior teor de aminoácidos hidrofóbicos tendem a ser mais eficazes na formação de espumas. A concentração de proteína afeta a quantidade de proteína disponível para adsorção na interface. O pH também desempenha um papel crucial, uma vez que pode afetar a carga das proteínas e, conseqüentemente, suas interações com as bolhas de ar. Além disso, a

presença de íons pode influenciar a estabilidade da espuma, já que cargas opostas podem levar a repulsões eletrostáticas, ajudando a manter as bolhas separadas.

Exemplos de alimentos que envolvem a formação de espuma de proteína incluem claras em neve, onde as proteínas da clara de ovo são batidas para formar uma espuma estável que é incorporada em diversas preparações, como bolos e mousses. A cerveja é outro exemplo, onde proteínas do malte e do lúpulo podem contribuir para a formação e estabilidade da espuma na superfície da bebida. A habilidade das proteínas em formar e estabilizar espumas é uma característica valiosa na culinária e na indústria de alimentos, contribuindo para a textura e aparência de uma variedade de produtos.

A interação entre proteínas e lipídeos pode ter impactos tanto positivos quanto negativos na formação e na estabilidade da espuma. Por um lado, os lipídeos podem atuar como agentes coestabilizantes, auxiliando na formação de uma camada protetora ao redor das bolhas de ar junto com as proteínas. Isso ocorre porque as moléculas de lipídeos possuem partes hidrofóbicas e hidrofílicas (grupamento carboxílico nos ácidos graxos livres ou a porção hidrofílica dos fosfolípidos), o que lhes permite se alinhar na interface ar-água. Quando presentes em quantidades adequadas, os lipídeos podem ajudar a reforçar a estrutura da espuma, tornando-a mais resistente à coalescência e à quebra das bolhas.

Por outro lado, o excesso de lipídeos pode ter efeitos negativos na formação de espuma. Lipídeos em excesso podem acumular-se na interface ar-água e formar uma camada excessivamente espessa ou impedir a adsorção adequada das proteínas, prejudicando a capacidade das proteínas de estabilizar as bolhas de ar. Isso pode resultar em uma espuma instável e de baixa qualidade.

O equilíbrio entre a quantidade de proteínas e lipídeos, juntamente com as características específicas das moléculas envolvidas, é fundamental para a obtenção de uma espuma estável e de alta qualidade em preparações culinárias e produtos alimentícios.