



COLÁGENO

ENTENDA O QUE É

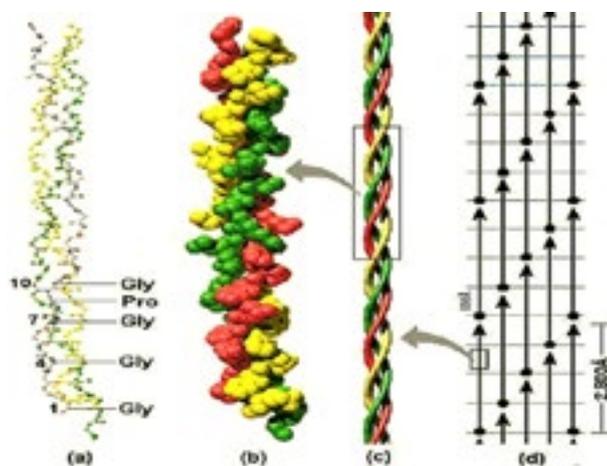
O colágeno é uma proteína importante e indispensável. Representa 25% de toda a proteína do corpo humano e tem a função estrutural de manter a sustentação das células. O uso do colágeno é muito popular na indústria farmacêutica, especialmente em produtos estéticos, mas sua ação pode ser muito mais abrangente.

DEFINIÇÃO E ESTRUTURA

O termo colágeno, derivado das palavras gregas *Kolla* (cola) e *Genno* (produção), é utilizado para denominar uma família de 27 proteínas isoformas encontradas nos tecidos conjuntivos do organismo. Em termos de quantidade, é o composto mais importante do tecido conjuntivo e é um elemento estrutural importante em organismos multicelulares.

O colágeno é uma proteína fibrosa encontrada em todo o reino animal. Contém cadeias peptídicas dos aminoácidos glicina, prolina, lisina, hidroxilisina, hidroxiprolina e alanina. Essas cadeias são organizadas de forma paralela a um eixo, formando as fibras de colágeno, que proporcionam resistência e elasticidade à estrutura presente. As proteínas colágenas formam agregados supramoleculares (fibrilas, filamentos ou redes), sozinhas ou em conjunto com outras matrizes extracelulares. Sua principal função é contribuir com a integridade estrutural da matriz extracelular ou ajudar a fixar células na matriz. O colágeno apresenta propriedades mecânicas singulares e é quimicamente inerte.

A molécula de colágeno possui 280 nm de comprimento, com massa molecular de 300.000 Da, estabilizada por pontes de hidrogênio e por ligações intermoleculares. A sequência de aminoácidos no colágeno é, em geral, uma unidade tripeptídica, glicina-X-prolina ou glicina-X-hidroxiprolina, onde o X



Estrutura do colágeno

pode ser qualquer um dos 20 aminoácidos-padrão. Cada molécula de colágeno pode ter até três cadeias diferentes, que se unem na formação do pro colágeno.

O colágeno apresenta estrutura molecular relativamente simples e é insolúvel em água, em virtude da grande concentração de aminoácidos hidrofóbicos, quer no interior da proteína, quer na superfície. Representa uma exceção à regra de que os grupos hidrofóbicos precisam estar escondidos no interior da molécula proteica. O núcleo hidrofóbico, portanto, contribui menos para a estabilidade estrutural da molécula, enquanto as ligações covalentes assumem um papel especialmente importante.

O colágeno pode ser obtido de diversas espécies animais (bovinos, suínos, peixes, etc.).

O colágeno nativo insolúvel é um

subproduto do couro de curtime obtido dos resíduos da derme e do tecido subcutâneo, devendo ser pré-tratado antes que possa ser convertido em uma forma adequada para a extração. Esses materiais são previamente submetidos a tratamento químico para a remoção de gordura e para a eliminação do cálcio. Em seguida, sofrem um aquecimento em água em temperaturas superiores a 45°C. O pré-tratamento químico hidrolisa as ligações não covalentes, de modo a desorganizar a estrutura da proteína, produzindo um adequado inchaço e solubilização do colágeno. O material resultante é submetido à secagem em estufa a uma temperatura amena e, posteriormente, moído. Durante a última etapa, duas frações são geradas de acordo com o tamanho da partícula: o mais fino é classificado como colágeno em pó,

enquanto o mais grosso corresponde às fibras de colágeno.

O colágeno em sua forma bruta, na forma de fibras ou pó, pode ser submetido à reação de hidrólise, que leva à produção da gelatina e do colágeno hidrolisado.

Comercialmente, o colágeno hidrolisado pode ser encontrado na forma líquida, em cápsula ou pó.

O colágeno em pó é o mais difundido entre as apresentações do produto, devido à baixa atividade de água (umidade normalmente próximo de 8%), o que garante uma estabilidade muito grande da proteína (chegando a cinco anos na embalagem original de fabricação).

As cápsulas de colágeno são o produto em pó inserido na cápsula, garantindo doses, normalmente miligramas do produto.

O colágeno líquido pode ser obtido através da exclusão da etapa de secagem do colágeno hidrolisado ou da diluição do colágeno em pó. Normalmente, essa apresentação requer a necessidade de conservantes e agentes de sabor.

OS DIFERENTES TIPOS

Os tipos de colágeno variam em diâmetro, composição de aminoácidos, comprimento, estrutura molecular, concentração e localização nos diversos tecidos.

Dentre os diversos tipos de colágeno já identificados, pode-se observar a presença dos tipos I, III, IV, V, VI, XII e XIV na musculatura esquelética dos animais, sendo que os tipos I e III se encontram em maiores proporções. Os tipos mais conhecidos são os numerados de I a IV, que diferem entre si pela fórmula química, pelo modo de associação entre suas moléculas e pelas funções que desempenham.

O colágeno I é o mais abundante e está presente na pele, nos ossos, nos dentes e nos tendões. Apresenta-se sob a forma de fibras grossas, sendo, por este motivo, o mais resistente a tensões.

O colágeno II é encontrado nas cartilagens e produzido pelas células cartilaginosas. Como não forma fibras,



só é visível com microscópio eletrônico. Associa-se a outras células da matriz extracelular, ligando-se fortemente à água. Funciona como uma esponja, cedendo água quando pressionado e voltando a forma primitiva quando a pressão cessa. Torna-se, assim, uma espécie de mola, que permite ao joelho, por exemplo, aguentar todo o peso do corpo. Nas pessoas obesas, frequentemente se desgasta, o que causa problemas de locomoção.

O colágeno III é constituído por fibras nas artérias, no músculo dos intestinos e do útero e em órgãos como o fígado, o baço e os rins. É produzido pelas células musculares e outros tipos de células. As fibras deste tipo de colágeno apresentam certa elasticidade e, por isso, são sempre encontradas em órgãos de forma variável, como intestino, útero e nas artérias.

O colágeno IV é formado por moléculas de colágeno que não se associam em fibrilas, mas prendem-se umas as outras pelas extremidades, formando uma rede semelhante a uma tela de arames. Se associa a várias moléculas não fibrosas da matriz extracelular e forma uma membrana contínua que separa certos tecidos. Em certas regiões desempenha o papel de filtro. Isto é bem evidente nos rins, onde filtra a urina a partir do sangue. É produzido pelas células epiteliais, musculares e pelas células dos capilares sanguíneos.

Os outros tipos incluem o colágeno V, que se associa ao colágeno I, presente nos locais de grande resistência às tensões, sendo encontrado nos ossos, sangue, placenta, tendões e na pele.

O colágeno VI está presente na maioria do tecido conjuntivo. É encontrado no sangue, na placenta, discos intervertebrais, na pele e também se associa ao colágeno I.

O colágeno VII está localizado na junção dermo epitelial e nas células corioamnióticas.

O colágeno VIII está presente em algumas células endoteliais, ou seja, este tipo de colágeno é endotélio.

O colágeno IX interage com o tipo II, sendo encontrado nas cartilagens, na retina e na córnea. Sua função é manter as células unidas, dando resistência à pressão.

O colágeno X é encontrado nas cartilagens hipertróficas em mineralização.

O colágeno XI interage com o tipo II. É encontrado nas cartilagens e nos discos intervertebrais.

O colágeno XII é encontrado em locais onde são submetidos a altas tensões, como nos tendões e nos ligamentos e interage com os tipos I e III.

O colágeno XIII também se associa aos tipos I e III e é encontrado abundantemente como proteína associada a membrana celular e nas células endoteliais.

O colágeno XIV é encontrado na pele e nos tendões.

O colágeno XV é encontrado nas células do músculo liso e nas células chamadas fibroblastos.

O colágeno XVI está presente nas



invaginações da derme para epiderme e nos fibroblastos.

O colágeno XVII é abundante na junção dermo epidermal.

O colágeno XVIII é encontrado facilmente em tecidos com alto índice de vascularização.

E, o colágeno XIX é encontrado apenas em células tumorais.

Portanto, observa-se que a família dos colágenos tem várias funções e que suas moléculas se dispõem de diferentes maneiras, de acordo com a função a ser desempenhada. Há fortes evidências de que estas moléculas foram modificadas durante a evolução dos seres multicelulares e se adaptaram gradualmente a várias funções que surgiram nesse processo.

O COLÁGENO E SEUS DERIVADOS

A partir do colágeno são comumente obtidos o colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina) e o colágeno hidrolisado.

Há um crescente interesse pelo processo de extração do colágeno e seus derivados devido a tendência de utilização desta proteína em substituição aos agentes sintéticos nos mais diversos processos industriais, o que permite uma maior valorização dos subprodutos e também contribui para uma produção mais limpa e sustentável.

A partir do colágeno tipo I são comumente obtidos o colágeno par-

cialmente hidrolisado (gelatina) e o colágeno hidrolisado. Para fins de produção industrial, a gelatina é obtida do colágeno através da hidrólise ácida ou alcalina. Na extração ácida, a gelatina obtida é classificada como tipo A, apresentando ponto isoelétrico entre 7 e 9. Nesse processo ocorre a reorganização física da estrutura e mínimas alterações hidrolíticas, resultando em uma ampla faixa de distribuição de massa molar. Na hidrólise alcalina, o produto é denominado gelatina tipo B, apresentando ponto isoelétrico entre 4,7 e 5,5. Este processo é mais drástico, hidrolisando, inclusive, aminoácidos, o que resulta em uma menor faixa de distribuição de massa molar.

A gelatina é amplamente utilizada na indústria de alimentos, cosméticos e fármacos, sendo produzida em grande escala e a preços relativamente baixos, justificando, assim, o grande interesse em seu uso devido às suas propriedades multifuncionais: habilidade de formar géis estáveis e reversíveis. O colágeno pode ser obtido a partir dos tecidos conjuntivos dos animais, cuja maior concentração está nas cartilagens e nos ligamentos das juntas ósseas.

Já o colágeno hidrolisado é obtido por hidrólise química e enzimática sob condições controladas. É extraído da pele ou de ossos de animais devidamente inspecionados, em água de 50°C a 60°C ou utilizando-se enzimas. Trata-se de uma proteína natural derivada do colágeno nativo.

A diferença em relação ao colágeno nativo é que estas proteínas são solúveis em água ou em salmoura e apresentam elevado conteúdo proteico (84% a 90%). Sua utilização deve-se a capacidade de retenção de água e alto teor proteico.

A diferença entre o colágeno hidrolisado e a gelatina é que o colágeno hidrolisado dissolve-se em água ou salmoura e a grande maioria não apresenta capacidade de geleificação.

Um novo ingrediente que está sendo estudado é a fibra de colágeno, obtida das camadas internas do couro bovino através de um processo menos drástico devido à utilização de temperaturas mais baixas. A fibra passa por processo químico (tratamento alcalino com hidróxido de cálcio), posterior desengorduramento e secagem a baixas temperaturas.

BENEFÍCIOS ALÉM DA ESTÉTICA

Nas últimas décadas, o colágeno ganhou espaço devido a suas inúmeras aplicações. A área em que mais se destaca é a estética e cosmética, devido às suas atividades reparadoras dos tecidos cutâneos. Contudo, novas evidências apontam que esta proteína pode ajudar na prevenção de doenças como artrose e osteoporose, graças à seu poder de regeneração de ligamentos e cartilagens.

Diversos estudos evidenciaram, também, os benefícios da ingestão de colágeno hidrolisado para o organismo: melhoria da firmeza da pele;





proteção dos danos das articulações; melhora no tratamento da osteoporose; prevenção do envelhecimento; anti-hipertensivo; e proteção contra úlcera gástrica.

Uma de suas mais conhecidas ações está relacionada ao envelhecimento. Produzido naturalmente pelo organismo através dos fibroblastos, o colágeno presente no organismo durante a juventude representa até 1/3 de toda a estrutura óssea, dérmica e muscular. A capacidade de produção dessa proteína se dá através da digestão, onde o organismo transforma o alimento fonte de colágeno em aminoácidos que serão absorvidos e distribuídos pelo organismo através da corrente sanguínea, conforme a necessidade.

Pesquisas sobre a relação entre o envelhecimento da pele e a produção de colágeno têm aumentado nos últimos anos. A principal característica do envelhecimento da pele é a fragmentação da matriz de colágeno na derme por ação de enzimas específicas, tal como a metaloproteinase da matriz. Essa fragmentação na estrutura da derme diminui a produção de mais colágeno. Os fibroblastos que produzem e organizam a matriz de colágeno não podem inserir o colágeno fragmentado. A perda da inserção de colágeno, ou seja, a menor produção de colágeno, impede que os fibroblastos recebam informações mecânicas, ocorrendo o desequilíbrio entre a produção de colágeno e a ação de enzimas que degradam o colágeno. Na pele envelhecida, há uma menor produção de colágeno pelos fibroblastos e uma maior ação das enzimas que o degradam, e este desequilíbrio avança o processo de envelhecimento. São comprovados clinicamente que os tratamentos an-

tienvelhecimento, com ácido retinóico, laser, CO₂ e injeção intradérmica de ácido hialurônico, estimulam a produção de novo colágeno não fragmentado. Esses tratamentos promovem o equilíbrio entre a produção de colágeno e a ação das enzimas que o degradam, retardando o processo de envelhecimento e, conseqüentemente, melhorando a aparência e a saúde da pele.

Em estudos sobre os efeitos da ingestão do colágeno hidrolisado nas propriedades da pele, foi levantada a hipótese de que a suplementação dietética com colágeno hidrolisado promove a síntese de colágeno na pele. Provavelmente, os peptídeos de colágeno aumentam a ação dos fibroblastos e a formação de fibrilas de colágeno de uma maneira específica. Os resultados das pesquisas indicaram que a ingestão de colágeno hidrolisado pode aumentar a produção de colágeno pelos fibroblastos e retardar o envelhecimento da pele, reduzindo as mudanças relacionadas à matriz extracelular durante o envelhecimento por estimular o processo anabólico na pele.

O colágeno também está relacionado com a regeneração e recuperação de lesões. A oferta adequada de colágeno pode, não somente prevenir, como regenerar tecidos e aumentar a densidade óssea, combatendo doenças como osteoporose, bursite, tendinite e distensão muscular. Além disso, estudos indicam que o uso do colágeno

hidrolisado no tratamento de lesões e fraturas pode melhorar a resposta imunológica do organismo, acelerando a regeneração e recuperando tecidos.

Um estudo realizado pelo Departamento de Saúde Pública, Epidemiológica e Econômica da Saúde da Faculdade Pública de Liège, na Bélgica, demonstrou uma redução significativa da dor em pacientes com problemas nas articulações em membros superiores, inferiores ou na lombar, que ingeriram colágeno hidrolisado durante o tratamento. Os 200 pacientes, de ambos os sexos, acima dos 50 anos e com dores crônicas nas juntas, foram submetidos à teste duplo cego com o uso de cápsulas de 1.200mg/dia de colágeno ou cápsulas de placebo. Ao final dos seis meses de estudo, os pesquisadores concluíram que a resposta clínica à dor do grupo que ingeriu a proteína melhorou significativamente (51%) em relação ao grupo que utilizou placebo.

Pesquisas mais recentes apontam a possibilidade do uso de colágeno no tratamento de fraturas. Um estudo da Isra University, na Jordânia, em Israel, avaliou a eficácia do colágeno no tratamento de fraturas na cauda de ratos e também demonstrou resultados promissores; 32 ratos foram divididos em quatro grupos, onde três deles recebiam 10, 20 e 30mg/dia de colágeno, respectivamente. Ao fim da pesquisa observou-se que os ratos submetidos à dose mais baixa de colágeno tiveram uma taxa de cura mais rápida, com o desaparecimento dos edemas e hema-



tomas, variando entre 2 e 4 semanas, enquanto parte das cobaias do grupo de controle (que não ingeriram colágeno) não chegaram a curar-se.

No geral, as evidências apontam que o uso do colágeno na recuperação e regeneração de lesões é promissor e, graças à sua baixa toxicidade, as doses toleráveis podem variar bastante. Mesmo assim, é possível observar que uma pequena suplementação é suficiente e, até mesmo, mais eficaz, para combater os males do desgaste ósseo. De qualquer forma, os estudos na área continuam, até mesmo porque não existe um consenso médico sobre a superdose e seus efeitos no organismo.

O colágeno também é fonte de fibras e proteína animal. O predomínio de aminoácidos como glicina, prolina, lisina, hidroxiprolina, hidroxilisina e alanina e a ausência da maioria dos aminoácidos essenciais, como o triptofano, faz com que o colágeno seja considerado uma fonte proteica pobre para a dieta humana. Por outro lado, o colágeno é um exemplo claro do relacionamento da estrutura proteica e a função biológica, pois fornece resistência e elasticidade nas estruturas anatômicas na qual está presente. Assim, a falta de aminoácidos essenciais do colágeno não o torna inutilizável, pois suas frações apresentam um importante papel na dieta humana por serem consideradas fontes de fibras nutritivas e por constituírem uma fonte de proteína animal.

Um avanço na medicina nutricional é a prevenção e o tratamento das disfunções gastrointestinais pelo consumo de fibras dietéticas, uma vez que esses compostos mantêm o funcionamento normal do trato gastrointestinal, aumentando o volume do conteúdo intestinal e das fezes, o que reduz o tempo de transição intestinal e ajuda a prevenir a constipação. Sua presença nos alimentos induz à saciedade no momento das refeições. Há alguns anos, considerava-se que os vegetais e as frutas eram as maiores fontes de fibras em alimentos. Entretanto, em uma série de casos, o colágeno e, particularmente, suas frações obtidas por uma variedade de técnicas, provou ser mais eficiente do que as fibras de

origem vegetal, como por exemplo, na absorção de água e gelificação. Além disso, o colágeno é apropriado como um substituto parcial de carne.

O colágeno também apresenta efeito anti-hipertensivo. Um estudo *in vivo* do potencial anti-hipertensivo do colágeno hidrolisado de origem bovina e suína foi realizado em ratos naturalmente hipertensos e obteve resultados satisfatórios. O colágeno hidrolisado aumentou significativamente a inibição da atividade da enzima conversora de angiotensina (ECA) e aumentou a atividade hipotensiva. A ECA promove a conversão da forma inativa do decapeptídeo angiotensina I em octopeptídeo angiotensina II, um potente vasoconstritor, e desativa a bradicinina, que é um vasodilatador poderoso e permeabilizador da parede dos vasos. Assim, o colágeno hidrolisado de origem bovina e suína apresenta um potencial de aplicação em tratamentos ou prevenção de hipertensão.

A administração de isolado proteico de soro e de colágeno hidrolisado de origem bovina e suína para reduzir os efeitos da úlcera gástrica foi observada em ratos submetidos à gavação. Esse tratamento reduziu de 40% a 77% o índice de lesão ulcerativa (ILU), dependendo da dosagem. Por exemplo, isolado proteico de soro/colágeno de origem bovina (na proporção de 375:375mg/kg peso corporal) reduziu em 64% a ILU. O mecanismo para a proteção da mucosa envolveu uma redução da concentração plasmática de gastrina (aproximadamente 40%), um aumento significativo (50-267%) na produção de muco e uma redução no ILU, quando as administrações foram intragástricas. A gastrina, substância sulfidrila, a formação de muco, o fluxo de sangue mucosal, a renovação celular e a produção de bicarbonato estão envolvidos na proteção contra a úlcera gástrica. Assim, o colágeno hidrolisado, tanto de origem bovina quanto o de origem suína, apresentou maior efeito na produção de muco. Por outro lado, o efeito do isolado proteico de soro também foi dependente de compostos sulfidrílicos, resultando em um efeito protetor quando as duas proteínas foram administradas em conjunto.

INGREDIENTE FUNCIONAL EM ALIMENTOS

Diversos estudos foram realizados para avaliar a aplicação do colágeno como ingrediente funcional em alimentos. O interesse da indústria de alimentos pelo colágeno se deve às suas propriedades emulsificantes e como agente espumante, estabilizante coloidal, formador de películas biodegradáveis, agente microencapsulante, com a tendência de substituir o material sintético pelo natural. Além de explorar diversos tipos de bioativos, agentes antimicrobianos, antioxidantes e anti-hipertensivos, os estudos também se concentraram no efeito da ingestão oral em animais e humanos. Esse interesse levou ao aumento das pesquisas sobre a hidrólise enzimática do colágeno e da gelatina para a produção de peptídeos bioativos.

Os estudos avaliaram sensorialmente uma sobremesa contendo colágeno hidrolisado e soja, para ser usada como alimento funcional. O colágeno hidrolisado não apresenta poder de gelatinização, sendo de fácil manuseio, além de poder ser usado no preparo de diversos alimentos em conjunto com a gelatina. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, tanto para os atributos sensoriais analisados como para a aceitação global dos produtos. Os atributos cor, odor, sensação na boca e textura receberam notas elevadas, assim como a aceitação global dos produtos, uma vez que os provadores não perceberam a adição de gelatina e de colágeno hidrolisado na sobremesa. O estudo mostrou a viabilidade da produção de sobremesas como fonte de colágeno hidrolisado. O consumo de 3g de gelatina e 7g de colágeno hidrolisado, totalizando 10g por dia, é benéfico contra doenças como a osteoartrite e a osteoporose.

A suplementação de colágeno hidrolisado em leite fermentado ou em água foi testada para prevenção de doenças reumáticas, como a osteoartrite. A melhor absorção dos aminoácidos do colágeno hidrolisado ocorreu no suplemento com leite fermentado. Porém, o valor funcional desse produto pode não estar somente relacionado aos

aminoácidos do colágeno hidrolisado, mas combinado com outras proteínas ou peptídeos, como as proteínas do leite e peptídeos bioativos do leite fermentado.

Pesquisadores efetuaram a caracterização químico-nutricional de um isolado proteico de soro de leite, um hidrolisado de colágeno bovino e misturas dos dois produtos. O hidrolisado de colágeno bovino mostrou-se deficiente em todos os aminoácidos essenciais, no entanto, pesquisas têm mostrado a importância do colágeno e seus derivados na manutenção e reconstrução da pele, dos ossos, dos tecidos cartiláginos e da matriz extracelular. A mistura de 60% de isolado de soro e 40% de hidrolisado de colágeno bovino apresentou elevado valor nutritivo e alto índice de solubilidade em água, mostrando-se promissora como ingrediente para a formulação de alimentos dietéticos para idosos.

O aumento do interesse pelas fibras de colágeno e colágeno em pó em alimentos ocorreu devido às suas propriedades mecânicas, a capacidade de absorção de água, ao potencial gelificante, estabilizante e como biomaterial. Esse interesse está relacionado ao seu teor proteico, às maiores concentrações de proteínas e às frações de proteínas solúveis e insolúveis. Assim, a fim de desenvolver produtos com propriedade de textura desejada, tais como dureza e suculência, é necessário equilibrar fatores como a relação proteína solúvel/insolúvel, o tamanho da partícula do colágeno e otimizar as variáveis de processo como o pH, temperatura e adição de sal.

A fibra de colágeno apresenta potencial como emulsificante em produtos alimentícios em pH ácido, devido ao seu alto valor de pH (6,5 a 8,5), quando comparado com outros emulsificantes proteicos (soja, caseína e proteína do soro).

O uso de goma acácia ou colágeno hidrolisado em barras de cereais *diet* foram avaliados sensorialmente. Tanto a adição de colágeno hidrolisado como de goma acácia tiveram boa aceitação. Quanto à intenção de compra, 78,4% dos provadores se manifestaram propensos a comprar a barra contendo

colágeno, enquanto que, para a barra contendo goma acácia, esse valor foi de 53,3%, evidenciando a influência favorável do uso de colágeno hidrolisado em barras de cereais *diet*. A formulação contendo colágeno foi superior à formulação contendo goma acácia, demonstrando seu potencial de aplicação.

Outro estudo avaliou a adição de 0,5% e 1,0% de colágeno hidrolisado em queijo prato, como substituto de gordura. Durante o processo de maturação, foram realizadas análises físico-químicas para a caracterização dos produtos, avaliação da proteólise, do derretimento e da textura. A adição dos substitutos promoveu aumento do teor de umidade e, conseqüentemente, do rendimento dos queijos. O comportamento da glicólise e da proteólise durante a maturação do queijo prato *light* modificado foi próximo ao observado para o queijo prato integral. Entretanto, não houve uma relação entre a adição dos substitutos de gordura e aumento da capacidade de derretimento e melhoria da textura do queijo prato com baixo teor de gordura. Os pesquisadores recomendam que outros estudos sejam realizados para compreender melhor o efeito do concentrado proteico de soro e do colágeno hidrolisado na qualidade dos produtos, a fim de avaliar seu potencial para a produção do queijo prato com reduzido teor de gordura com características semelhantes aos queijos integrais.

Hoje, o colágeno é utilizado na indústria alimentícia em formulações para bolos em programas de enriquecimento proteico, mas sua maior importância está na utilização como tripa reconstituída para embutidos e como agente estabilizador em emulsões cárneas (por possuir uma porção hidrofílica e outra hidrofóbica). Quando da ocorrência do tratamento térmico, este sofre gelatinização, tornando-se parcialmente solúvel na porção gordurosa da emulsão, daí seu papel importante na estabilização de uma emulsão cárnea.

Tecnologicamente, o colágeno é aproveitado na indústria alimentícia por apresentar propriedades funcionais

como componente extensor, potencializador de textura, umidificante, emulsionante e ligante, sendo a textura uma propriedade marcante desta proteína para a tecnologia de alimentos. Assim, novas formas de aplicação foram desenvolvidas baseadas na fibra de colágeno e nos peptídeos de colágeno.

Obtida a partir do colágeno em sua forma bruta, a fibra de colágeno estabilizada termicamente pode ser uma alternativa natural para os emulsificantes sintéticos, sendo usada em formulações de alimentos e bebidas, tais como produtos de confeitaria e refrigerantes.

Da mesma forma, os peptídeos de colágeno são ingredientes funcionais de fácil aplicação na indústria alimentícia. Estes compostos polímeros, que apresentam de oito a nove aminoácidos essenciais, são de grande importância para a engenharia de alimento, pois além de oferecem amplos benefícios à saúde, são versáteis para inclusão em produtos alimentícios.

Devido a sua alta digestibilidade, rápida dispersão e solubilidade instantânea, o colágeno pode ser incorporado a uma multiplicidade de alimentos, como barras de cereais, molhos, lácteos, sopas, cafés e outros tipos de bebidas.

Pensando nos benefícios que o colágeno pode oferecer, de uma forma geral, o mercado de alimentos e bebidas vem investindo no desenvolvimento de produtos que contenham colágeno em suas composições.

Atualmente, no mercado nacional, o colágeno está presente em diversas aplicações, como barras de cereais para a redução do teor de açúcar, nos iogurtes para a redução do teor de gordura, sorvetes para conferir uma maior cremosidade, reduzindo a formação de cristais de gelo, nos shakes para o enriquecimento proteico, nos chocolates para a redução de gordura e em bebidas para a clarificação e também enriquecimento proteico das mesmas. O colágeno também pode ser encontrado em bebidas funcionais, complexos vitamínicos, cápsulas, shots e gomas. Há, ainda, a sua versão em pó, que pode ser misturada em sucos e shakes, entre muitas outras aplicações.

COLÁGENO

ENTENDER QUÉ ES



El término colágeno derivado de las palabras griegas *Kolla* (cola) y *Genno* (producción), se utiliza para referirse a una familia de 27 proteínas isoformas encontradas en los tejidos conectivos del cuerpo. En términos de cantidad, es el compuesto más importante del tejido conectivo y es un elemento estructural importante en los organismos multicelulares.

El colágeno es una proteína fibrosa encontrada en todo el reino animal. Contiene cadenas peptídicas de aminoácidos glicina, prolina, lisina, hidroxilisina, hidroxiprolina y alanina. Estas cadenas están dispuestas en paralelo con un eje, formando las fibras de colágeno, que proporcionan resistencia y elasticidad a esta estructura. Las proteínas colágenas forman agregados supramoleculares (fibrilas, filamentos o redes), solos o en combinación con otras matrices extracelulares. Su principal función es contribuir a la integridad estructural de la matriz extracelular o ayudar a fijar las células de la matriz. El colágeno presenta propiedades mecánicas únicas y es químicamente inerte.

La molécula de colágeno tiene 280 nm de longitud, con una masa molecular de 300.000 Da, estabilizada por puentes de hidrógeno y enlaces intermoleculares. La secuencia de aminoácidos de colágeno es, en general, una unidad tripeptídica, glicina-X-prolina o glicina-X-hidroxiprolina, onde X puede ser cualquiera de los 20 aminoácidos estándar.

Cada molécula de colágeno puede tener hasta tres cadenas diferentes que se unen en la formación del pro colágeno. El colágeno tiene la estructura molecular relativamente

simple y es insoluble en agua debido a la alta concentración de aminoácidos hidrofóbicos, tanto dentro de la proteína, ya sea en la superficie. Representa una excepción a la regla de que los grupos hidrofóbicos deben estar ocultos en el interior de la molécula de proteína. El núcleo hidrofóbico, por tanto, contribuye menos para la estabilidad estructural de la molécula, mientras que los enlaces covalentes desempeñan un papel especialmente importante.

El colágeno puede obtenerse en las diferentes especies animales (bovinos, cerdos, peces, etc.).

Comercialmente, el colágeno hidrolizado puede encontrarse en forma líquida, en cápsulas o en polvo.

Los tipos de colágeno varían en diámetro, composición de aminoácidos, la longitud, la estructura molecular, la concentración y la ubicación en diversos tejidos.

Entre los varios tipos de colágeno ya identificados, podemos observar la presencia de los tipos I, III, IV, V, XII Y XIV en los músculos esqueléticos de animales, siendo que los tipos I y III están en proporciones mayores. Los tipos más conocidos son los que llevan los números I a IV, que se diferencian por la fórmula química, forma de asociación entre sus moléculas y las funciones que éstos desempeñan.

Desde el colágeno se obtienen comúnmente el colágeno parcialmente hidrolizado (gelatina) y colágeno hidrolizado.

La diferencia entre el hidrolizado de colágeno y la gelatina es que el colágeno hidrolizado se disuelve en agua o en salmuera y la gran mayoría no presenta capacidad de gelificación.

Un nuevo ingrediente que está siendo estudiada es la fibra de colágeno, obtenida de las capas internas de cuero



bovino mediante un proceso menos drástica debido al uso de temperaturas más bajas. La fibra se somete a proceso químico (tratamiento alcalino con hidróxido de calcio), posterior desengrase y secado a bajas temperaturas.

En los últimos decênios el colágeno ganó el espacio debido a sus numerosas aplicaciones. La área en la que más destaca es la estética y cosmética, debido a sus actividades reparadoras de tejidos cutáneos. Sin embargo, la nueva evidencia indica que esta proteína puede ayudar en la prevención de enfermedades tales como la artrosis y la osteoporosis, gracias a su poder de regeneración de ligamentos y cartílagos. Varios estudios han evidenciado, también, los beneficios de la ingestión de colágeno, hidrolizado, para el cuerpo: mejora de piel firme; la protección del daño de las articulaciones; mejora en el tratamiento de la osteoporosis; prevención del envejecimiento; tratamientos antihipertensivos; y protección contra la úlcera gástrica.

Se realizaron varios estudios para evaluar la aplicación del colágeno como ingrediente funcional en los alimentos. El interés de la industria alimentaria por el colágeno se debe a sus propiedades emulsionantes y como agente espumante, estabilizador coloidal, formador de películas biodegradables, agente microencapsulante, con la tendencia a sustituir el material sintético por natural.

Hoy, el colágeno es utilizado en la industria alimentaria en formulaciones para pasteles en programas de enriquecimiento proteico, pero su importancia está en uso como envoltura para embutidos reconstituido y como un agente estabilizante en emulsiones carneas (por poseer una porción hidrofílica y otra hidrofóbica).

Tecnológicamente, se aprovecha en la industria alimentaria por presentar propiedades funcionales como componente extensor, potencian los efectos de textura, umidificante, emulgente y ligando, siendo la textura de una impresionante propiedad de esta proteína para la tecnología de los alimentos. Por lo tanto, nuevas formas de aplicación fueron elaborados sobre la base de fibra

de colágeno y péptidos de colágeno.

Obtenida a partir del colágeno en su forma bruta, fibra de colágeno estabilizado térmicamente puede ser una alternativa para los emulgentes sintéticos, siendo utilizado en formulaciones de alimentos y bebidas, tales como productos de confitería y refrescos.

De la misma manera, los péptidos de colágeno son ingredientes funcionales de fácil aplicación en la industria alimentaria. Estos compuestos de polímeros, los cuales presentan ocho a nueve aminoácidos esenciales, son de gran importancia para la ingeniería de alimentos, porque además de ofrecer amplios beneficios a la salud, son versátiles para su inclusión en los productos alimenticios.

Debido a su alta digestibilidad, la rápida dispersión y solubilidad instantánea, el colágeno puede ser incorporado en una multitud de alimentos, tales como barras de cereales, productos lácteos, salsas, sopas, cafés y otros tipos de bebidas.

Pensando en los beneficios que el colágeno puede ofrecer, en forma general, el mercado de alimentos y bebidas que ha estado invirtiendo en el desarrollo de productos que contengan colágeno en sus composiciones.

En la actualidad, en el mercado nacional, el colágeno está presente en diversas aplicaciones, tales como barras de cereales para la reducción del contenido de azúcar, en el yogur a la reducción de grasa, helados para conferir mayor cremosidad, reduciendo la formación de cristales de hielo, en batidos para el enriquecimiento de proteína, en chocolates a la reducción de grasa y bebidas para la clarificación y también enriquecimiento proteico de ellos. El colágeno también se puede encontrar en bebidas funcionales, complejos vitamínicos, cápsulas, shots y gomas. Hay también su versión en polvo, que puede mezclarse en zumos y batidos, entre otras muchas aplicaciones.