

Funções dos polissacarídeos estruturais em animais¹

Introdução

Os carboidratos (também chamados sacarídeos, glicídeos, hidratos de carbono ou açúcares), são definidos, quimicamente, como poli-hidroxicetonas (cetoses) ou poli-hidroxialdeídos (aldoses), ou seja, compostos orgânicos com, pelo menos três carbonos onde todos os carbonos possuem uma hidroxila, com exceção de um, que possui a carbonila primária (grupo aldeídico) ou a carbonila secundária (grupo cetônico), conforme a Figura 1 (VIEIRA, 2003).

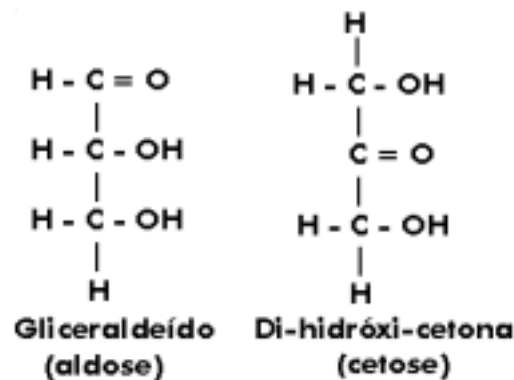


Figura 1. Os monossacarídeos que possuem o grupamento funcional aldeído são denominados aldoses e os que contêm o grupamento cetona são as cetoses

São as biomoléculas mais abundantes na natureza. Para muitos carboidratos, a fórmula geral é: $[C(H_2O)]_n$, daí o nome “carboidrato”, ou “hidratos de carbono”. Alguns carboidratos, porém, possuem em sua estrutura nitrogênio, fósforo ou enxofre não se adequando, portanto, à fórmula geral (VIEIRA, 2003).

São moléculas que desempenham uma ampla variedade de funções, entre elas (LIMA, 2003):

- Fonte de energia
- Reserva de energia

¹ Aristimunha, P. C. Funções dos polissacarídeos estruturais em animais. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 9 p.

- Estrutural
- Matéria prima para a biossíntese de outras biomoléculas

Os polissacarídeos, uma das classes de carboidratos, atuam como elementos estruturais e de sustentação nas paredes celulares de plantas e bactérias e, também, no tecido conjuntivo e no revestimento celular dos animais. Outros lubrificam as juntas esqueléticas, provêm adesão entre as células e conferem especificidade à superfície das células animais (NELSON e COX, 2002).

O tecido conjuntivo dos animais possui vários glicosaminoglicanos (um tipo de heteropolissacarídeo estrutural) ácidos (p.ex.: o ácido hialurônico), formados por unidades de açúcar alternadas, uma das quais contém o grupamento ácido. A carapaça dos insetos contém quitina, um polímero de N-acetilglicosamina, que dá resistência extrema ao exoesqueleto. É grande a semelhança entre a estrutura molecular da quitina e da celulose, o que as coloca como os polissacarídeos mais resistentes da Terra e, sem dúvida, os mais abundantes, haja vista o grande número de insetos e vegetais (VIEIRA, 2003).

Em virtude de que, na área zootécnica, o maior enfoque é para os polissacarídeos estruturais vegetais, importantes na nutrição de animal, o presente trabalho procurará explanar mais sobre as funções dos polissacarídeos estruturais presentes na composição corporal dos animais.

Os polissacarídeos estruturais em animais

De acordo com o número de unidades de açúcares, os carboidratos são classificados em:

Monossacarídeos: Também conhecidos como açúcares simples, possuem uma única unidade de poli-hidroxi-aldeído ou cetona. Na natureza o mais abundante é a D-glicose.

Oligossacarídeos: Pequenas cadeias de unidades monossacarídicas, unidas entre si por ligações covalentes. Os mais abundantes são os dissacarídeos (duas unidades de monossacarídeos, como a sacarose).

Polissacarídeos: São longas cadeias com centenas ou milhares de unidades de monossacarídeos. Alguns como a celulose possuem cadeias lineares enquanto outros, como o glicogênio, têm cadeias ramificadas. Os mais abundantes são o amido e a celulose.

Os polissacarídeos ou glicanas são polímeros de monossacarídeos (hexoses) unidos por ligação glicosídica na forma α ou β . Alguns funcionam como reserva de carboidratos, outros atuam na morfologia celular (VIEIRA, 2003).

São utilizados por muitos organismos como componentes estruturais, como por exemplo nas bactérias, que contém mureína em sua parede celular como um componente estabilizante; outro exemplo seria a celulose, componente estrutural das plantas (KOOLMAN e ROEHM, 2005).

Classificação dos polissacarídeos

Classificação por função

De acordo com a função que exercem nos organismos, os polissacarídeos são classificados em:

- Polissacarídeos de reserva (energéticos): servem como reserva de carboidratos que liberam monossacarídeos, conforme necessário. Devido à sua natureza polimérica são osmoticamente menos ativo, e que podem, portanto, podem ser armazenados em grandes quantidades no interior da célula. Exemplos são o amido (plantas) e o glicogênio (animais);
- Polissacarídeos estruturais: participam na formação de estruturas orgânicas dando estabilidade mecânica para as células, órgãos e organismos, sendo alguns fortemente hidratados, evitando que as células e tecidos percam líquido.
 - Plantas: celulose
 - Animais: quitina, glicosaminoglicanos

Classificação por estrutura

- Homopolissacarídeos (homoglicanos): contêm apenas um único tipo de monossacarídeo, por exemplo: amido, glicogênio e celulose.
- Heteropolissacarídeos (heteroglicanos): contêm dois ou mais tipos diferentes de monossacarídeos, por exemplo, ácido hialurônico, heparina entre outros.

Ambas as formas podem existir como cadeias lineares ou ramificadas (KOOLMAN e ROEHM, 2005).

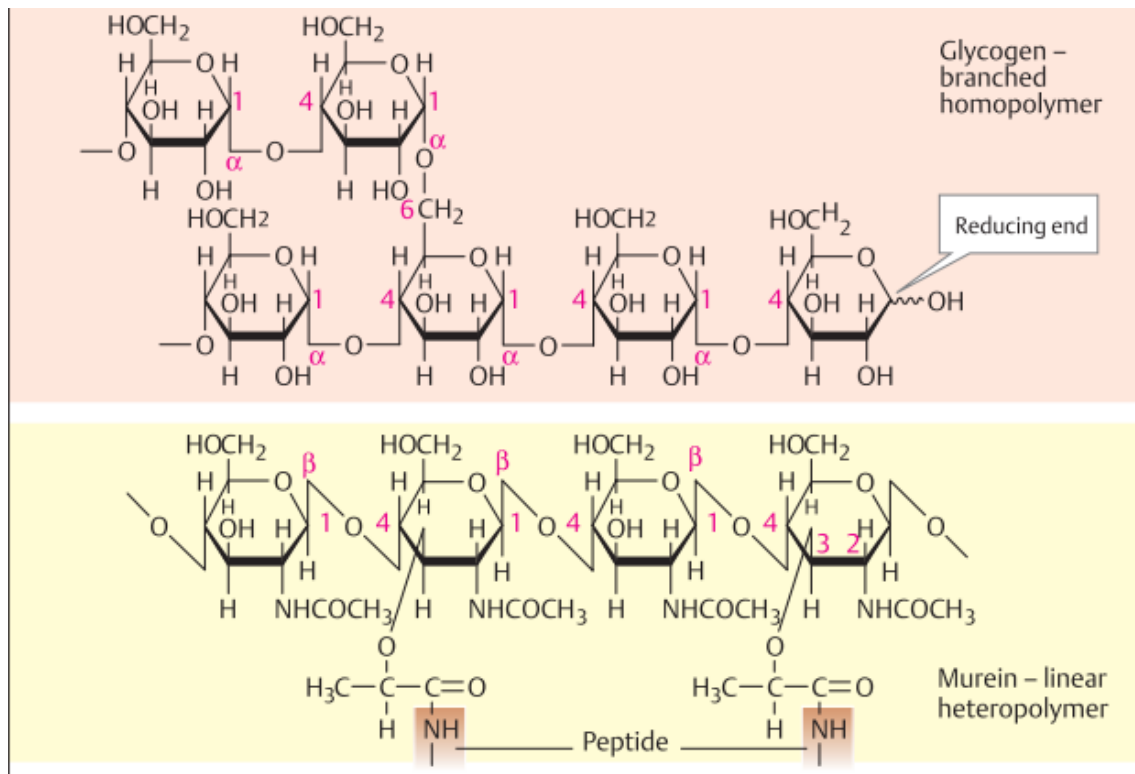


Figura 2. Cadeia ramificada de homopolissacarídeo (glicogênio) e cadeia linear de heteropolissacarídeo (mureína) (Koolman e Roehm, 2005).

Homopolissacarídeos estruturais em animais

Quitina

É o segundo mais abundante polissacarídeo depois da celulose. A quitina é constituída de resíduos de N-acetilglicosamina em ligações β (1-4) e forma longas cadeias retas que exerce papel estrutural. Se diferencia quimicamente da celulose quanto ao substituinte em C2, que é um grupamento amina acetilado em lugar de uma hidroxila (MAYES E BENDER, 2003).

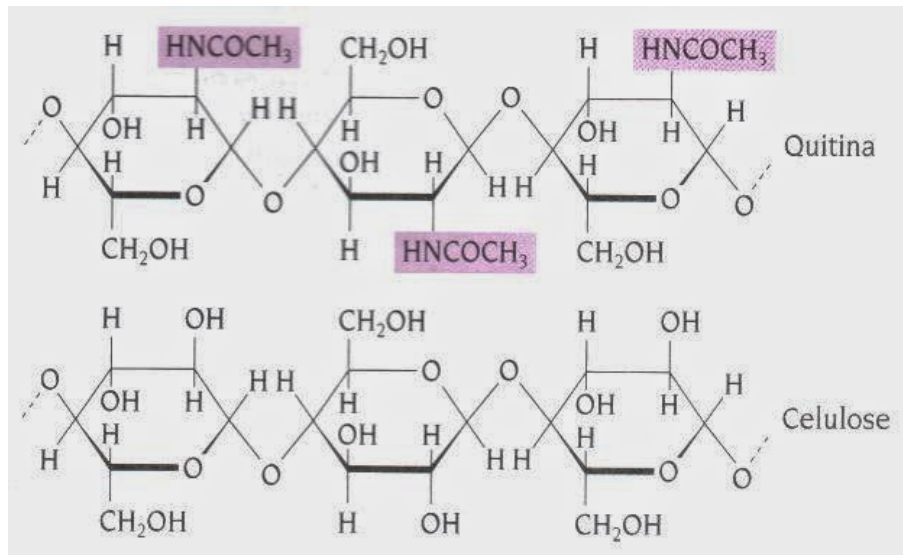


Figura 3. Semelhanças de estrutura entre quitina e celulose

É encontrada na parede celular de fungos e na carapaça dos artrópodes e é o principal componente dos exoesqueletos dos insetos, escamas de peixes, cogumelos, etc. A quitina é responsável pelo crescimento descontínuo dos artrópodes, com paradas, para a ocorrência de ecdises ou mudas, trocas de exoesqueletos enrijecidos que impedem o aumento volumétrico desses animais.

A quitina possui diferentes características estruturais, sendo que As polimorfos de quitina correspondem aos seus diferentes arranjos no estado sólido:

- α - quitina (disposição antiparalela das cadeias poliméricas): estruturas rígidas e resistentes (cutícula de artrópodes)
- β -quitina (disposição paralela das cadeias poliméricas): estruturas resistentes mas flexíveis (plumas)
- γ -quitina (antiparalela e paralela): também em estruturas flexíveis (revestimento do estômago)

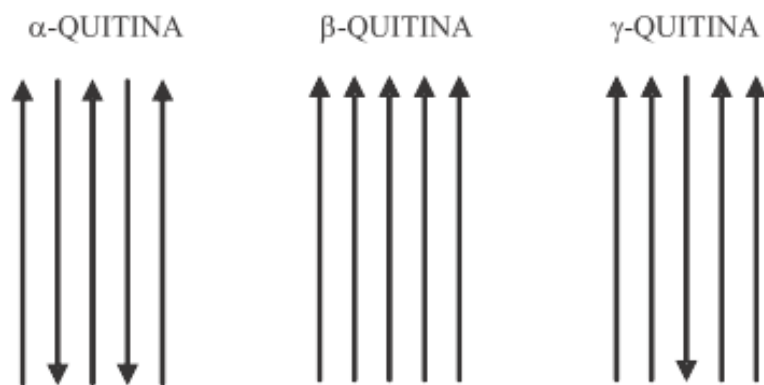


Figura 4. Representação das estruturas polimórficas de quitina (Campana F° et al., 2007).

Heteropolissacarídeos estruturais em animais

Glicosaminoglicanos

Os glicosaminoglicanos (GAGs) são macromoléculas que constituem a matriz extracelular e secreções mucosas (originalmente chamados mucopolissacarídeos). São constituídos por cadeias heteropolissacarídicas não ramificadas de unidades dissacarídicas repetidas. Eles são chamados glicosaminoglicano porque um dos dois açúcares no dissacarídeo repetido é sempre um amino açúcar que é, na maioria das vezes, sulfatado (D-glicosamina ou D-galactosamina). O segundo açúcar é normalmente o ácido glicurônico ou idurônico, sendo a exceção o queratan sulfato, onde está presente a galactose.

Os GAGs estão presentes nos espaços extracelulares como uma matriz gelatinosa que embebem o colágeno e outras proteínas, particularmente nos tecidos conjuntivos (cartilagens, tendões, pele, parede de vasos sanguíneos). Eles estabilizam e suportam os componentes celulares e fibrosos do tecido, enquanto auxiliam na manutenção do equilíbrio de água e sal do corpo: os grupos sulfato ou carboxil faz com que os GAGs sejam carregados negativamente e atraiam íons sódio o que, consequentemente, torna a matriz celular extremamente hidratada (matriz do tipo gel, que constitui a substância elementar do corpo) (CHAMPE et al., 2006).

A heparina não está presente no tecido conjuntivo, mas ocorre como grânulos nas células das paredes arteriais e tem função anticoagulante, inibindo a coagulação evitando a formação de coágulos.

Estão classificados em seis tipos mais importantes, de acordo com suas composições monoméricas, tipo de ligações glicosídicas e grau e localização de suas unidades sulfatos, conforme demonstrado na figura 5.

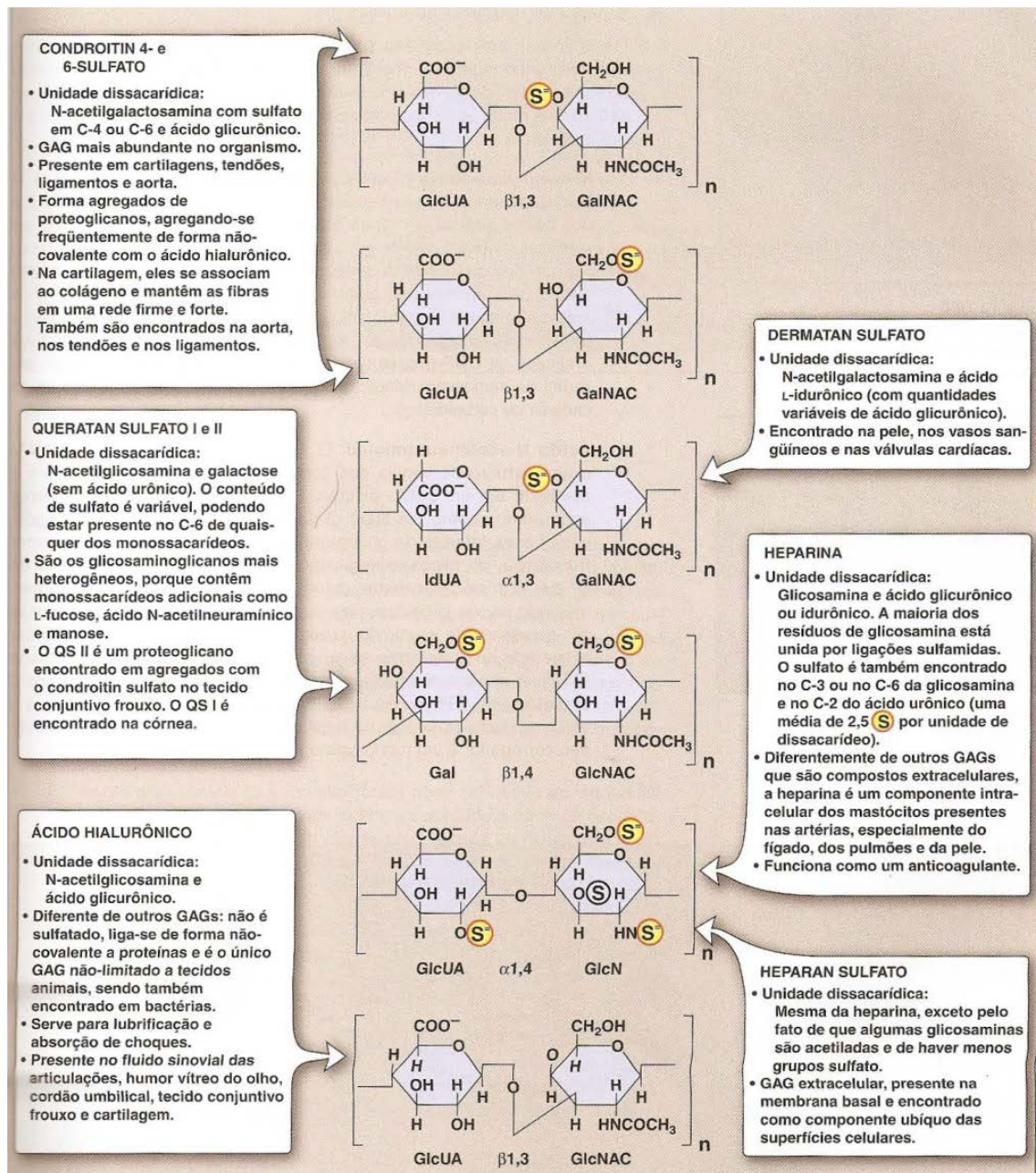


Figura 5. Classificação dos glicosaminoglicanos (Champe et al., 2006).

Proteoglicanas

Os glicosaminoglicanos, exceto o ácido hialurônico se ligam covalentemente à proteína, formando monômeros proteoglicanos, que consistem em uma proteína central à qual as cadeias de carboidratos lineares se ligam. As proteoglicanas são macromoléculas que diferem das glicoproteínas por conterem 95% ou mais de carboidratos em relação a proteínas em suas estruturas. Estas moléculas possuem, portanto propriedades mais próximas dos polissacarídeos do que das proteínas (CHAMPE et al., 2006; LIMA, 2003):

A ligação entre a cadeia de carboidratos e a proteína ocorre normalmente através de um trihexosídeo (galactose-galactose-xilose) e um resíduo de serina. Uma ligação glicosídica é formada entre a xilose e o grupo hidroxila da serina. Os monômeros de proteoglicanos associam-se a uma molécula de ácido hialurônico, formando agregados não covalentes. Esta associação é estabilizada por pequenas proteínas adicionais (proteínas de ligação) formando grandes moléculas que se assemelham a uma escova de lavar tubos/copos (CHAMPE et al., 2006).

Os proteoglicanos vinculam grandes quantidades de água e enchem os espaços entre os componentes fibrilares da matriz extracelular, na forma de um gel hidratado, que inibe a disseminação de agentes patogênicos na matriz (KOOLMAN e ROEHM, 2005).

O tecido conjuntivo

O tecido conjuntivo encontrado na pele, tendões, cartilagens, ligamentos e matriz óssea consiste em fibras insolúveis distribuídas na substância elementar ou fundamental.

A substância elementar tem como características:

- é composta por géis de polissacarídeos e proteínas que formam o espaço extracelular;
- resiste à compressão mecânica e serve de meio hidratado para facilitar o transporte de moléculas e a movimentação celular;
- tem alta viscosidade: barreira à penetração de bactérias e outros microrganismos invasores;
- é incolor e transparente.

O caráter do tecido conjuntivo depende das proporções relativas da substância elementar e das proteínas fibrosas embebidas. Por exemplo, a cartilagem é rica em substância elementar, enquanto o tendão é composto principalmente de fibras.

Polissacarídeos estruturais nas bactérias

As paredes porosas e rígidas das bactérias possuem peptidoglicanas como a mureína, que estabiliza as paredes celulares. Na mureína existem dois diferentes componentes com ligações β 1-4: N-acetilglucosamina e Ácido N-acetylmuraminico, um éter láctico do ácido N-acetilglucosamina. Peptídeos estão ligados ao grupo carboxilo dos grupos lácteos, e unem os

fios individuais de mureína um ao outro para formar uma rede tridimensional. A síntese desta rede é inibida pela penicilina.

Além da mureína, entre os polissacarídeos bacterianos encontramos os dextranos, que são polímeros de glicose com ligações α 1-6 e α 1-3 ramificadas. Na água, os dextranos formam géis viscosos, que são utilizados para a separação cromatográfica de macromoléculas após tratamento químico. Os dextranos são também usados como componentes substitutos de plasma sanguíneo (expansores de plasma) e na nutrição animal (KOOLMAN e ROEHM, 2005).

Considerações finais

As principais funções dos polissacarídeos estruturais em animais são a estabilização e suporte aos componentes celulares e fibrosos do tecido, conferindo resistência, ao mesmo tempo que auxiliam na manutenção do equilíbrio hídrico e iônico. Os polissacarídeos estruturais animais são utilizados como ferramentas diagnósticas e na indústria farmacêutica, como demonstrado nos artigos em anexo. Isso torna o conhecimento de suas funções, assim como da localização nos tecidos animais e excreção destes componentes, importantes, não só na área zootécnica e veterinária, mas também na área da saúde.

Referências

- CAMPANA-FILHO, S.P. et al. Extração, estruturas e propriedades de alfa- e beta-quitina. Química Nova, v. 30, n. 3, June 2007.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Bioquímica Ilustrada. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- KOOLMAN, J., ROEHM, K. H. Color Atlas of Biochemistry, 2 ed. New York: Thieme Stuttgart, 2005.
- LIMA, R. S. N. Caminhando pela bioquímica. Fortaleza: Virtualbooks, 180p., 2003.
- MAYES, P.A.; BENDER, D.A. Carbohydrates of physiologic significance. In: MURRAY, R. K. et al. (eds.), Harpers Illustrated Biochemistry, 26 ed. New York: McGraw Hill, 2003
- NELSON, D. L.; COX, M.M. 2002. Lehninger: princípios de bioquímica. 3ª edição. Editora Sarvier, São Paulo, Brasil.
- VIEIRA, R. Fundamentos de Bioquímica: textos didáticos. Belém: Universidade Federal do Pará, 2003. 159p.