

FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS: UMA REVISÃO SOBRE PROPRIEDADES FUNCIONAIS, EFEITOS NA SAÚDE HUMANA E IMPORTÂNCIA NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Cassiana Reis de Siqueira¹, Elisamara Kovaltchuk², Fernanda Jarozinski Silveira³
^{1,2,3}Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Ponta Grossa – Brasil
reiscassi@gmail.com

Resumo

O objetivo desta revisão foi evidenciar a importância da utilização de frutooligosacarídeos (FOS) na alimentação humana e apresentar seus efeitos como ingredientes prebióticos. Foram abordados sua estrutura química, formas de obtenção industrial, propriedades físico-químicas, efeitos na saúde e valor calórico. É inquestionável a comprovação das propriedades funcionais atribuídas aos FOS, principalmente sua ação como fibra alimentar. Estes são polímeros de frutose vastamente encontrados em plantas, sob a forma de carboidratos de reserva, apresentando propriedades funcionais de grande importância para a indústria de alimentos. Muitos estudos têm sido conduzidos para assegurar os efeitos dos FOS sobre o organismo humano. Acredita-se que conforme os estudos se tornem cada vez mais conclusivos a indústria aumentará consideravelmente a oferta de alimentos enriquecidos com essa fibra.

Palavras chave: frutooligosacarídeos; propriedades funcionais; fibras alimentares.

Abstract

The objective of this review was to highlight the importance of the use fructooligosaccharides (FOS) for human consumption and to present their effects as prebiotic ingredients. FOS chemical structure, industrial processing approaches, physical and chemical properties, effects in human health and caloric value. It is unquestionable to corroborate the functional properties attributed to FOS, mainly due to its action as dietary fiber. This is fructose polymers, vastly found in plants as storage carbohydrates, presenting important functional for the food industry. Many studies have been carried out to assure the effects of FOS upon human organism. It is believed that as the studies become more conclusive, the industry will increase considerably the range of food products enriched with this highly active dietary fiber.

Keywords: fructooligosaccharides ; functional properties; dietary fibers.

1. Introdução

Frutooligosacarídeos (FOS) chamados de açúcares não-convencionais têm grande impacto na indústria de alimentos por suas características funcionais. São componentes de origem vegetal e sua biossíntese ocorre amplamente na natureza (SPIEGEL, ROSE, KARABELL, 2007).

Podem ser encontrados em quantidades expressivas em alimentos como cebola, alho, beterraba e principalmente na raiz da yacon (GIBSON e ROBERFROID, 1995).

Suas características de fibra têm sido usadas em grande escala como alimentos funcionais, pois não interferem nas propriedades organolépticas dos produtos e sua solubilidade é próxima a da sacarose, podendo ser usado em bebidas lácteas, balas, doces, sobremesas e gelatinas (NINESS¹).

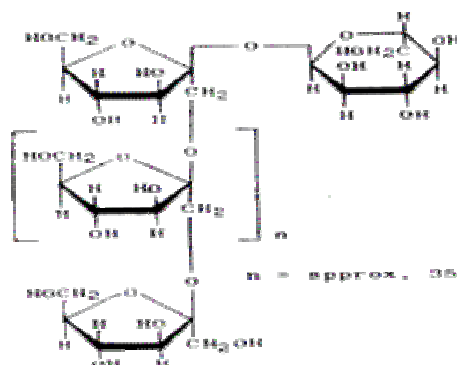
Tem grande resistência às enzimas salivares e digestivas, pela sua configuração molecular, sendo não-digeridas pelo organismo humano, chegando ao intestino grosso intactos, podendo assim ser fermentados pelas bactérias anaeróbicas presente no cólon, chamadas de bifidobactérias, desempenhando papel funcional no organismo humano. Por este motivo os FOS são chamados de alimentos prebióticos (BURIGO *et al.*, 2007).

A ingestão média diária per capita de FOS é de 2 a 4g para o norte americano (GIBSON, WILLIS, VAN LOO, 2007). No Japão chega a ser de 13,7 mg/kg dia (SPIEGEL, ROSE, KARABELL, 2007). No Brasil ainda não existem dados relevantes em relação à quantidade ingerida. Estudos mostram que, para um indivíduo saudável, a quantidade que pode ser ingerida é de 10g/dia (SILVA, 2007).

2. Estrutura química

Os FOS podem ser originados na quebra da inulina, pela enzima inulase, e está presente em alimentos como a cebola, beterraba, alho e raiz da yacon. Sob o ponto de vista estrutural, a inulina pode ser considerada um polímero da frutose, cuja estrutura pode estar presente uma molécula terminal de glicose (ROBERFROID *in* PASSOS e PARK, 2003). A estrutura da inulina está representada na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura da Inulina



Fonte: YAGINUMA, 2007

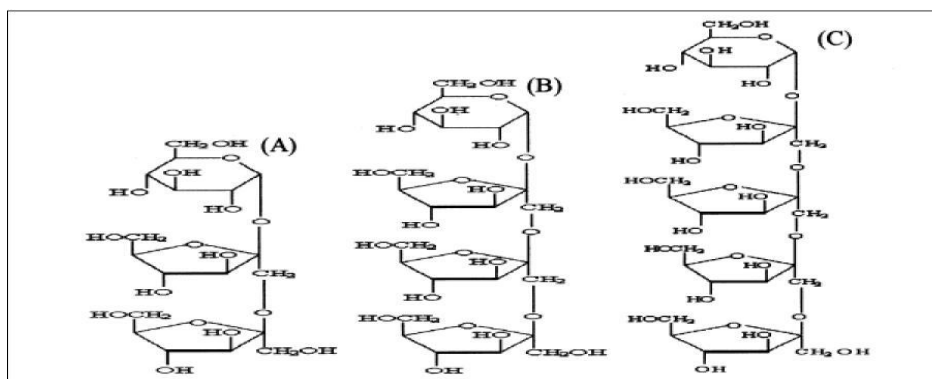
¹ Texto extraído da internet. Ano de publicação não disponível.

A frutose e a glicose estão incluídas sob a mesma nomenclatura e apresentam-se como mistura de polímeros e oligômeros que são caracterizados pelos graus de polimerização médio e máximo (ROBERFROID *in* PASSOS e PARK, 2003).

A hidrólise parcial da inulina produz um conjunto de oligossacarídeos, sendo inulo-oligossacarídeos (IOS), fruto-oligossacarídeos (FOS) e oligodrutanas ou oligofrutoses. A hidrólise completa da inulina por *exo*-inulinases (enzimas) resulta na formação de glicose e frutose (ROBERFROID *in* PASSOS e PARK, 2003).

Já os FOS podem ser originados a partir da transferência de uma unidade de frutose entre duas moléculas de sacarose, portanto alguns FOS apresentam uma molécula de glicose na extremidade da cadeia (GIBSON e ROBERFROID, 1995). Eles são formados por oligômeros de frutose que são compostos de 1-kestose (A), nistose (B) e frutofuranosil nistose (C), representados na Figura 2, em que as unidades de frutose são ligadas na posição $\beta(2-1)$ da sacarose, diferenciando-se de outros polímeros (PASSOS e PARK, 2003).

Figura 2 – Estrutura química dos principais FOS



Fonte: PASSOS e PARK, 2003

O grau de polimerização (GP), definido pelo número de unidades de monossacarídeos, é usado para definir e classificar as moléculas de FOS e inulina, sendo que os FOS apresentam $GP > 10$ e a inulina $2 < GP < 60$ (SPIEGEL, ROSE, KARABELL, 2007).

3. Propriedades físico-químicas

O tamanho das cadeias de inulina e FOS é responsável pelas diferentes propriedades desses compostos (GIBSON, WILLIS, VAN LOO, 2007). A inulina é menos insolúvel, apresenta cadeias longas e forma microcristais se misturados com água ou leite. Já, os FOS, apresentam cadeias curtas

e são higroscópicos. Sua capacidade de retenção de água é superior a da sacarose e não participa da reação de Maillard, por ser um carboidrato não redutor (MULTON, 2007).

Estas fibras são altamente estáveis, suportam pH acima de 3 e temperatura superior a 140oC. A solubilidade atingida na água a 25oC é de 80%, sendo solúvel em etanol a 80%, pH 2 e 0oC, diferenciando-se de outros polissacarídeos (BORNET, 2007). Resistem a processos térmicos, como a pasteurização, não são cariogênicos, não cristalizam, não precipitam nem deixam sabor residual (VAN LOO *et al.*, 2008).

Estudos indicam a suplementação de alimentos infantis com FOS de alto peso molecular, facilitando o trânsito intestinal dos recém-nascidos (MORO, *et al.*, 2002).

4. Obtenção industrial

Os FOS podem ser divididos em dois grupos, do ponto de vista comercial: o primeiro é o preparado por hidrólise enzimática da inulina, e consiste em unidades lineares frutossil, com ou sem uma unidade final de glicose (ROBERFROID *in* PASSOS e PARK, 2003). O nome comercial deste produto é “Raftilose”, produzido pela Oraft Ltda. da Bélgica e é conhecido também como “Frutafil”, feito pela Imperial – Suiker Unie, da Holanda. O GP desses FOS está entre 1 e 7 unidades de frutossil. Por este processo ocorrer em grande escala na natureza, esse oligossacarídeo é encontrado em grandes variedades de plantas, principalmente em aspargos, banana, chicória, trigo e tomate (YUN *in* PASSOS e PARK, 2003).

Já, o segundo grupo é preparado por reações enzimáticas de transfrutossilacção e resíduos de sacarose e consiste tanto em cadeias lineares, quanto em ramificações de oligossacarídeos, com GP entre 1 e 5 unidades de frutossil. Conhecido como “Neosugar”, é produzido pela Meiji Seika Ltd, do Japão, e também elaborado e comercializado pela Europa por Béghen Meiji Industries, com o nome de “Actilight” (HARTEMINK, VANLAERE, ROMBOUTS, 1997).

Comercialmente, os FOS são suplementos caros, custando cerca de U\$0,20 por grama e o consumo nas doses recomendadas valeria U\$2,00 por dia (PASSOS e PARK, 2003).

5. Efeitos na saúde humana

O gênero bifidobactéria é o maior grupo de bactérias no colón, promovendo efeitos benéficos ao hospedeiro, como fermentação do substrato; redução do pH no lúmen intestinal; diminuição dos níveis séricos de amônia pela fermentação de proteínas; influência na resposta imune; além de ter a capacidade de exercer um efeito inibitório sobre o crescimento de outras

espécies, levando a um menor risco de invasão e colonização por bactérias patogênicas para o organismo humano, ocorrendo também a inibição da carcinogênese do cólon (BURIGO, 2007; SILVA, 2007).

Os FOS chegam ao intestino grosso intactos e servem de substrato para as bifidobactérias, que secretam a β -frutosidase (enzima que seria responsável pela hidrólise dos FOS), aumentando a frequência de evacuações e diminuindo o pH fecal, destruindo as bactérias putrefativas. Também é mantido baixo os níveis de Bacterióides, Clostridia ou coliformes, contribuindo na prevenção do câncer de cólon (GIBSON e ROBERFROID, 1995).

Com esse processo, os FOS desempenham diversas funções fisiológicas no organismo humano, como alteração no trânsito gastrointestinal; redução de metabólitos tóxicos; redução do colesterol plasmático; melhora a biodisponibilidade de minerais, como cálcio, magnésio e fósforo; contribui para o aumento das bifidobactérias no cólon; redução da pressão sanguínea (BURIGO, 2007).

6. Valor calórico

Os FOS apresentam cerca de um terço do poder adoçante da sacarose e não são calóricos, sendo assim não podem ser considerados carboidratos ou açúcares, nem fonte de energia, podendo ser usados de modo seguro por diabéticos (SILVA, 2007). Pesquisadores afirmaram que o valor calórico dos FOS está entre 1,0 a 1,5 kcal/g (PASSOS e PARK, 2003).

7. Legislação

Os alimentos que apresentarem em seus dizeres de rotulagem e/ou material publicitário, alegação a seguir, devem ser registrados na categoria de “Alimentos com Alegações de Propriedade Funcional e ou de Saúde”. Assim, devem ter registro prévio à comercialização, conforme anexo II da Resolução [RDC nº. 278/2005](#). O registro de alimentos com alegações e a avaliação de novas alegações serão realizados mediante a comprovação científica da eficácia das mesmas, atendendo aos critérios estabelecidos nas Resoluções nº. [18/99](#) e [19/99](#) (ANVISA, 2008).

As alegações aprovadas relacionam a propriedade funcional e/ou de saúde a um nutriente ou não nutriente do alimento, conforme item 3.3 da Resolução nº. [18/99](#). No entanto, a eficácia da alegação no alimento deve ser avaliada caso a caso, tendo em vista que podem ocorrer variações na ação do nutriente ou não nutriente em função da matriz ou formulação do produto (ANVISA, 2008).

As porções dos alimentos devem ser aquelas previstas na [Resolução RDC 359/03](#) calculadas com base nos grupos de alimentos previstos na referida resolução (ANVISA, 2008). O Quadro I especifica os critérios exigidos para um alimentos conter FOS e ser considerado funcional e o que deve ser acrescentado no rotulo do produto.

Quadro 1 – “Alimentos com Alegações de Propriedade Funcional e ou de Saúde”

FRUTOOLIGOSSACARÍDEO – FOS
Alegação
“Os frutooligossacarídeos – FOS contribuem para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.
Requisitos específicos
Esta alegação pode ser utilizada desde que a porção do produto pronto para consumo forneça no mínimo 3 g de FOS se o alimento for sólido ou 1,5 g se o alimento for líquido.
No caso de produtos nas formas de cápsulas, tabletes, comprimidos e similares, os requisitos acima devem ser atendidos na recomendação diária do produto pronto para o consumo, conforme indicação do fabricante.
Na tabela de informação nutricional deve ser declarada a quantidade de frutooligossacarídeo, abaixo de fibras alimentares.
O uso do ingrediente não deve ultrapassar 30g na recomendação diária do produto pronto para consumo, conforme indicação do fabricante.
Quando apresentada isolada em cápsulas, tabletes, comprimidos, pós e similares, a seguinte informação, em destaque e em negrito, deve constar no rótulo do produto:
“O consumo deste produto deve ser acompanhado da ingestão de líquidos”.

Fonte: ANVISA, 2008

8. Conclusão

A comprovação das propriedades funcionais do FOS vem incentivando a indústria de alimentos a desenvolver produtos enriquecidos com este prebiótico, como o vinagre de yacon, tendo como foco a inibição do crescimento de microorganismos patogênicos no trato gastrointestinal, garantindo assim, a prevenção de doenças. Os FOS são ingredientes alimentares que podem ser amplamente explorados pela indústria, visando à produção de alimentos funcionais de baixa caloria, observando as doses diárias recomendadas para evitar o desconforto intestinal.

Referências

ANVISA, 2008. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>
Acesso: 19-04-2008.

BORNET, F.R.J. **Non digestible sugars in food products**. In: SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A.. Frutooligossacarídeos: Fibras Alimentares Ativas. B.CEPPA, Curitiba, v.25, n.2, pág. 295-304, 2007.

BÚRIGO, T.; FAGUNDES, R.L.N.; TRINDADE, E.B.S.M.; VASCONCELOS, H.C.F.F.. Efeito bifidogênico do frutooligossacarídeo na microbiota intestinal de pacientes com neoplasia hematológica. **Rev. Nutrição**, Campinas, v.20, n.5, pág. 491-497, 2007.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the concept of Prebiotics. **Journal of Nutrition**. v.125, pág. 1401-1412, 1995. Disponível em: <www.jn.nutrition.org> Acesso em: 10-04-2008.

GIBSON, G.R.; WILLIS, C.L.; VAN LOO J. **Non-digestible oligosaccharides and bifidobacteria implications for health**. In: SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A.. Frutooligosacarídeos: Fibras Alimentares Ativas. B.CEPPA, Curitiba, v.25, n.2, pág. 295-304. 2007.

HARTEMINK, R.; VANLAERE, K.M.J.; ROMBOUITS, F.M. Growth of enterobacteria on fructo-oligosaccharides. **Journal of Applied Microbiology**. v.83, pág. 367-374, 1997. Disponível em <<http://www.blackwell-neryg.com/doi/pdf/10.1046/j.1365-672.1997.00239.x?cookieSet=1>> Acesso em 15-04-2008.

HAULY, M.C.A.; MOSCATTO, J.A. **Inulina e oligofrutose**: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. Semina: Ciências Exatas e Tecnológica. Londrina, v.23, n.1, pág. 105-118. 2002.

MORO, G. et.al. Dosage-related bifidogenic effects of galacto- and fructooligosaccharides in formula-fed term infants. **Journal os Pediatric Gastroenterology and Nutrition**. v. 34, pág. 291-295, 2002. Disponível em <<http://jjpgn.org/pt/re/jjpgn/pdfhandler.00005176-200203000-014.pdf;jsessionid=LGVMJlf4hbB8t5gFB21HXICvNht9cBGDkTG1L1XSM7Js34CL3JdJ!-1990489359!181195628!8091!-1>> Acesso em 15-04-2008.

MÜLLER, J.M.; JONAS, R.; CARVALHO-JONAS, M.F.; FURLAN, S.A.. **Caracterização de oligofrutoses produzidas por Endo-Inulinases de Paenibacillus sp**. B.CEPPA, Curitiba v.24, n.2, 2006.

MULTON, J.L. **Le sucre, les sucres, les edulcorants et les glucides de charges dans les IAA**. In: SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A.. Frutooligosacarídeos: Fibras Alimentares Ativas. B.CEPPA, Curitiba, v.25, n.2, pág. 295-304. 2007.

NINESS, K.R. Inulin and oligofrutose. What are they? **Journal of Nutrition**. v. 22, pág. 3166-3199, 1999. Disponível em <<http://jn.nutrition.org/cgi/content/full/129/7/1402S>> Acesso em 15-04-2008.

PASSOS, L.M.L.; PARK, Y.K. Frutooligosacarídeos: Implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**. v. 33, n. 2, pág. 385-390, 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782003000200034&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em 08-04-2008.

ROBERFROID, M.B.. Caloric value of inulin and oligofrutose. **Journal of Nutrition**. v.129 pág. 1436s-1437s, 1999. Disponível em: <www.jn.nutrition.org> Acesso em : 10-04-2008.

ROBERFROID, M. **Dietary fiber, inulin and oligosaccharides**: a review comparin their physiological effects. In: PASSOS, L.M.L.; PARK, Y.K. Frutooligosacarídeos: Implicações na saúde humana e utilização em alimentos. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-4782003000200034&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em 08-04-2008.

ROBERFROID, M.B. **Inulin type fructans**: functional foods ingredients. In: PASSOS, L.M.L.; PARK, Y.K. Frutooligosacarídeos: Implicações na saúde humana e utilização em alimentos. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782003000200034&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em 08-04-2008.

SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A. **Frutooligosacarídeos**: Fibras Alimentares Ativas. B.CEPPA, Curitiba, v.25, n.2, pág. 295-304, 2007.

SPIEGEL, J.E.; ROSE, R.; KARABELL, P. **Safty and benefits of frutooligosaccharides as food ingredients**. In: SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A.. Frutooligosacarídeos: Fibras Alimentares Ativas. B.CEPPA, Curitiba, v.25, n.2, pág. 295-304, 2007.

VAN LOO, J. et.al. Funcional food properties of non-digestible oligosaccharides: a consensus report from the ENDO project (DGXII – CT94-1094). **British Journal of Nutrition**. v. 81, pág. 121-132, 1999. Disponível em <http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN81_02%2FS0007114599000252a.pdf&code=8d88b9ac6356fee0efbe7a12d05dd39> Acesso em 15-04-2008.

YAGINUMA, S.R. **Extração e Purificação parcial de inulina a partir de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) por adsorção em resinas de troca iônica.** 2007. Disponível em < <http://www.ufsc.br/>> Acesso em 24-04-2008.

YUN, J.W. **Fructooligosaccharides – Occurrence, preparation and applications.** In: PASSOS, L.M.L.; PARK, Y.K. Frutooligosacarídeos: Implicações na saúde humana e utilização em alimentos. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782003000200034&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em 08-04-2008.

YUN, J.W. **Fructooligosaccharides – Occurrence, preparation and applications.** In : SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A.. Frutooligosacarídeos: Fibras Alimentares Ativas. B.CEPPA, Curitiba, v.25, n.2, pág. 295-304, 2007.

Nome completo: Cassiana Reis de Siqueira

Filiação institucional: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa

Função ou cargo ocupado: Estudante de graduação

Endereço completo para correspondência: R: Dom Pedro I, 342, Água Verde, Curitiba - PR

Telefones para contato: (42) 3224-0161 ; (41) 8426-7078

e-mail: reiscassi@gmail.com