

# ingredientes para alimentos funcionais – uma área de futuro?

Duarte Torres<sup>1,2</sup>, Nuno Faria<sup>1,2</sup>,  
Lígia Rodrigues<sup>1,2</sup>, Isabel Rocha<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> BIOTEMPO – Consultoria em Biotecnologia, Lda.  
Caldas das Taipas, Portugal  
contact@biotempo.com, www.biotempo.com

<sup>2</sup> IBB – Institute for Biotechnology and Bioengineering,  
Centre of Biological Engineering, Universidade do Minho  
Braga, Portugal  
www.deb.uminho.pt

## Resumo

Os prebióticos são ingredientes alimentares não digeríveis, geralmente oligossacarídeos, que exercem um efeito benéfico no indivíduo estimulando selectivamente o crescimento e/ou actividade de espécies bacterianas existentes no cólon, melhorando a saúde do hospedeiro. O mercado mundial deste tipo de produtos tem vindo a crescer a taxas bastante elevadas, apesar de os seus preços de venda serem ainda bastante elevados. Neste sentido, é de acreditar que o desenvolvimento de novos processos de produção biotecnológicos com menores custos associados impulse ainda mais o mercado.

O projecto “BIOLIFE – Ingredientes para alimentos funcionais” visa o desenvolvimento de processos alternativos de produção de prebióticos.

## ALIMENTOS FUNCIONAIS - UMA ÁREA DE FUTURO

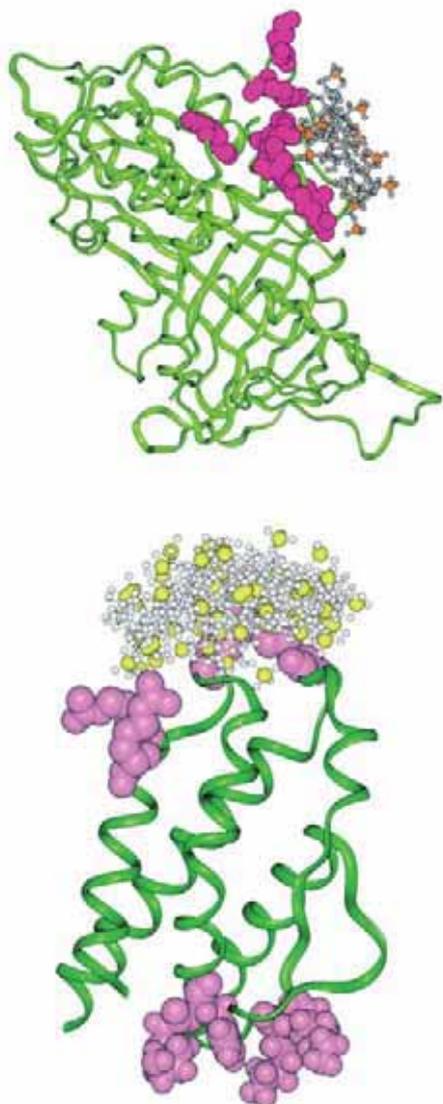
Em 1996, foi definido consensualmente o conceito europeu de alimento funcional: “um alimento pode ser considerado funcional se for satisfatoriamente demonstrado que tem um efeito benéfico numa ou mais funções fisiológicas alvo, para além dos seus efeitos nutricionais adequados, relevante para promover a saúde e bem-estar e/ou reduzir o risco de doença” (1;2).

Os atributos de um alimento funcional podem ser assim sintetizados: (1):

- ser um alimento convencional do quotidiano;
- composto por componentes naturais (não sintéticos) eventualmente em concentrações não naturais ou presentes em alimentos que normalmente não os contêm;
- possuir um efeito positivo numa função alvo para além do seu valor nutricional, dito convencional;
- poder melhorar o bem-estar e a saúde e/ou reduzir o risco de doença ou apresentar benefícios para a saúde aumentando a qualidade de vida incluindo a performance física, psicológica e comportamental;
- possuir alegações baseadas em dados científicos.

Os alimentos funcionais devem ser seguros de acordo com todos os critérios definidos actualmente na regulação alimentar. No entanto, em muitos casos, têm de ser desenvolvidos e validados novos conceitos e novos procedimentos para aferir dos riscos dos alimentos funcionais. Na Europa, alguns alimentos funcionais, mas certamente não todos, serão classificados como “novos alimentos” e consequentemente estarão ao abrigo do descrito no Regulamento (CE) nº 258/97 do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Janeiro de 1997 relativo a novos alimentos e ingredientes alimentares (3). Este documento é estritamente uma regulamentação de segurança.

Por outro lado, o Regulamento Comunitário EC 1924/2006 apresenta as linhas de orientação relativas à utilização das alegações de saúde que se baseia em princípios gerais como a veracidade dos efeitos nas doses biodisponíveis, a comprovação desses



efeitos substanciada em conhecimentos científicos aceites e a promoção de uma alimentação variada e equilibrada (4). Uma alegação de saúde é toda e qualquer alegação que constata, sugira ou implique que existe uma relação entre uma categoria de alimentos, um alimento ou algum dos seus constituintes e a saúde (Regulamento EC 1924/2006).

O desenvolvimento de alimentos funcionais deve assentar em conhecimento científico relevante das funções alvo e a sua possível modulação por componentes alimentares. A ênfase deve ser colocada na importância dos efeitos dos componentes alimentares em funções fisiológicas alvo bem identificadas e caracterizadas, para além da redução do risco de doença, para a saúde e bem-estar do indivíduo (5). Um desafio chave no desenvolvimento dos alimentos funcionais é garantir ao consumidor final a segurança dos alimentos funcionais e a veracidade dos efeitos que proclamam na saúde, desenvolvimento e crescimento (6).

## CARACTERÍSTICAS E POTENCIAL DOS PREBIÓTICOS

Ao longo dos primeiros dois anos de vida o intestino humano é colonizado por um complexo consórcio de mais de 100 espécies de microrganismos que depois nos acompanham durante a vida (7).

A evidência dos benefícios para a saúde de determinadas espécies comensais dos géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Eubacterium* levou ao desenvolvimento de estratégias para a modulação da flora intestinal como forma de melhorar a saúde do indivíduo, nomeadamente: (I) a ingestão de microrganismos vivos (probióticos); (II) a ingestão de componentes que favorecem o crescimento e metabolismo de espécies indígenas benéficas (prebióticos); (III) a combinação destas duas estratégias (simbióticos) (8). Estes conceitos estão na base do desenvolvimento de alimentos funcionais dirigidos para a função gastrointestinal. Os efeitos destes alimentos são resumidos na figura 1.

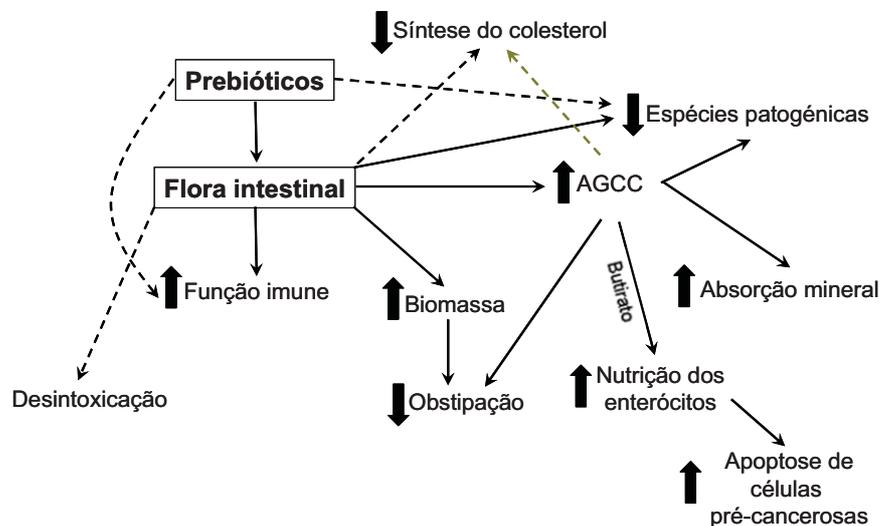


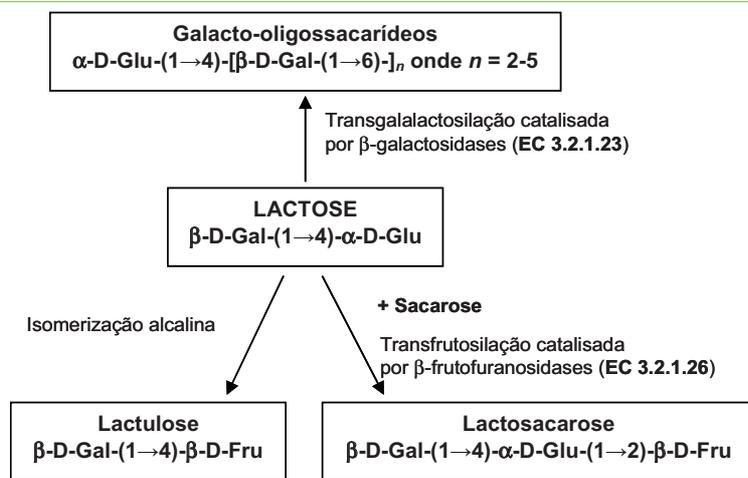
Figura 1 Efeitos benéficos associados ao consumo de prebióticos. Adaptado de ref. (9)

Como prebióticos entendem-se “ingredientes alimentares não digeríveis que exercem um efeito benéfico no indivíduo estimulando selectivamente o crescimento e/ou actividade de espécies bacterianas existentes no cólon, melhorando a saúde do hospedeiro”. Estes ingredientes prebióticos, normalmente de natureza glicídica (geralmente oligossacarídeos) devem ser indigeríveis pelas enzimas digestivas e alcançar intactos o intestino grosso, devendo aí ser especificamente utilizados por grupos de microrganismos com propriedades benéficas claramente identificadas (10;11).

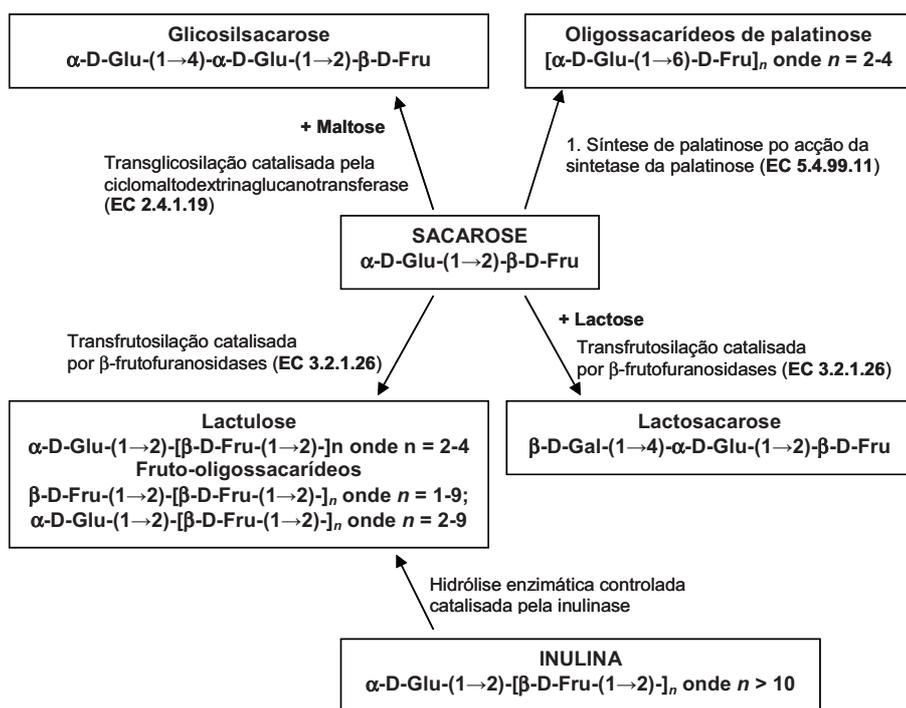
Com a excepção dos oligossacarídeos de soja, produzidos por extracção directa, e da lactulose, produzida quimicamente, os oligossacarídeos alimentares são produzidos com a intervenção de enzimas. São produzidos a partir de pequenos açúcares, como a sacarose ou a lactose, por reacções de transglicosilação, ou formados por hidrólise controlada a partir de polissacarídeos, como o amido, a inulina ou o xilano. Estes processos originam, normalmente uma mistura de oligossacarídeos que diferem no grau de polimerização e por vezes na posição da ligação glicosídica dependendo a composição dessa mistura da origem da enzima e das condições aplicadas durante a reacção (12) (Figuras 2, 3 e 4 e 5).

O volume e a diversidade destes sacarídeos prebióticos ou candidatos a prebióticos estão a aumentar rapidamente à medida que as suas propriedades funcionais vão sendo estudadas e melhor compreendidas. Existe uma forte actividade na obtenção de patentes de novos oligossacarídeos levada a cabo pela maior parte das empresas produtoras (tabela 1). Os prebióticos actualmente existentes no mercado europeu são produzidos maioritariamente por quatro empresas situadas na Bélgica, Holanda e França- Beghin-Meiji, Cosucra, Orafit e Sensus Operations. Todas estas empresas excepto a última extraem inulina a partir de vegetais, vendendo-a directamente ou utilizando-a para produzir oligofrutose (um composto similar aos fruto-oligossacarídeos, FOS). Apenas a empresa Sensus produz FOS por um processo enzimático, cuja tecnologia foi desenvolvida no Japão.

No intestino, os diferentes produtos obtidos poderão ser preferencialmente fermentados e promover o crescimento de uma ou outra espécie bacteriana. Sendo assim, a selectividade destes prebióticos poderá verificar-se, não só ao nível do género mas também ao nível da espécie bacteriana. Esta relação estrutura-função é, no entanto,



**Figura 2** Oligossacarídeos produzidos a partir da lactose (Gal = galactose; Glu = glicose; Fru = frutose). Adaptado de ref. (12).



**Figura 3** Oligossacarídeos produzidos a partir da sacarose ou inulina (Gal = galactose; Glu = glicose; Fru = frutose). Adaptado de ref. (12).

pouco estudada relativamente aos prebióticos em geral (13;14).

Para estudar aspectos relacionados com a microflora intestinal humana têm sido desenvolvidos modelos *in vitro*, de complexidade variável, que simulam as condições ecológicas do intestino (15-17). Nestes modelos, o estudo da composição, dinâmica e actividade da população microbiana pode ser feita recorrendo a técnicas de biologia molecular. Neste contexto, uma abordagem que explore a variabilidade inter-específica da sequência do RNA ribossomal 16S (rRNA 16S) ou do seu gene (rDNA 16S) apresenta-se como a principal alternativa (18-21).

O estudo molecular pode ainda ser complementado com a monitorização de metabolitos libertados durante os processos fermentativos, nomeadamente, ácidos gordos de cadeia curta (AGCC: acético, propiónico e butírico) e gases ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  e  $\text{CH}_4$ ). (20;22) De acordo com vários autores, o perfil destes metabolitos influencia a fisiologia do cólon e está associado à proliferação de células tumorais (23).

Actualmente, é nas bebidas que os oligossacarídeos não digeríveis encontram a sua maior aplicação. O produto ‘OligoCC’, produzido pela Calpis (The Calpis Food Industry Co.), foi lançado em 1989 e foi o um dos primeiros alimentos funcionais comercializados com sucesso. Esta bebida com oligossacarídeos de soja vendeu nesse ano cerca de 80 milhões de unidades, valendo à empresa cerca de 58,5 milhões de euros. Outro exemplo é o ‘Bikkle’, uma bebida produzida pela Suntory Ltd. contendo xilo-oligossacarídeos. Os oligossacarídeos estão, de forma crescente, a ser introduzidos em leites fermentados contendo probióticos para produzir simbióticos. O ‘Bifiel’ (Yakult, Tóquio, Japão) contém galacto-oligossacarídeos enquanto que o ‘Symbalance’ (Toni Milch, Zurique, Suíça), ‘Fyos’ (Nutricia, Bornem, Bélgica) e ‘Fysiq’ (Mona, Weerden, Holanda) contém fruto-oligossacarídeos. Os oligossacarídeos são também largamente utilizados na pasteleria, padaria, matérias para barrar e fórmulas infantis a nível mundial (tabela 2). Está também a aumentar a aplicação de oligossacarídeos em rações para animais e em aplicações não alimentares (cosmética, elixires orais, etc.) (12).

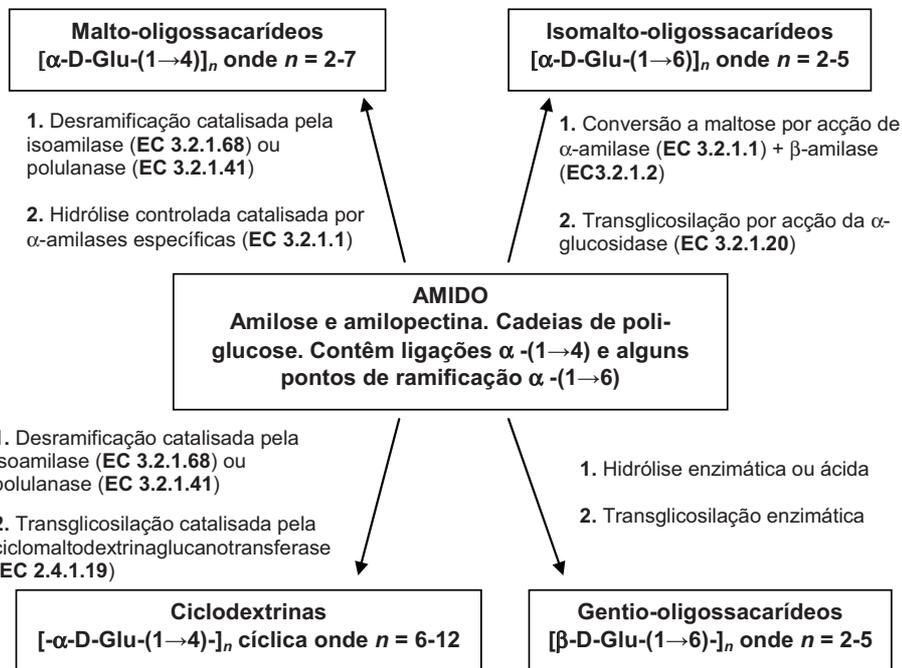
Em Portugal, tal como na maioria dos países europeus a incorporação de ingredientes funcionais em alimentos verifica-se sobretudo no sector dos lacticínios ao nível dos iogurtes, queijo e bebidas lácteas. No entanto, devido aos preços de venda proibitivos a sua utilização é ainda incipiente, quer no que toca à sua incorporação em alimentos, quer no que respeita à sua comercialização enquanto suplemento alimentar dirigido ao consumidor.

Tipo de OS	Produção estimada (t)	Maiores produtores	Nomes comerciais
Galacto-oligossacarídeos	15000	Yakult Honsha (Japão) Nissin Sugar Manufacturing Company (Japão) Snow Brand Milk Products (Japão) Broculo Whey Products (Holanda)	Oligomate Cup-Oligo P7L e outros TOS-Syrup
Lactulose	20000	Morinaga Milk Industry Co. (Japão) Solvay (Alemanha) Milei (Alemanha) Canlac Corporation (Canadá) Laevosun (Áustria) Inalco SPA (Itália)	MLS/P/C Bifiteral
Lactosacarose	1600	Ensuiko Sugar Refining Co. (Japão) Hayashibara Shoji Inc. (Japão)	Nyuka-Origo Newka-Oligo
Fruto-oligossacarídeos	12000	Meiji Seika Kaisha (Japão) Beghin-Meiji Industries (França) Golden Technologies (EUA) ORAFTI (Bélgica) Cosucra (Bélgica)	Meiologo Actilight NutraFlora Raftilose e Raftiline Fibruline
Oligossacarídeos de palatinose (isomaltulose)	5000	Mitsui Sugar Co. (Japão)	ICP/O IOS
Glucosil-sacarose	4000	Hayashibara Shoji Inc. (Japão)	Coupling Sugar
Malto-oligossacarídeos	10000	Nihon Shokuhin Kako (Japão) Hayashibara Shoji Inc. (Japão)	Fuji-Oligo Tettrup
Isomalto-oligossacarídeos	11000	Showa Sangyo (Japão) Hayashibara Shoji Inc. (Japão) Nihon Shokuhin Kako (Japão)	Isomalto-900 Panorup Biotose e Panorich
Ciclodextrinas	4000	Nihon Shokuhin Kako (Japão) Ensuiko Sugar Refining Co. (Japão) Asahi Kasei Kagyo (Japão)	Celdex Dexy Pearl
Gentio-oligossacarídeos	400	Nihon Shokuhin Kako (Japão)	Gentose
Oligossacarídeos de soja	2000	The Calpis Food Industry Co. (Japan)	Soya-oligo
Xilo-oligossacarídeos	300	Suntory Ltd (Japan)	Xilo-oligo

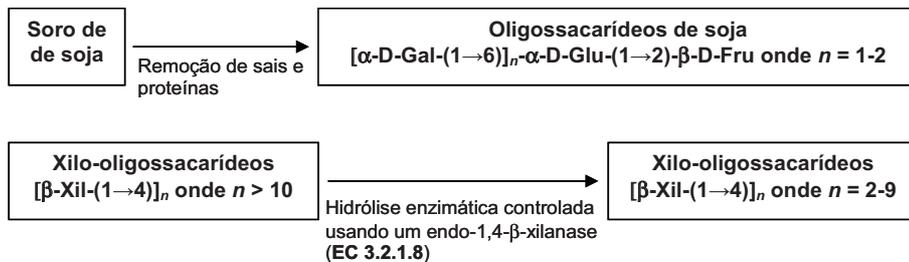
**Tabela 1** Oligossacarídeos comercializados (dados de 1995). Adaptado de ref. (12).

<b>Lactícínios</b>	Leite fermentados Leite em pó Gelados	<b>Bebidas</b>	Sumos de fruta Refrigerantes Café, cacao, chá Bebidas energéticas Bebidas alcoólicas
<b>Pastelaria</b>	Doces Bolachas Biscoitos Chocolates	<b>Sobremesas</b>	Pudins Cremes Mousses
<b>Frutos</b>	Doces Compotas	<b>Produtos cárneos</b>	Patés Tofu Etc.

**Tabela 2** Alimentos onde podem ser incorporados oligossacarídeos não digeríveis.



**Figura 4** Oligossacarídeos produzidos a partir do amido (Glu = glicose). Os isomalto-oligossacarídeos também contêm algumas ligações glicosídicas  $\alpha$ (1 $\rightarrow$ 4). Adaptado de ref. (12).



**Figura 5** Produção de oligossacarídeos de soja e xilano (Gal = galactose; Glu = glicose; Fru = frutose; Xil = xilose). Adaptado de ref. (12).

#### BIBLIOGRAFIA

- Diplock AT, Aggett PJ, Ashwell M, Bornet F, Fern EB, Roberfroid MB. Scientific concepts of functional foods in Europe consensus document. *British Journal of Nutrition*, 1999;81:S1-S27.
- Ashwell M. Concepts of Functional Foods. The International Life Sciences Institute Europe 2002.
- Regulamento (CE) Nº 258/97 do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Janeiro de 1997 relativo a novos alimentos e ingredientes alimentares. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, 1997.
- Regulation (EC) 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on Nutritional and Health Claims made on Foods. *Official Journal of European Union*, 2006.
- Roberfroid MB. Defining functional foods. In: Gibson GR, Williams CM, eds. *Functional Foods - Concept to product*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited 2000.
- Weststrate JA, van Poppel G, Verschuren PM. Functional foods, trends and future. *British Journal of Nutrition*, 2002;88:S233-S235.
- Abbott A. Microbiology: Gut reaction. *Nature*, 2004;427:284-6.
- Steer T, Carpenter H, Tuohy K, Gibson GR. Perspectives on the role of the human gut microbiota and its modulation by probiotics. *Nutrition Research Reviews*, 2000;13:229-54.
- Ouweland AC, Derrien M, de Vos W, Tiihonen K, Rautonen N. Prebiotics and other microbial substrates for gut functionality. *Curr Opin Biotechnol*, 2005;16:212-7.
- Macfarlane GT, Cummings JH. Probiotics and prebiotics: Can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? *Br Med J*, 1999;318:999-1003.
- Roberfroid M. Functional food concept and its application to prebiotics. *Dig Liver Dis*, 2002;34.
- Crittenden RG, Playne MJ. Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. *Trends in Food Science & Technology*, 1996;7:353-61.
- Rastall RA, Maitin V. Prebiotics and synbiotics: Towards the next generation. *Curr Opin Biotechnol*, 2002;13:490-6.
- Rabiu BA, Jay AJ, Gibson GR, Rastall RA. Synthesis and Fermentation Properties of Novel Galacto-Oligosaccharides by  $\beta$ -Galactosidases from *Bifidobacterium* Species. *Appl Environ Microbiol*, 2001;67:2526-30.
- Macfarlane GT, Macfarlane S, Gibson GR. Validation of a three-stage compound continuous culture system for investigating the effect of retention time on the ecology and metabolism of bacteria in the human colon. *Microb Ecol*, 1998;35:180-7.
- De Boever P, Deplancke B, Verstraete W. Fermentation by gut microbiota cultured in a simulator of the human intestinal microbial ecosystem is improved by supplementing a soygerm powder. *J Nutr*, 2000;130:2599-606.
- Minekus M, Havenaar R. In vitro model of an in vivo digestive tract. 1996.
- Collins MD, Gibson GR. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: Approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *Am J Clin Nutr*, 1999;69.
- Rigottier-Gois L, Le Bourhis AG, Gramet G, Rochet V, Dore J. Fluorescent hybridisation combined with flow cytometry and hybridisation of total RNA to analyse the composition of microbial communities in human faeces using 16S rRNA probes. *FEMS Microbiol Ecol*, 2003;43:237-45.
- Fooks LJ, Gibson GR. Mixed culture fermentation studies on the effects of synbiotics on the human intestinal pathogens *Campylobacter jejuni* and *Escherichia coli*. *Anaerobe*, 2003;9:231-42.
- Zoetendal EG, Akkermans ADL, de Vos WM. Temperature gradient gel electrophoresis analysis of 16S rRNA from human fecal samples reveals stable and host-specific communities of active bacteria. *Appl Environ Microbiol*, 1998;64:3854-9.
- De Boever P, Deplancke B, Verstraete W. Fermentation by gut microbiota cultured in a simulator of the human intestinal microbial ecosystem is improved by supplementing a soygerm powder. *J Nutr*, 2000;130:2599-606.
- Scheppach W, Bartram HP, Richter F. Role of short-chain fatty acids in the prevention of colorectal cancer. *EUR J CANCER PART A GEN TOP*, 1995;31:1077-80.