

Tendencias en alimentos funcionales contra la obesidad: ingredientes funcionales, alimentos tecnológicamente modificados y dietas completas

Resumen

Para combatir la obesidad, la industria alimentaria ha ofrecido, desde hace varias décadas, una amplia variedad de productos denominados "dietéticos" que en su inicio se fundamentaban principalmente en la sustitución de carbohidratos simples y grasas por edulcorantes no nutritivos y sustitutos de grasas. Actualmente, la investigación y el desarrollo de nuevos productos pretenden ofrecer al mercado nuevos alimentos frente a la obesidad, en los que se intenta incorporar una mayor variedad de ingredientes funcionales que además de disminuir el consumo calórico total, pretenden influir en el metabolismo energético así como en la sensación metabólica de saciedad. Por otro lado, la nueva reglamentación europea del etiquetado de alimentos, estimulará a la industria alimentaria a realizar mayores inversiones en investigación para comprobar la efectividad de los alimentos funcionales lanzados al mercado a diferentes niveles (bioquímico, molecular, genómico y psicológico). De esta forma, la garantía y la eficacia del uso de estos productos, contrastada científicamente, como herramienta preventiva y de tratamiento, contribuirá a reducir la incidencia de obesidad en la población general.

Palabras clave: Alimentos funcionales. Obesidad. Termogénesis. Apetito.

Summary

In the fight against obesity, food manufactures had offer, since several decades ago, a variety of food products named in the beginnings as "dietetic products" that were based principally in substitutions of sugars and fat by non-nutritive sweeteners and fat replacers. Nowadays, the research and development of new products, pretends to offer to the market, new food products indicated specially for obese people that besides their low caloric content, can offer the possibility to influence in the energy metabolism as well as in the metabolic sensation of satiety. On the other hand, the new European regulation regarding food labelling, may encourage the food industry to carry out more investment in research and in the determination of the effectiveness of the functional products launched to the market at different levels (biochemical, molecular, genomic and psychological). In this way, the confidence and scientifically contrasted effectiveness of these products as preventive and therapy tools against obesity, may contribute to reduce the incidence of obesity in the whole population.

Key words: Functional foods. Obesity. Thermogenesis. Appetite.

Introducción

La idea cada vez más aceptada de la relación entre dieta y salud ha abierto nuevas perspectivas sobre los efectos de ingredientes alimenticios en funciones fisiológicas y salud. Entre las complicaciones nutricionales, el incremento en la incidencia de la obesidad y sus complicaciones médicas asociadas (Síndrome Metabólico) está creando una presión por parte de los consumidores hacia la industria alimentaria y supone una oportunidad para el desarrollo de alimentos funcionales que ayuden a la prevención y/o al tratamiento de estas patologías.

De forma simplificada se puede decir que la obesidad surge por un desequilibrio en el que la cantidad de energía ingerida supera a la cantidad de energía consumida. El tratamiento y la prevención de la obesidad requieren modificaciones en uno o dos de los componentes de esta ecuación simplificada. En este sentido el desarrollo de alimentos funcionales debe estar dirigido a disminuir la cantidad de energía ingerida (por una menor densidad energética o por una menor ingesta de alimento) o a incrementar el gasto calórico por medio de la estimulación de la termogénesis, así como afectar a la distribución de nutrientes entre tejidos, desfavoreciendo la deposición de grasa.

Un resumen de las posibles estrategias para la elaboración de alimentos funcionales se muestra en Tabla 1. Actualmente, existe una amplia oferta en el mercado de productos con baja densidad energética, sin embargo la oferta de productos con ingredientes bioactivos que disminuyan el apetito, aumenten el gasto calórico y/o afecten a la distribución de grasa corporal es baja y en algunos casos de efectividad dudosa.

José Serrano¹
Ignacio Sánchez
González²

¹Departamento de
Medicina Experimental
Facultad de Medicina
Universidad de Lleida

²Asociación
Española de
Licenciados y doctores
en Ciencia y Tecnología
de los Alimentos
Universidad
Complutense de
Madrid

Correspondencia:
José Serrano Casasola
Departamento de Medicina
Experimental
Facultad de Medicina
Universitat de Lleida
Montserrat Roig 2,
25008 Lleida
E-mail: jcserrano@mex.udl.cat

Tabla 1.
Estrategias para la
elaboración de alimentos
funcionales para
obesidad-sobrepeso

A. Reducción de la densidad energética del alimento	<ul style="list-style-type: none"> – Disminuyendo el contenido de grasas. – Sustituyendo azúcares simples por edulcorantes sin valor energético. – Incrementando el contenido de fibra. – Incrementando el contenido de agua.
B. Modificación tecnológica-sensorial	<ul style="list-style-type: none"> – Modificando la textura. – Disminuyendo la densidad (incrementando el contenido de aire).
C. Modificación del contenido de macronutrientes para producir saciedad	<ul style="list-style-type: none"> – Aumentando el contenido de proteínas.
D. Modificación del índice glicémico del alimento	<ul style="list-style-type: none"> – Incorporando fibras o ingredientes que retrasen la absorción de hidratos de carbono en el intestino delgado.
E. Incorporación de ingredientes funcionales	<ul style="list-style-type: none"> – Inhibiendo la sensación de apetito (bloqueando señales orexigénicas o potenciando señales anorexigénicas). – Limitando la biodisponibilidad de nutrientes, utilizando inhibidores de la acción de enzimas digestivas. – Estimulación del gasto energético (termogénesis). – Haciendo modificaciones en la composición de la microbiota colónica.
F. Dietas completas	<ul style="list-style-type: none"> – Elaboración de alimentos/platos nutricionalmente equilibrados y completos que puedan sustituir algún tiempo de comida y que combinen varios ingredientes funcionales que favorezcan un mejor control de la ingesta de energía y nutrientes así como del gasto metabólico.

El primer paso en el desarrollo de alimentos funcionales es la identificación del factor funcional, condición o compuesto que produce un *efecto específico*, que es *efectivo* como adyuvante en el tratamiento de la obesidad. La nueva reglamentación Europea estipula que la efectividad de este tipo de alimentos funcionales debe ser convenientemente establecida con suficiente evidencia científica que incluya estudios de intervención en poblaciones humanas. También es adecuado establecer las posibles interacciones del ingrediente funcional con el organismo a diferentes niveles (genómico, molecular, celular y psicológico). Por otro lado, es muy importante y necesario, investigar el ingrediente funcional incorporado en alimento como tal, teniendo en cuenta sus posibles interacciones con otros compuestos de la matriz alimentaria, así como su dosis, los procesos culinarios de preparación y su forma habitual de consumo.

Los puntos clave en la evaluación de alimentos funcionales serían la seguridad y eficacia, evitando así la publicidad engañosa hacia el consumidor. En este sentido, es necesario establecer biomarcadores específicos (Tabla 2) de la efectividad del consumo

de los alimentos funcionales destinados a combatir la obesidad. No obstante, aún no existe un consenso sobre la relevancia específica y facilidad de aplicación de cada uno de estos biomarcadores en el contexto de la obesidad, de forma que haya unanimidad en las pruebas de evaluación funcional por todas las empresas de alimentos que lancen al mercado un nuevo alimento funcional.

Reducción de la densidad energética

De forma natural, los alimentos con densidad energética más baja, como las frutas y verduras, en comparación con los alimentos densamente energéticos, poseen un bajo contenido de grasa y alto contenido de agua y/o fibra dietética; ya que éstos añaden peso a los alimentos sin incrementar su contenido calórico. Un objetivo para la industria de alimentos es ofrecer al consumidor alimentos con un contenido reducido de calorías, sustituyendo el contenido en azúcares simples por edulcorantes no nutritivos, las grasas por ingredientes con una menor

Antropométricos	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de masa corporal - Distribución de compartimentos corporales, por ejemplo grasa corporal - Bioimpedancia
Relacionados con el síndrome metabólico	<ul style="list-style-type: none"> - Tensión arterial - Perfil lipídico <ul style="list-style-type: none"> - Colesterol total - HDL - LDL - Triglicéridos - Ácidos grasos libres - Hormonas <ul style="list-style-type: none"> - Leptina - Resistina - Adiponectina - Resistencia insulina <ul style="list-style-type: none"> - Curvas de glicemia/insulina - Índice HOMA
Mediciones en metabolismo basal	<ul style="list-style-type: none"> - Calorimetría indirecta - Agua deuterada
Relacionados con la ingesta	<ul style="list-style-type: none"> - Test de ingesta y actitudes hacia los alimentos

*Tabla 2.
Ejemplos de posibles biomarcadores para la evaluación de alimentos funcionales para combatir la obesidad*

densidad energética y las mismas características sensoriales, aumentando el contenido de agua por medio de agentes humectantes y/o aumentando el contenido de fibra dietética.

Actualmente existe una gran variedad de ingredientes alimenticios para la sustitución de grasas y azúcares en alimentos (Tablas 3 y 4). El objetivo principal de la utilización de estos ingredientes funcionales es la disminución de la ingesta total de calorías. Por ejemplo, el consumo promedio de azúcares simples en la dieta Española para el año 2005 según datos de ingesta de alimentos obtenidos por el MAPA¹ fue de 113 g/persona/día, un 18% del total de calorías ingeridas (2424 kcal/persona/día), lo cual supera en un 80% la recomendación dietética de una ingesta de azúcares simples. Los productos lácteos, bebidas, pastelería, bollería, etc., productos diana para la sustitución de azúcares simples por edulcorantes no nutritivos, contribuyen con un 68% y 62% del total de la ingesta de azúcares simples y sacarosa respectivamente en la dieta Española para el año 2005 (Figura 1). Su reemplazo por edulcorantes no nutritivos podría resultar en un déficit de 310 kcal/día aproximadamente. No obstante, el abuso en la ingesta de edulcorantes no nutritivos es también objeto de críticas por la comunidad científica. Algunos

Nombre genérico (comercial)	Potencia dulzor¹
Acesulfame potásico (Sunnett)	180-200
Alitame (Aclame)	2000
Aspartame (Equal, Nutrasweet)	180
Ciclamatos	30-50
Glycyrrhizin	30-50
Lo han guo	30
Neotame	8000-13000
Perillartine	2000
Sacarina (Sweet 'n Low)	300
Stevioside	40-300
Sucralosa (Splenda)	600

¹Potencia de dulzor comparado con la sacarosa

de ellos están prohibidos en otros países, como el uso de ciclamatos por la FDA en Estados Unidos.

Respecto a los sustitutos de grasa, existen productos desarrollados principalmente para asimilar las propiedades organolépticas de la grasa. Se pueden dividir en 3 grupos: basados en proteínas, utilizados principalmente en productos lácteos; basados en

*Tabla 3.
Ingredientes utilizados como edulcorantes no nutritivos*

Tabla 4.
Ingredientes utilizados
como sustitutos de grasas

Nombre genérico	Nombre comercial	Energía aportada
Basados en proteínas		
Proteína microparticulada	Simplese	1-2 kcal/g
Concentrado de proteína de suero modificada	Dairy-Lo	
Basados en carbohidratos		
Celulosa	Avicel cellulose gel	0 kcal/g
	Methocel	
	Solka-Floc	
Dextrinas	Amylum	
	N-Oil	
Gomas	Kelcogel	0 kcal/g
	Keltrol	
Inulina	Raftiline	1 – 1.2 kcal/g
	Fruitafit	
	Fibruline	
Maltodextrinas	CrystalLean	4 kcal/g
	Lorelite	
	Lycadex	
	Maltrin	
Polidextrosa	Litesse	1 kcal/g
	Sta-Lite	
Polioles	Varias marcas	1.6-3.0 kcal/g
Análogos de grasas		
Olestra	Olean	0 kcal/g
Sorbestrin		1.5 kcal/g
Salatrim	Benefat	5 kcal/g
Emulsificantes	Dur-Lo	9 kcal/g

carbohidratos, utilizados en aderezos, productos cárnicos, etc. y basados en grasas modificadas que contienen características organolépticas similares a las grasas pero con un contenido calórico menor. Entre ellos, por ejemplo, *Olestra*, aprobado en 1996 en Estados Unidos para reemplazar grasas y aceites, un poliéster de sacarosa que contiene entre 6 y 8 ácidos grasos por molécula, con propiedades organolépticas similares a las de las grasas típicas pero que no es hidrolizado por las lipasas. *Salatrim*, una mezcla de ácidos grasos de cadena larga (principalmente, ácido esteárico) y de cadena corta de menor contenido calórico (ácido acético, propiónico y butírico), todos ellos esterificados con glicerol, reduciendo considerablemente el aporte calórico por gramo de grasa. El principal inconveniente del uso de sustitutos basados en grasa es la posible disminución de la absorción de vitaminas liposolubles, lo cual debe ser tomado

en cuenta en alimentos que son fuentes de vitaminas liposolubles en la dieta.

Otra opción para disminuir la densidad energética de los alimentos es la incorporación de fibras alimentarias (con valor energético en promedio entre 1-2 kcal/g) que además pueden incorporar una mayor cantidad de agua y disminuir la absorción de macronutrientes como la grasa y los carbohidratos. Por otro lado, algunas fibras alimentarias procedentes de frutas y verduras aportan compuestos antioxidantes también funcionales para obesos y la población en general.

Debe considerarse, sin embargo, que un incremento en la ingesta de alimentos con baja densidad energética no es suficiente para perder peso, a menos que estos alimentos desplacen a otros de mayor densidad energética. La selección de alimentos generalmente

puede estar influenciada también por su cantidad, volumen o peso, en este sentido modificaciones en la apariencia de los alimentos pueden ser otra estrategia simple en la elaboración de otro tipo de alimentos funcionales.

Modificación tecnológica sensorial

El objetivo principal en la elaboración de este tipo de alimentos funcionales, es producir saciedad a partir de la percepción sensorial del consumidor hacia los alimentos. Es decir que sensorialmente (vista, gusto y olfato principalmente) se logre producir una sensación “aparente” de saciedad en las primeras fases de la alimentación. Por ejemplo, algunos estudios sugieren que el volumen de la comida ingerida afecta psicológicamente a la sensación de hambre, la saciedad y la cantidad de comida que los sujetos desean comer². En este sentido, un ejemplo podría ser la elaboración de productos por extrucción con un elevado volumen, pero con baja densidad tanto en peso como energía (por ejemplo, cereales inflados o incorporación de aire en postres tipo “mousse”).

La saciedad también puede ser inducida a través de la estimulación retro-nasal por el aroma de los alimentos³. Existen ciertas indicaciones de que no todos los tipos de alimentos producen la misma calidad (flavor) o cantidad (intensidad) de estimulación sensorial. La estructura física, en gran medida, parece ser responsable de la estimulación aromática. Por ejemplo, los alimentos sólidos tienden a producir una mayor sensación de saciedad que los alimentos líquidos, probablemente por un mayor tiempo de contacto del alimento en la cavidad oral y por lo tanto una mayor estimulación sensorial. En este sentido el objetivo principal sería la elaboración de alimentos con un mayor regusto por medio de la adición de aromas encapsulados especializados que prolonguen sensorialmente el sabor en la cavidad bucal de los alimentos con baja densidad energética.

Modificación del contenido de macronutrientes

La composición en macronutrientes y la densidad energética de los alimentos tienen un papel importante, determinando tanto la saciedad como la frecuencia y tamaño de los episodios de comida. Por ejemplo, las comidas ricas en carbohidratos tienen un elevado índice de saciedad⁴, mientras que las comidas ricas en grasa son más atractivas pero menos saciantes que

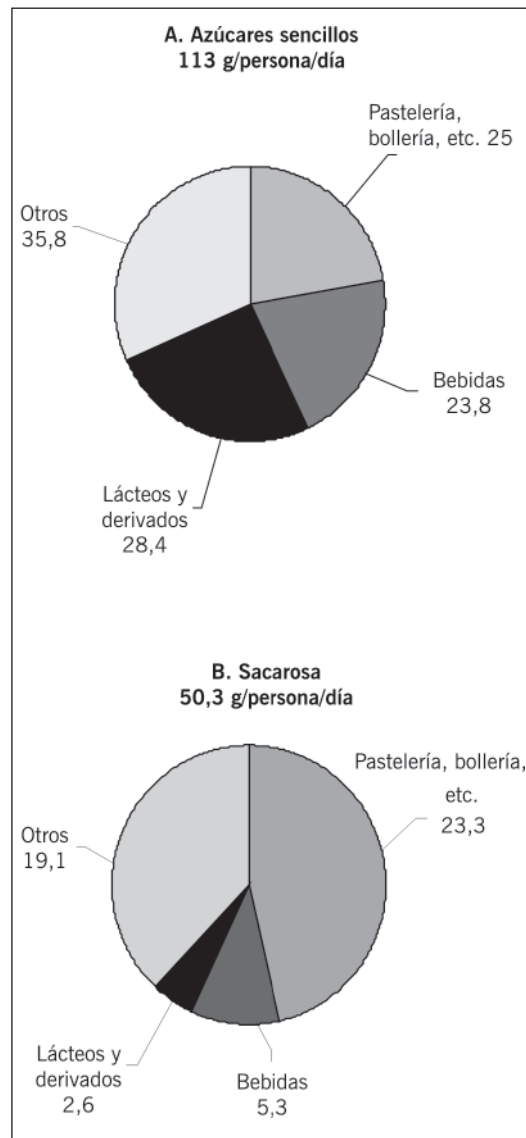


Figura 1. Contenido en azúcares simples y sacarosa en la dieta española, según cálculos basados en datos de consumo de alimentos por el MAPA para el año 2005. La ingesta total de azúcares simples fue en promedio de 113 g/persona/día (aproximadamente un 18% del total de energía ingerida). La ingesta de sacarosa fue en promedio de 50,3 g/persona/día, casi un 50% del total de azúcares simples ingeridos

las ricas en carbohidratos. La inducción de saciedad por los componentes grasos de la comida depende de la composición particular de ácidos grasos y de la tasa de digestión. Si la grasa ingerida resiste la digestión y alcanza el intestino de forma más o menos intacta, puede ser muy efectiva estimulando la saciedad, debido, en parte al retardo en el vaciamiento gástrico provocado⁵. Por otro lado, se ha observado que los triglicéridos ricos en ácidos grasos de cadena media⁶ y los ácidos grasos poliinsaturados⁷ tienen un poder saciante relativamente elevado.

Los alimentos ricos en proteínas inhiben fuertemente el apetito, ejerciendo generalmente un mayor efecto

saciantes que los carbohidratos. El efecto saciante de las proteínas se debe probablemente a la activación de la liberación de péptidos gastrointestinales saciantes⁸. La saciedad puede ser inducida tanto por proteínas intactas, como por algunos aminoácidos específicos (Trp, Phe y Tyr parecen ser los más efectivos) o por péptidos específicos como el *Aspartame* (también edulcorante)⁹.

La modificación del contenido en macronutrientes en la mayoría de los casos es complicada, no obstante, puede ser tomada en cuenta en la elaboración de nuevos productos.

Modificación del índice glicémico

Se ha sugerido que una dieta con bajo índice glicémico puede ayudar al control de la obesidad debido a la capacidad de incrementar el valor saciante de los alimentos y regular el apetito^{10,11}. Los alimentos con índices glicémicos elevados promueven una rápida oxidación post-prandial de la glucosa a expensas de la oxidación de grasas, lo que puede conducir a una mayor ganancia de peso corporal.

El índice glicémico de un alimento es directamente proporcional al grado de absorción intestinal de carbohidratos, en este sentido la incorporación de factores que sustituyan carbohidratos simples o disminuyan la absorción de carbohidratos, como la fibra, las grasas e inhibidores de la acción de las enzimas digestivas, puede disminuir el índice glicémico del alimento. No obstante, no todas las estrategias

para reducir el índice glicémico de los alimentos son ampliamente aceptadas por la comunidad científica. Por ejemplo, la sustitución de azúcares simples por fructosa, como edulcorante con bajo índice glicémico, se ha asociado con un incremento en la adiposidad corporal¹². Tras la ingesta de fructosa, la insulina no se incrementa, la leptina se reduce, y la ghrelina no se inhibe. Debido a que todas estas hormonas desempeñan importantes papeles en la regulación de la ingesta (la leptina e insulina disminuyen el apetito y la ghrelina lo aumenta), los efectos combinados de un exceso de ingesta de fructosa podrían resultar en una menor inducción de saciedad y un aumento de la ingesta total.

Incorporación de ingredientes funcionales

El avance en los conocimientos de los mecanismos del apetito y gasto energético ha abierto una nueva tendencia en el desarrollo de alimentos funcionales contra la obesidad. Entre los nuevos ingredientes funcionales, se pueden observar cuatro corrientes principales, la cuales pretenden ofrecer:

1. *Potencial regulación metabólica del apetito*, ya sea incluyendo compuestos bioactivos que bloquean señales orexigénicas y/o potencien señales anorexigénicas. Para la generación de dichos ingredientes funcionales, los péptidos sintetizados en el tracto gastrointestinal (Tabla 5) parecen ser las principales dianas a esti-

Tabla 5.
Péptidos gastrointestinales y pancreáticos que regulan la ingesta de alimentos. Posibles dianas de estimulación y/o inhibición de ingredientes activos

Péptido	Lugar de síntesis	Receptor donde media los efectos en alimentación	Efectos en la ingesta de alimentos
CCK	Células I, intestino proximal	CCK1R	Disminuye
GLP1	Células L, intestino distal	GLP1R	Disminuye
Oxyntomodulina	Células L, intestino distal	GLP1R y otros	Disminuye
PYY3-36	Células L, intestino distal	Y2R	Disminuye
Enteroestatina	Páncreas exocrino	Subunidad F1-ATPasa β	Disminuye
APO AIV	Células epiteliales intestinales	Desconocido	Disminuye
PP	Células pancreáticas F	Y4R, Y5R	Disminuye
Amylina	Células pancreáticas β	CTRs, RAMPs	Disminuye
GRP y NMB	Neuronas myentéricas gástricas	GRPR	Disminuye
Leptina gástrica	Células P gástricas	Receptor de Leptina	Disminuye
Ghrelina	Células X/A gástricas	Receptor de Ghrelina	Aumenta

mular o inhibir. Actualmente existe un amplio conocimiento sobre sus lugares de síntesis y receptores donde ejercer su efecto, siendo posible desarrollar productos que estimulen y/o inhiban la secreción de dichos péptidos o que actúen a nivel de los receptores.

También se han estudiado los efectos del triptófano, un aminoácido precursor de la síntesis de serotonina, como un potencial anorexígeno. Algunos autores han señalado que la administración oral de 5-hidroxitriptófano disminuye la ingesta alimentaria, así como una reducción en la ingestión de carbohidratos y una mayor saciedad en sujetos obesos¹³.

2. *Limitación de la biodisponibilidad de macronutrientes*: Otra estrategia posible es reducir la absorción de nutrientes en el tracto intestinal restringiendo la acción de las enzimas digestivas y/o interaccionando con ellos para impedir físicamente su absorción. El ejemplo más común es el uso de fibra dietética, la cual teóricamente absorbería agua en el tránsito intestinal produciendo un aumento de la saciedad, una menor accesibilidad física de los nutrientes para ser absorbidos y una disminución de la ingestión de calorías por los consumidores.

El *quitosano* (producto que se obtiene a partir de la quitina, localizada en los caparazones de los crustáceos), es un polímero con carga positiva que podría enlazar las moléculas de grasa cargadas negativamente en la luz intestinal (principalmente ácidos grasos libres) inhibiendo su absorción. Por otro lado existen varios compuestos inhibidores de las enzimas digestivas, siendo el más común en los alimentos los taninos condensados, que tienen la capacidad de precipitar proteínas (entre ellas enzimas) disminuyendo así su acción enzimática.

3. *Efecto sobre la termogénesis o la oxidación de las grasas*. La termogénesis adaptativa es un conjunto de mecanismos que permiten la disipación de manera regulada, de parte de la energía de los alimentos en forma de calor en lugar de su acumulación en forma de grasa. Se han reportado una gran variedad de compuestos que puedan modificar el gasto energético. Por ejemplo, en roedores, un tratamiento agudo con ácido retinoico aumenta la capacidad termogénica en el tejido adiposo marrón, y esto se correlaciona con una disminución significativa del peso corporal y la adiposidad¹⁴. Los extractos de té verde también estimulan la termogénesis en el tejido adiposo marrón, debido principalmente a la interacción entre su elevado contenido de catequinas y cafeína con la noradrenalina liberada

por el sistema nervioso simpático. En conjunto, la acción de la cafeína y catequinas prolongan los efectos estimulatorios de la noradrenalina sobre el metabolismo energético y lipídico. El ácido linoleico conjugado parece tener un efecto basado en la inhibición de la actividad de la lipoproteína lipasa, reduciendo la entrada de lípidos al adipocito.

4. *Modificación de la microbiota colónica*. La composición de la microbiota intestinal puede afectar a la utilización de la energía no digerible de la dieta así como a la forma de almacenamiento de la energía por el huésped¹⁵. Por ejemplo, se ha descrito que la composición de la microbiota colónica de ratones obesos *ob/ob* en comparación con ratones delgados puede diferir hasta en un 50% en algunas poblaciones bacterianas (analizado por 16S rRNA)¹⁶. El objetivo sería diseñar alimentos funcionales con prebióticos que modulen el crecimiento de géneros de bacterias específicas. No obstante, el conocimiento de la relación entre géneros de bacterias y obesidad aún está en sus inicios.

Dietas completas

El uso de combinaciones apropiadas de nutrientes que afecten a diferentes procesos podría ser una estrategia indicada para hacer frente al control de la obesidad, generalmente un problema multicausal. Es probable obtener una mayor efectividad a partir de una combinación de ingredientes funcionales que inhiban la sensación del apetito, la biodisponibilidad de macronutrientes así como la estimulación de la termogénesis del individuo. Un requisito indispensable de este tipo de dietas es que sean nutricionalmente adecuadas y equilibradas, con un bajo contenido calórico que permita al consumidor sustituir algún tiempo de comida con alguna de estas dietas en el mercado.

La diversidad de estrategias para combatir el problema de obesidad hace posible el desarrollo de una gran variedad de productos alimenticios. No obstante, antes de su lanzamiento al mercado deben estar ampliamente contrastados sus efectos metabólicos y concretarse el perfil de las personas que pueden beneficiarse del consumo de dicho alimento funcional.

Bibliografía

1. MAPA Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. *La alimentación en España, 2005*. Secretaría General de Agricultura y Alimentación, Madrid, España. 2006.

2. Rolls BJ, Bell EA, Waugh BA. Increasing the volume of a food by incorporating air affects satiety in men. *Am J Clin Nutr* 2000;72:361-8.
3. Ruijschop RM, Burgering MJM. Aroma induced satiation possibilities to manage weight through aroma in food products. *Agro Food Indstury Hi-Tech* 2007;18:37-9.
4. Rolls BJ, Kim-Harris S, Fischman MW, Foltin RW, Moran TH, Stoner SA. Satiety after preloads with different amounts of fat and carbohydrate: implications for obesity. *Am J Clin Nutr* 1994;60:476-87.
5. Welch I, Saunders K, Read NW. Effect of ileal and intravenous infusions of fat emulsions on feeding and satiety in human volunteers. *Gastroenterology* 1985;89:1293-7.
6. St-Onge MP, Jones PJ. Physiological effects of medium-chain triglycerides: potential agents in the prevention of obesity. *J Nutr* 2002;132:329-32.
7. Lawton CI, Delargy HJ, Brockman J, Smith FC, Blundell JE. The degree of saturation of fatty acids influences post-ingestive satiety. *Br J Nutr* 2000;83:473-82.
8. Trigazis L, Orttmann A, Anderson GH. Effect of cholecystokinin-A receptor blocker on protein-induced food intake suppression in rats. *Am J Physiol* 1997;272:R1826-R1833.
9. Rogers PJ, Keedwell P, Blundell JE. Further analysis of the short-term inhibition of food intake in humans by the dipeptide L-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester (aspartame). *Physiol Behav* 1991;49:739-43.
10. Brand-Miller JC, Holt SH, Pawlak DB, McMillan J. Glycemic index and obesity. *Am J Clin Nutr* 2002;76:281S-285S.
11. Roberts SB. Glycemic index and satiety. *Nutr Clin Care* 2003;6:20-6.
12. Bray GA, Nielsen SJ, Popkin BM. Consumption of high fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *Am J Clin Nutr* 2004;79:537-43.
13. Cangiano C, Ceci F, Cascino A, Del Ben M, Laviano A. Eating behavior and adherence to dietary prescriptions in obese adults subjects treated with 5-hydroxytryptophan. *Am J Clin Nutr* 1992;56:863-7.
14. Bonet ML, Oliver J, Pico C, Felipe F, Ribot J, Cinit S, et al. Opposite effects of feeding a vitamin A-deficient diet and retinoic acid treatment on brown adipose tissue uncoupling protein 1 (UCP-1), UCP2 and leptin expression. *J Endocrinol* 2000;166:511-7.
15. Backhed F, Fing H, Wang T, Hopper LV, Koh GY, Nagy A, Semenkovich CF, Gordon JI. The gut microbiota as an environmental factor that regulates fat storage. *Proceedings of the National Academy of Science* 2004;101:15718-23.
16. Ley RE, Backhed F, Turnbaugh P, Lozupone CA, Knight R, Gordon JI. Obesity alters gut microbial ecology. *Proceedings of the National Academy of Science* 2005;102:11070-5.