



Anales
de la Universidad
de Chile

Tabla de Contenidos

Número Actual

Números Anteriores

Presentación

Reseña Histórica

Numeración y Series

Comité Editorial

Normas Editoriales

■ Bromatología y tecnología de alimentos

[Alimentos transgénicos]

Méndez C., Manuel, Dr.

Profesor de Higiene y Sanidad Industrial. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile

▣ Cita / Referencia

Méndez C., Manuel, Dr. Alimentos transgénicos. Anales de la Universidad de Chile. VI serie: N°11, agosto 2000

▣ http://www2.anales.uchile.cl/CDA/an_completa

/0,1281,SCID%253D1822%2526ISID%253D7%2526ACT%253D0%2526PRT%253D1582,00.html

■ Introducción

Recuerdo que, hace ya muchos años, estando en segundo año de Medicina Veterinaria, en aquella tan temida clase de BIOQUÍMICA nos atrevimos a preguntarle al Profesor, respecto a un problema que se había presentado por la prensa con caracteres de escándalo sobre la diferencia en cuanto a la calidad de dos medicamentos, de uso humano, producidos por dos laboratorios. El Dr. Schmidt nos refirió entonces una anécdota probablemente tomada de la literatura árabe- sobre aquel ingrediente de máximo valor pero que no se puede comprar y que es el que define la aceptación por el consumidor: la confianza en la ética del productor.

■ Artículo: Alimentos transgénicos

Se ha observado últimamente una viva inquietud respecto a los resultados de experiencias, efectuadas en diferentes países, consistentes en reemplazar genes, típicos de una especie, por otros provenientes de diferentes seres vivos, con el fin de conferirle a las primeras algunas características que, desde el punto de vista de los investigadores, fueran deseable para esa especie. Un ejemplo de esto es lo que se ha logrado con la introducción de genes, que contienen características de resistencia a determinadas enfermedades, en células normales aumentando así su resistencia a ellas.

En esta tecnología se han ocupado los conocimientos adquiridos desde comienzos de siglo tanto en la conformación celular como en la tecnología práctica de dividir las estructuras proteicas. Las posibilidades de combinación son infinitas y los resultados, o a lo menos los de conocimiento público entre la comunidad científica, positivos. De este modo se han logrado cortar, mediante enzimas de restricción trozos de genes que comandan, por ejemplo, la velocidad de crecimiento e introducirlos en células normales con el fin de obtener un mayor y más rápido crecimiento de la especie.

La obtención de especies transgénicas es relativamente simple de explicar; se secciona una porción de material genético de una célula y se reemplaza por otra sección, tomada de otra célula la que incluso puede pertenecer a otra especie, y que contiene la clave para reproducir alguna característica deseable, y se incluye en la célula original. Como resultado se obtiene un ejemplar que contiene las características artificialmente introducidas. Las secciones de ADN se obtienen cortándolo mediante las endonucleasas de restricción; éstas, junto con cortar una sección, dejan los terminales de dicho trozo con una conformación tal que permite su acoplamiento a cualquier otro trozo que tenga extremos compatibles con los que resultaron del trozo extraído. Esto es posible de realizar sólo porque los nucleótidos involucrados en la estructura del ADN están formados por los mismos componentes en prácticamente todos los seres vivos.

No obstante lo anterior, es preciso recordar que la construcción del sistema de transmisión de la información genética está basado en la disposición, dentro de la molécula de ADN, de sus nucleótidos ordenados en diferentes codones. Y, a su vez estos codones codifican los diferentes aminoácidos. De este modo, y recordando lo expuesto en el párrafo anterior, al hacer variar la disposición espacial de los nucleótidos, mediante el implante, se generan nuevas características; así podría inducirse a una célula a presentar mayor tolerancia a un antibiótico o a aumentar su resistencia a las bajas temperaturas, etc.

Un hecho interesante es que la correlación entre aminoácidos y codones es idéntica para casi todos los organismos, ésto que fue decodificado a partir de los trabajos publicados por Khorana y Niremberg en 1967, ha permitido en la actualidad trasladar iones de información genética de una célula a otra. Hoy en día se conoce bastante sobre las características que pueden transmitir algunas secciones de genes gracias a las técnicas de marcaje que han permitido identificarlas; así es posible obtener mediante manipulación genética, por ejemplo en el caso del algodón, una cápsula de mucho mayor tamaño que el de las cápsulas normales incrementando de esta forma la producción de hilados por hectárea sin aumentar la cantidad de plantas.

Este es un mecanismo aplicable a todos los seres vivos en la mayoría de las células lo que ha permitido tomar intrucciones genéticas de un organismo, e introducir las en otro, con el fin de hacer que su descendencia también la lleve incorporada como propia. Pero hay más aún; los genes, fuera de la célula original, son similares y no hay diferencia entre un gen de origen bacteriano, vegetal o humano. En todos los casos su finalidad es producir una proteína y, en algunas oportunidades, adicionalmente, contener una instrucción referida a su funcionamiento. Desde este punto de vista la diferencia entre especies estaría más asociada al número y combinaciones de sus genes que a cualquiera otra condicionante: de éstos depende la disposición de los aminoácidos y de éstos últimos las propiedades de las proteínas y, por consiguiente de ellas dependerán, en último término, las características de los

diferentes seres vivos.

Aprovechando las características de los genes se ha experimentado en la transferencia de cualidades utilizando la capacidad de intercambio de material génico, inicialmente con bacterias y luego con especies cada vez más complejas pero que en cada oportunidad han cumplido esta ley, aparentemente inexorable.

Múltiples notas en revistas, diarios, TV., foros, etc. se han hecho sobre los alimentos transgénicos y sus posibles efectos sobre la población, pero aún no ha podido despejarse la mayor de las interrogantes: ¿Son absolutamente inocuos?, ¿Puede la industria garantizar que sus productos son verdaderamente seguros?. Al respecto se ha escrito mucho sobre la confiabilidad de este tipo de alimentos pero nadie se ha comprometido, bajo cláusula de garantía, a declarar que sus productos son absolutamente inocuos.

Aunque el ADN es el vehículo de la información genética la estructuración de las proteínas es efectuada por el ARN que es el ejecutor de las órdenes impresas en la molécula de ADN; si pudiéramos describir la función del ARN en forma resumida esta sería la de montar la proteína, de aminoácido en aminoácido, usando como guía la secuencia de nucleótidos, a la largo de un filamento de ADN constituyente de un gen. De acuerdo a lo anterior, si se modifica la estructura del ADN de una célula, mediante el trasplante de una secuencia que contiene instrucciones distintas a las normales, el ADN de esta célula, vía ARN también modificado, generará una proteína que incluirá la instrucción traspasada y, a su vez, si esta característica es viable, la transmitirá a las generaciones futuras.

Es interesante considerar, como una singularidad, las condiciones de vida de las bacterias: estas tienen ciclos de reproducción bastante breves y en pocas horas, en condiciones adecuadas, pueden generar millones de individuos a partir de una célula aislada. Las bacterias han acompañado a todos los otros seres vivos desde su aparición sobre la tierra (se calcula que las bacterias habrían aparecido hace alrededor de 3.500 millones de años y solo hace unos 700 millones de años los primeros seres multicelulares) y se piensa que esta ventaja en cuanto a período de residencia les ha conferido una serie de capacidades particulares en el conjunto de los seres vivos; las bacterias tienen la capacidad de transferir distintos bits de material genético a otros individuos e incluso disponen, eventualmente, de genes accesorios para cubrir funciones que quizás su propio ADN no pudiera efectuar. Lo asombroso de esta modalidad de intercambio es que algunos de estos bits son recombinados con los genes originales de la bacteria, y otros son nuevamente puestos en circulación, para ser aprovechado por otras bacterias produciéndose de este modo un intercambio global de genes en forma independiente de su ciclo reproductivo. Este fenómeno conocido como recombinación de ADN permitiría comprender la celeridad con que se adaptan las bacterias patógenas a los antibióticos.

La biotecnología ha estudiado y aplicado muchos de los procedimientos que la naturaleza ha desarrollado a lo largo de millones de años, y ha buscado optimizar la producción de alimentos aprovechando las claves que los investigadores han ido descifrando respecto a la transmisión, reproducción y fijación de las características de mayor conveniencia comercial, en las diferentes especies utilizadas por el hombre. En algunos casos no se ha logrado fijar la característica deseada y se ha procedido a introducir algún elemento capaz de modificar, a favor del hombre, las condiciones naturales en la especie. Quizás un buen ejemplo es el de la BST o BGT (hormona del crecimiento para ganado bovino); la vaca después del parto tiene un período de producción lechera que aumenta progresivamente hasta el día 50 y luego decae durante los próximos diez meses. Para contrarrestar esta caída de producción se ocupa la BGT producida a partir de una base bacteriana a la que se le ha adicionado genes de origen vacuno y ésta actúa en forma totalmente similar a la hormona natural; el único reparo que se le ha hecho es que la leche así producida pudiera presentar una alta tasa de hormonas y, por ello, representar algún peligro para la población infantil, además de observaciones hechas sobre la tasa de IGF (factor de crecimiento tipo insulina), compuesto químico que estimula el crecimiento de las células del intestino y que se encuentra en forma natural tanto en la leche humana como en la leche de vaca inmediatamente después del nacimiento de la cría, y una presunta alta tasa de antibióticos presentes en la leche. Esta última, tal vez, sería mejor asociarla a problemas de manejo que a problemas de transgenia.

Lo único claro después de cientos de trabajos al respecto es que, conforme a la información recolectada, la leche de las vacas tratadas con BST es esencialmente igual a la de las vacas no tratadas, en cuanto a composición y valor nutricional... y no obstante lo anterior la Unión Europea impuso una moratoria en el uso de la BGT hasta el año 2000 y prohibió la importación de leche proveniente de vacas tratadas con hormonas aduciendo razones, más de superhábit en la producción láctea, que de seguridad, e igual procedimiento ha adoptado Canadá.

Estos criterios de seguridad que se han buscado para garantizar los productos, obtenidos como resultado de aplicaciones de técnicas transgénicas, han sido, a veces, fuertemente motivados por razones comerciales; resulta evidente que si se lograra probar la absoluta seguridad de un producto éste aumentará fuertemente sus ventas y a la inversa, si no logra probarla, su comercialización se verá severamente afectada. Éste es el fondo del problema actual con los alimentos transgénicos; un problema de credibilidad tanto mayor cuanto que ocasionalmente aparecen noticias sobre efectos inesperados, o francamente adversos, por el uso de productos obtenidos a partir de cepas transgénicas.

Ahora bien, como los resultados adversos son los más publicitados, parecería que todo lo que tiene que ver con transgenia es peligroso para el ser humano o, a la inversa, como las empresas que trabajan en biotecnología asociada a la transgenia publicitan solo éxitos asombrosos, la transgenia sería la panacea a los déficits alimentarios de la humanidad. También conspira contra la justa apreciación de esta tecnología el uso de prácticas comerciales, tales como la mezcla de productos transgénicos con otros que no lo son, lo que lleva a imposibilitar la determinación del origen transgénico de ellos.

Todo lo anterior ha llevado al público en general, y a los científicos en particular, a pensar que no todo está dicho sobre las ventajas y desventajas de este tipo de alimentos. De hecho a veces han aparecido informaciones que llevan a considerar en forma más crítica las experiencias efectuadas. Un ejemplo de esto podría ser la utilización de semillas a las que se les ha introducido genes que aumentan la resistencia a los herbicidas, específicamente al glifosfato (comercializado bajo el nombre de Roundup por Monsanto); la finalidad de esta manipulación es la de obtener en las siembras una variedad de plantas que permitan, una vez desarrolladas, aplicar dicho herbicida destruyendo la flora acompañante sin destruir la especie manipulada. Con esto se podría desmalezar sin destruir el cultivo útil reduciendo el costo de la obtención de una cosecha. Esto en teoría funcionaría bien, pero existe la posibilidad de la polinización cruzada con plantas silvestres y, a lo largo de los años, podría convertirse en un

problema peor que el original.

En Canadá desde 1995 se han estado efectuando experimentos con colza tratada genéticamente para resistir a los herbicidas pero, a pesar de haber obtenido éxito en la producción de las semillas para producir aceite, aún existen dudas respecto a su inocuidad para el ganado, al ser usado como pienso. Incluso el FDA ha regulado muy estrictamente la comercialización de estos aceites en EEUU.

En algunos países se ha hecho tanta cuestión del impacto ambiental que, incluso se han llevado a la justicia las demandas contra la autorización del uso de semillas transgénicas; un ejemplo de estas acciones son los reclamos efectuados ante la justicia Brasileña por la siembra de semilla RoundupReady argumentando que posiblemente pueda dañar la salud de los habitantes del área donde se efectúen las siembras (se presumen daños de tipo alérgicos) y de transmisión de su resistencia a otras especies nativas. De hecho en el estado de Mato Grosso del Sur se ha presentado un proyecto en que se pide una moratoria de 5 años para estudiar, tan profundamente como se pueda, los efectos temidos y comenzar a autorizar la siembra de algunos cultivos experimentales, antes de proceder a su utilización comercial definitiva.

En general los avances que se han hecho en ingeniería genética aparecen impecables, sin embargo en algunas oportunidades, pareciera que la Naturaleza está indicando que no todo está dicho respecto a estos avances; algo está mostrándonos respecto a las manipulaciones que se están empleando en las modificaciones introducidas a los seres vivos.

Hay especies como los virus, que son capaces de desarrollar mutantes con la habilidad de bloquear el rechazo por parte de un receptor específico, basándose en un solo gen. Para tratar de obtener una resistencia a los virus, se ha buscado insertar genes de resistencia antiviral, en especies vegetales y, posteriormente hibridarlas, para obtener una variedad con marcada resistencia a las plagas virales.

También se ha trabajado en diferentes especies vegetales buscando una mayor resistencia a las plagas de insectos, tal es el caso de las investigaciones que se han emprendido tratando de introducir en especies vegetales los genes que comandan la emisión de olores o sabores que son desagradables para los insectos, o simplemente venenosos. Esto es conveniente observarlo desde dos ángulos; por una parte cuando hay un ataque de insectos invasivos en una planta, parte del daño lo producen los insectos al morder la parte atacada, pero el daño mayor es generalmente hecho por los hongos, bacterias y virus que llegan al área afectada. Por otra parte, también existen insectos que desovan en el interior de frutas o granos con el fin que sus descendientes se alimenten, en sus primeros estadios de desarrollo, con la pulpa o fécula del fruto o grano colonizado. Si se pudiera contar con un repelente natural, evidentemente se tendría un método de control natural para evitar el daño antes mencionado. Incluso en algunos casos los insectos son vectores de algunas plagas de bacterias y virus, si pudieran repeler naturalmente los insectos, tal cual lo hacen especies como los cítricos (a través de compuestos repelentes), o las ortigas (tapizadas con pelillos a través de los cuales segregan productos urticantes de olor, para los insectos, muy ingrato).

Un buen ejemplo de aplicación de ingeniería genética es el de los insecticidas Bt. En este caso se trata de una bacteria modificada llamada *Bacillus thuringiensis* que efectúa su labor matando a su huésped cuando éste lo ingiere. Esta bacteria se ha manipulado de tal modo que es efectiva para la mayoría de los insectos que atacan a las hojas de las plantas; sin embargo es inocua para los animales que eventualmente pudieran consumirla ya que la producción gástrica de ellos, destruye la toxina que produce *B.thuringiensis*.

Se ha hecho una serie de experiencias insertando genes Bt. en especies tales como tomates, maíz, papas etc. con lo que se ha obtenido gran éxito comercial. Desde 1955 en EEUU de NA. se han comercializado papas y maíz con esta modificación en su dotación genética. Todo esto bajo estricto control para evitar cualquier efecto inesperado. Hay que hacer presente que las adaptaciones a medios adversos son una de las características de los insectos y, es así que siempre habrá que contar con aquellos ejemplares de insectos que sobreviven aún en las peores condiciones y se transforman por reproducción, en una cepa resistente la que, por propagación, puede llegar a hacer inútil el trabajo de ingeniería genética aplicado a la especie vegetal de interés comercial; quizás un buen ejemplo de la habilidad de los insectos para alcanzar niveles altos de resistencia es lo que pasó con el DDT.

Así actualmente en los países productores de alimentos obtenidos a partir de vegetales donde se ha implantado material transgénico, las empresas productoras han publicado sus éxitos. No obstante se ha comenzado a levantar lentamente una viva inquietud respecto a obtener de las empresas productoras respuestas diáfnas y reales sobre los efectos que estos avances científicos pudieran tener sobre el ecosistema y sobre la seguridad que deben presentar respecto a su absoluta inocuidad, especialmente para los seres humanos.

La biotecnología ha modificado una serie de productos vegetales en estos últimos años, así en Chile desde 1997 se ha estado trabajando con tecnología de punta que ha sido presentada en varios seminarios donde han mostrado los frutos de sus investigaciones algunos de los aproximadamente 1.300 investigadores que trabajan en esta área. Especialmente mencionables son los estudios sobre especies vegetales transgénicas, aplicadas fundamentalmente a la producción agrícola con el fin último de incrementar la producción, y de paso, abaratar los costos.

Ocasionalmente se han publicitado algunos problemas, principalmente de alergias en seres humanos pero, en especies silvestres, a veces, los efectos han sido graves; un ejemplo de ello fue el de la muerte de una población de mariposas monarca que vivía en medio de un sembradío de maíz genéticamente modificado.

[Introducción](#) | [Artículo: Alimentos transgénicos](#) | [Versión Completa \(Imprimir\)](#)

Sitio desarrollado por [SISIB - Universidad de Chile](#)