

Segurança Alimentar de Organismos Geneticamente Modificados

Edna Maria Morais Oliveira

Centro Nacional de Pesquisa e Tecnologia Agroindustrial de Alimentos Embrapa Agroindústria de Alimentos
edna@ctaa.embrapa.br

Resumo

A avaliação da segurança para o consumo de alimentos derivados da biotecnologia moderna, os organismos geneticamente modificados (OGM), está associada a estudos relacionados à construção genética/processo de transformação, proteína expressa, toxicidade, alergenicidade, características agrônômicas, composição, efeitos do processamento e nutrição animal. Estas análises são conduzidas antes do produto ser lançado no mercado. A legislação brasileira estabelece que produtos que contenham ou sejam produzidos a partir de OGM, com presença acima do limite de 1% do produto, deverão ser rotulados e o consumidor deverá ser informado sobre a espécie doadora do gene no local reservado para a identificação dos ingredientes. Para atender aos requerimentos de rotulagem, laboratórios do mundo todo estão desenvolvendo métodos acurados para quantificar a presença de ingredientes geneticamente modificados em alimentos. Além de enfatizar questões de mercado, a biotecnologia agropecuária tem que considerar a necessidade de informação precisa ao consumidor, utilizando como referência a mais confiável base científica

Palavras-Chave: Engenharia Genética, Organismos Geneticamente Modificados, Consumo Seguro.

A qualidade e a disponibilidade de alimentos vêm sendo otimizadas ao longo dos anos, através da aplicação de vários métodos de melhoramento, incluindo a biotecnologia. Assim, os alimentos consumidos atualmente são resultado de alterações genéticas e fisiológicas de plantas selvagens. Dentro do universo da biotecnologia, a tecnologia do DNA recombinante é a mais recente tecnologia desenvolvida. Esta tecnologia utiliza técnicas de biologia molecular para modificar o genoma de organismos, de uma maneira impossível de ser feita através do melhoramento genético convencional. A principal diferença entre o melhoramento genético convencional e melhoramento efetuado pela engenharia genética é que esta última é uma técnica com alvos definidos, onde ocorre a transferência de um único gene, ou de um conjunto definido de genes, para um outro organismo, enquanto que o melhoramento convencional resulta na troca de grandes partes do genoma entre os organismos envolvidos. Além disso, na engenharia genética, não existe limitação de transferência de genes entre os diferentes reinos, como ocorre no melhoramento convencional, onde somente plantas de uma mesma família podem recombinar.

A avaliação da segurança de alimentos tradicionais ou convencionais é conduzida no sentido de definir componentes individuais e substâncias químicas que compõem apenas parte da dieta humana, como os aditivos, pesticidas e outros contaminantes. Dessa forma, são realizados estudos toxicológicos em animais, baseados em padrões de segurança para o homem. Esses padrões de segurança são derivados de níveis de ingestão segura para animais, onde o fator de segurança de 100 é geralmente adotado para contornar as diferenças entre as espécies e as variações individuais. A aplicação do fator de segurança implica numa dosagem de contaminantes para os animais-teste centenas de vezes maior que a exposição máxima tolerada para o homem.

No caso dos alimentos geneticamente modificados (AGMs), esse fator de segurança não seria aplicável nos estudos de toxicologia, pois, para avaliar se um AGM seria tóxico ou não, a dieta do animal-teste deveria ser exclusivamente composta por este alimento. Com isso, os possíveis efeitos adversos observados poderiam estar relacionados ao desbalanceamento nutricional e não à modificação genética inserida no alimento testado. Essa dificuldade também é encontrada na avaliação da segurança alimentar de novos produtos alimentícios e, principalmente, de ingredientes.

A Organização Mundial de Saúde introduziu o conceito de Equivalência Substancial como uma ferramenta que permite uma análise comparativa entre o AGM e o análogo convencional com histórico de uso seguro. A equivalência substancial é o passo inicial dentro de uma estrutura mais ampla, que trata da segurança alimentar dos AGMs, onde estudos relacionados à construção genética/processo de transformação, proteína expressa, toxicidade, alergenicidade, características agrônômicas, composição, efeitos do processamento e nutrição animal, são conduzidos antes do novo produto ser lançado no mercado. A equivalência substancial se baseia na idéia de que alimentos já existentes, os chamados convencionais, podem servir como base de comparação entre o AGM e o seu análogo convencional. Por exemplo, comparar uma soja convencional (não transgênica) com a mesma soja convencional, só que com um gene exógeno inserido em seu genoma através da transgenia.

A questão da Rotulagem

No Brasil, o Decreto No. 4.680, de 24 de abril de 2003, estabelece que tanto os produtos embalados, como os vendidos a granel ou *in natura*,

que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados (OGMs), com presença acima do limite de 1% do produto, deverão ser rotulados e consumidor deverá ser informado sobre a espécie doadora do gene no local reservado para a identificação dos ingredientes. O novo decreto também estabelece que alimentos e ingredientes, produzidos a partir de animais alimentados com ração contendo ingredientes transgênicos, deverão ser rotulados com a seguinte expressão: "(nome do animal) alimentado com ração contendo ingrediente transgênico" ou "(nome do ingrediente) produzido a partir de animal alimentado com ração contendo ingrediente transgênico" (Brasil 2003).

Deve ser ressaltado que a discussão sobre a rotulagem de alimentos geneticamente modificados, assim como os limites permissíveis dos mesmos, tem relação não somente com o direito de escolha do consumidor, como também com questões decorrentes do aumento de custos para a indústria de alimentos. Não se trata de uma questão de segurança alimentar, pois, se o alimento geneticamente modificado foi aprovado para consumo, supõe-se que o mesmo seja seguro.

Para atender aos requerimentos de rotulagem são necessários métodos acurados para quantificar a presença de ingredientes geneticamente modificados em alimentos. Laboratórios do mundo todo estão desenvolvendo novos métodos, mas não há consenso quanto à especificidade, reprodutibilidade e repetibilidade dos mesmos.

Além disso, no momento, existe a dificuldade de se identificar métodos internacionalmente reconhecidos, sendo que muitos desses métodos ainda se encontram em fase de validação. Assim, o Codex Alimentarius está dando alta prioridade a esta questão através do CCMAS (Codex Committee on Methods of Analysis and Sampling). Em sua mais recente reunião (abril/2005), o CCMAS discutiu as normas para validação e



requisitos de controle de qualidade para as análises de alimentos derivados da biotecnologia moderna.

As duas técnicas mais comuns para a detecção de modificação genética em alimentos são: *polymerase chain reaction* (PCR), que detecta as sequências de DNA geneticamente modificadas, e os imuno-ensaios, que medem os níveis de proteínas expressas por genes transgênicos.

As técnicas de PCR e de imuno-ensaios têm papéis complementares nos testes utilizados na análise de OGM. Embora resultados quantitativos sejam reportados, os críticos argumentam que nenhum dos métodos é capaz de produzir resultados reproduzíveis, sendo que a falta de padrões internacionalmente aceitos é apontada como a maior razão para a variabilidade dos resultados. Esta situação vem mudando ao longo dos anos, principalmente com a disponibilização das normas de validação dessas metodologias pelo CCMAS. Dentre os requisitos para a validação, existe a necessidade de se utilizar materiais de referência, que estão sendo produzidos pelo Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM), na Bélgica.

O teste ELISA não é designado para detectar modificação genética em produtos alimentícios acabados, uma vez que o mesmo detecta proteínas, as quais são facilmente degradadas durante o processamento. Existe controvérsia se a técnica de PCR é capaz de detectar modificação genética no produto alimentício final e não apenas nos ingredientes utilizados para a produção do mesmo. Isto porque as moléculas de DNA podem ser desnaturadas, parcialmente digeridas e hidrolisadas durante o processamento. Este argumento favorece aqueles que entendem que seria mais representativa a avaliação dos ingredientes para detecção de DNA.

A determinação de que produtos alimentícios não geneticamente

modificados realmente não contêm organismos geneticamente modificados provavelmente continuará, a curto prazo, a direcionar a demanda por testes de detecção de DNA e das proteínas expressas. A longo prazo, o mercado crescente de alimentos nutricionalmente melhorados pela biotecnologia vai se constituir em área que provavelmente terá efeito dramático na demanda por estes testes pois, à medida que o mercado começar a aceitar que as novas características expressas por modificação genética em alimentos são benéficas ao consumidor, o nível das mesmas tornar-se-á muito importante; neste ponto, a quantificação da modificação será crítica.

O cenário atual indica que por sua relação íntima com a necessidade de segurança, o desenvolvimento da biotecnologia agropecuária deverá seguir uma rota diferenciada de outros setores industriais que não têm essa característica. Via de regra, o desenvolvimento de qualquer indústria nascente enfatiza principalmente questões de mercado. A biotecnologia agropecuária, tem forçosamente que considerar um outro aspecto: informação precisa ao consumidor sobre esta nova tecnologia, utilizando como referência neste processo a mais confiável base científica.

Referências bibliográficas

ANZFA GM foods and the consumers - ANZFA's safety assessment process for genetically modified food. ANZFA Occasional paper series, 2000.

AUMAITRE, A.; AULRICH, K.; CHESSON, A.; FLACHOWSKY, G.; PIVA, G. New feeds from genetically modified plants: substantial equivalence, nutritional equivalence, digestibility, and safety for animals and the food chain. *Livestock Production Science*, v.74, n.3, p.223-238, 2002.

BEEVER, D.E.; KEMP, C.F. Safety issues associated with the DNA in



animal feed derived from genetically modified crops. A review of scientific and regulatory procedures. Nutrition Abstracts and Reviews, Series B: Livestock Feeds and Feeding, v.70, n.3, p.175-192, 2000.

BRASIL. Decreto no 4.680, de 24 de abril de 2003. Regulamenta o direito à informação, assegurado pela Lei no 8.078, de 11 de setembro de 1990, quanto aos alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados, sem prejuízo do cumprimento das demais normas aplicáveis. Publicado no D.O.U. de 25 de Abril de 2003, Seção I, página 2. Republicado no D.O.U. de 28 de Abril de 2003, Seção I, página 1.

BURKS, A. W.; FUCHS, R. L. Assessment of the endogenous allergens in glyphosate-tolerant and commercial soybean varieties. Journal of Allergy and Clinical Immunology, v.96, n.6, p.1008-1010, 1995. CDC (2001). Investigation of Human Health Effects Associated with Potential Exposure to genetically Modified Corn. June 11, 2001. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention . [Http://www.cdc.gov/ncen/ehhe/Cry9C](http://www.cdc.gov/ncen/ehhe/Cry9C).

CHEN, S.; HUANG, J.; ZHOU, B.; NI, W.; ZHANG, Z.; SHEN, X.; XU, Y.; GU, L.; LI, S. A. safety assessment of feeding rats and quails with cotton- seed meal from Bt-transgenic cotton plants. Jiangsu Journal of Agricultural Science, v.12, n.1, p.17-22, 1996.

CONNER, A.J. Biosafety assessment of transgenic potatoes: environmental monitoring and food safety evaluation. In: Proceedings of the 3rd International Symposium on the Biosafety Results of Field Tests of Genetically Modified Plants and Microorganisms, Monterey, USA, November 13-14, 1994 (Jones DD, Ed.) Oakland, CA: University of California, 1994. p.245-262.

FLANDERS Insteruniversity Institute for Biotechnology In: Custers R (Ed.), Safety of Genetically Engineered Crops. VIB-publication, Zwijnaarde, Belgium, 2001.

HINO, A. Safety Assessment and Public Concerns for Genetically

Modified Food Products: The Japanese Experience. Toxicologic Pathology, v.30, n.1, p.126-128, 2002.

KUIPER, H.A.; KLETER, G.A.; NOTEBORN, H.P.J.M.; KOK, E.J. Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. The Plant Journal, v.27, n.6, p.503-528, 2001.

KUIPER, H.A.; NOTEBORN, H.P.J.M.; KOK, E.J.; KLETER, G.A. Safety aspects of novel foods. Food Research International, v.35, n.2-3, p.267- 271, 2002.

KUIPER, H.A.; KLETER, G.A.; NOTEBORN, H.P.J.M.; KOK, E.J. Substantial equivalence – an appropriate paradigm for the safety assessment of genetically modified foods? Toxicology, v.181/182, p.427-431, 2002.

KUIPER, H.A.; KOK, E.J.; ENGEL, K-H. Exploitation of molecular profiling techniques for GM food safety assessment. Current Opinion in Biotechnology, v.14, n.2, p.238-243, 2003.

NOTEBORN, H.P.J.M.; BIENENMAN-PLOUM, M.E.; VAN DEN BERG, H.J.; ALINK, G.M.; ZOLL, L.; REYNAERTS, A.; PENSA, M.; KUIPER, H.A. Safety assessment of Bacillus thuringiensis insecticidal crystal protein CRYIA(b) expressed in transgenic tomatoes. In: Genetically Modified Foods – Safety Aspects, ACS Symposium Series 605 (Engel, K.-H, Takeoka, G.R and Teranishi, R., eds.). Washington, DC: American Chemical Society, p.134-147, 1995.

OECD. In: Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotechnology. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development. 1993a. Disponível: http://www.oecd.org/dsti/sti/s_t/biotech/prod/modern.htm [capturado em 05/06/2000].

OECD. In: OECD Guidelines for the Testing of Chemicals. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development. 1993b.

OECD. In: Food Safety Evaluation. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development. 1996.

PORTUGAL, A.D.; SAMPAIO, M.J.; CONTINI, E.; AVILA, F. Agricultural biotechnology in Brazil genetically modified organisms. Paper submitted to the 5th International Conference of the International Consortium on Agricultural Biotechnology Research (ICABR) on "Biotechnology, Science and Modern Agriculture: A New Industry at the Dawn of the Century", Ravello, Italy, June 2001.

QUEMADA, H. Food safety evaluation of a transgenic squash. In: Food safety Evaluation (OECD, ed.). Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, 1996. p.71-79.

REDENBAUGH, K.; LINDEMANN, J.; MALYI, L. Application of the principles of substantial equivalence in the safety evaluation of FLAVR SAVR tomato, BXN cotton and oil-modified rapeseed. In: Application of the Principles of Substantial Equivalence to the Safety Evaluation of Foods or Food Components from Plants Derived by Modern Biotechnology. Report of WHO Workshop (WHO/FNU/FOS/95.1). Geneva: World Health Organization, 1995. p.37-50.

WANG, Y.; LAI, W.; CHEN, J.; MEI, S.; FU, Y.; HU, X.; ZHANG, W. Toxicity of anti-herbicide gene (BAR) transgenic rice. Weisheng Yanjiu, v.29, n.3, p.141-142, 2000.

WHO. In: Principles for the Safety Assessment of Food Additives and Contaminants in Food. Environmental Health Criteria 70. Geneva: World Health Organization. 1987.

WHO. In: Application of the principle of substantial equivalence to the safety evaluation of foods or food components from plants derived by modern biotechnology. Report of a WHO Workshop, Food Safety Unit, World Health Organization, Geneva, Switzerland. 1995.

WHO. In: Safety aspects of genetically modified foods of plant origin. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on food derived from biotechnology. WHO Head-quarters. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2000.

Sobre a autora

Edna Maria Moraes Oliveira é Graduada em Engenharia Química, mestre e doutora em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é Pesquisador A da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tem experiência na área de Microbiologia, com ênfase em Biossegurança, atuando principalmente nos seguintes temas: Regulação por Nitrogênio em *Saccharomyces cerevisiae*, Detecção e Quantificação de Organismos Geneticamente Modificados, Análise da Expressão Gênica e Biotecnologia.

Safety of Genetically Modified Organisms

Abstract

The safety assessment for the consumption of food derived from modern biotechnology, genetically modified organisms (GMOs), is associated with studies related to genetic construction / transformation process, expressed protein, toxicity, allergenicity, agronomic characteristics, composition, effects of processing and animal nutrition. These tests are conducted before the product is launched in the market. Brazilian law establishes that products containing or produced from GMOs, which contain above the limit of 1% of the product should be labeled. In addition consumers should be informed about the species of donor of the gene where the identification of ingredients is presented. To meet labeling requirements, laboratories around the world are developing accurate methods to quantify the presence of GMOs ingredients in food. In addition to emphasizing market issues, agricultural biotechnology has to consider the need of accurate information to consumers using as reference the most reliable scientific basis.

Keywords: Genetic Engineering, Genetically modified organisms