

requerimentos 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 reprodutíveis, 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