

## 我国进出口农产品转基因成分检测与分析

成晓维 王小玉 朱绍智 胡松楠 冯家望\* 邝筱珊 游淑珠 唐食明

(珠海出入境检验检疫局 检验检疫技术中心,广东 珠海 519015)

**摘要** 对进出口农产品的转基因成分进行调查研究,分析转基因农产品的检出情况,探讨转基因农产品检出情况与转基因成分的关系,并总结转基因农产品的风险因素。研究采用荧光 PCR 法对 425 份进出口农产品样品进行转基因成分检测。结果表明:所检样品中检出含转基因成分的有 36 份,阳性率为 8%。检出的转基因成分主要为转基因大豆、大米、玉米和油菜籽。研究结论是我国进出口农产品中存在转基因成分。进口农产品方面,大豆、玉米及其制品是含有转基因成分的高风险产品;出口农产品方面,大米及其制品是含有转基因成分的高风险产品。

**关键词** 进出口;农产品;转基因成分;检测

中图分类号 S 339.3+1; Q 78; TS 21

文章编号 1007-4333(2014)03-0043-06

文献标志码 A

## Detection and analysis of import and export of Genetically Modified agricultural products in China

CHENG Xiao-wei, WANG Xiao-yu, ZHU Shao-zhi, HU Song-nan, FENG Jia-wang\*,  
KUANG Xiao-shan, YOU Shu-zhu, TANG Shi-ming

(The Inspection Technical Center, Zhuhai Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Zhuhai 519015, China)

**Abstract** To investigate the imported and exported Genetically Modified agricultural products and to analysis the detection situation of Genetically Modified agricultural products, and to discuss the relationship between the detection situation of Genetically Modified agricultural products and Genetically Modified ingredients, fluorescent PCR were used to detect Genetically Modified ingredients from 425 agricultural samples. Results showed that Genetically Modified ingredients were detected in 36 agricultural samples, with a positive rate of 8%. The genetically modified ingredients detected were mainly from soybean, rice, corn and canola samples. The research concluded that Genetically Modified ingredients were identified in in both imported and exported agricultural products in China. In those imported agricultural products, soybeans, corn and its products were among high-risk products containing Genetically Modified ingredients. In the exported agricultural products, rice and its byproducts were high-risk products containing Genetically Modified ingredients.

**Key words** import and export; agricultural products; Genetically Modified; detection

随着基因工程技术的日趋成熟及在农产品上的广泛应用,转基因食品应运而生,并以惊人的速度进入人们的生活。2009 年全球转基因作物种植面积达到 1.34 亿  $\text{hm}^2$ ,比 1996 年的 170 万  $\text{hm}^2$  增长 80 倍,而以转基因作物为原材料加工的食品已达上万吨<sup>[1]</sup>。然而,基因工程掌握的不确定性及不可预测

性,使得转基因食品安全问题成为目前人类在发展过程中必须面对的一个棘手的环境问题<sup>[2]</sup>。各国政府纷纷出台了一系列有关转基因及其产品的管理、规定和法规,要求对转基因及其产品进行标注,标明其是否为转基因,让消费者选择<sup>[3]</sup>。2002 年我国农业部颁布的《农业转基因生物标识管理办法》,规定

收稿日期:2013-11-12

基金项目:珠海出入境检验检疫局科研基金项目(ZH2011-6)

第一作者:成晓维,工程师,主要从事食品安全研究,E-mail:cxwgc@163.com

通讯作者:冯家望,研究员,主要从事食品安全研究,E-mail:fjwzhuhai@aliyun.com

对5大类17种产品必须进行标识<sup>[4]</sup>。

同时,含转基因成分的农产品也影响了我国的部分出口产品。2006年至今,在从中国出口到欧洲的米制品中,多次发现含有转基因成分。同期,从中国出口到日本的米制品中也发现同样的问题<sup>[5]</sup>。2009年,欧盟在对市场销售的米制品进行检测时,发现有17个中国出口的米制品含有未经批准的转基因成分。2011年又有26个中国出口到欧洲的产品被检测出含有转基因成分<sup>[6]</sup>。基于以上情况,2011年12月23日,欧盟官方公报发布了2011/884/EU号执行决议替代2008/289/EC号决议,将措施管辖的范围扩展到所有在中国米产品中发现的转基因品系,对中国米制品实施史上最为严苛的入境检查。

目前转基因产品检测方法包括蛋白质检测和DNA检测。DNA检测方法有常规PCR、核酸印迹法(Southern Blot)、基因芯片、毛细管凝胶电泳法(CGGE)、高效液相色谱法(HPLC)、质谱法、实时荧光PCR法等。其中,常规PCR方法和实时荧光PCR法因其快速、简便、应用广泛而成为检测转基因成分的首选方法,并已被应用到各种转基因食品的检测中<sup>[7]</sup>。但是常规PCR方法在PCR扩增过程容易产生交叉污染而导致假阳性结果<sup>[8-9]</sup>。而实时荧光PCR技术,由于使用了TaqMan探针,提高了检测的准确性和灵敏度,同时不需对PCR产物进行后期处理,避免了交叉污染,大大提高了检测速度和自动化程度。

因此,应用转基因农产品快速灵敏的检测方法,对转基因农产品进行分析研究,有组织、有针对性地开展对转基因样品的检测和监控显得愈发重要,研究结果可为有关部门监管和行政执法提供科学依

据,对于我国农产品和食品出口企业突破国际贸易壁垒等也具有十分重要的意义。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 仪器

高速冷冻离心机3K18型,德国Sigma公司;超纯水处理器Milli-Q plus,法国;梯度PCR仪MyCyclerTM,美国Bio-RAD公司;电泳仪POWER Pac300,美国Bio-RAD公司;凝胶电泳图像分析系统2000型,美国Bio-RAD公司;恒温摇床,Orbital shaker, Thermo Forma,美国;7500Fast实时荧光定量PCR仪,美国ABI公司。

### 1.2 材料及试剂

CTAB提取缓冲液(20 g/L CTAB, 1.4 mol/L NaCl, 0.1 mol/L Tris, 20 mmol/L Na<sub>2</sub>EDTA, pH 8.0);CTAB沉淀缓冲液(5 g/L CTAB, 0.04 mol/L NaCl);TE缓冲液:Tris 0.01 mol/L, Na<sub>2</sub>EDTA 0.001 mol/L,用HCl或NaOH调节pH至8.0;稀释液:Waters-DEPC treated,上海生工;蛋白酶K:20 mg/mL;NaCl溶液,1.2 mol/L;无水乙醇、氯仿、异丙醇等有机试剂;荧光定量PCR试剂盒:TaKaRa Premix Ex Taq2×;抗草甘膦转基因大豆(RRS1/GTS 40-3-2),转基因水稻华恢1号,转基因玉米MON810,耐除草剂大豆MON89788,转基因水稻科丰6号,转基因水稻克螟稻,本实验室检测留样;样品来源:本实验室检测留样,共计425份。

### 1.3 引物

除转基因农产品检测相关标准<sup>[10-22]</sup>中提到的引物信息外,根据国内外文献查阅扩充的科丰6号(KF6)和克螟稻(KM)的引物信息,见表1。

表1 KF6和KMD引物表

Table 1 Primers of KF6 and KMD table

检测基因 Detection gene	序列(5'-3') Sequence(5'-3')	终浓度/(nmol/L) Final concentration	用途 Use
KF6	cgtagtacgtaccgccgtgtg	400	转基因水稻科丰6号品系特异性基因检测
	ttagtgcagatgcatgaatcgc	400	
	agcatggttctcagtacaacgcgcga	200	
KMD	tccgcaatgtgtattaaagttgtctaa	400	克螟稻品系特异性基因检测
	ccgatatgcctgccatct	400	
	cgteaattgtttacaccacaatatatcccg	200	

## 1.4 检测步骤

### 1.4.1 样品制备

1)按照相关标准取一定质量的检验样品<sup>[10-22]</sup>,用粉碎机或冷冻研磨仪将样品粉碎至细粉状。

2)称取1g粉碎的样品加入到15mL离心管中,另称取1g阴性样品加入到15mL离心管中作为提取对照。

### 1.4.2 DNA提取

1)在制备好的样品中加入5mL CTAB提取缓冲液(可加20 $\mu$ L蛋白酶K溶液,水浴65 $^{\circ}$ C孵化1h(检查样品材料是否膨胀,样品应悬浮在液体中,如材料膨胀,再加入CTAB提取缓冲液,每次1mL。一般来说,米粉需额外加3~5mL)。

2)孵育过夜。

3)常温离心12000r/min,10min直至悬浮部分几近清澈(注意不能使用冷冻,因为冷冻使部分DNA沉淀)。

4)将1mL的上清液转入2mL的离心管中,加入700 $\mu$ L氯仿,高速涡旋震荡混合30s。

5)常温12000r/min,10min,收集600~650 $\mu$ L上清液,转移到一个新的2mL离心管,加入2倍体积的CTAB沉淀缓冲液。

6)室温(20~24 $^{\circ}$ C)孵化60min,12000r/min离心10min。弃上清液,将沉淀溶于350 $\mu$ L,1.2mol/L NaCl溶液。加入350 $\mu$ L氯仿,高速涡旋震荡30s,混匀。

7)12000r/min离心15min,小心将上清转移至新的反应管中,加入0.8倍体积的异丙醇,室温(20~24 $^{\circ}$ C)孵化至少20min。

8)12000r/min离心10min,弃上清液。加入500 $\mu$ L,70%乙醇洗涤沉淀,小心高速涡旋震荡约30s,12000r/min离心10min。

9)弃上清液,使沉淀干燥。

10)将DNA溶于100 $\mu$ L TE缓冲液中,4 $^{\circ}$ C保存备用。

### 1.4.3 PCR反应

1)阴性对照、阳性对照和空白对照的设置。阴性对照以待测非转基因食品的DNA为模板。阳性对照以采用含有待测基因序列的植物DNA为模板,或采用含有待测基因序列的质粒。空白对照分别设DNA提取空白对照(以水或TE代替样品)和PCR反应的空白对照(以水或TE代替DNA模板)。

2)PCR反应体系。PCR反应体系见表2。每

个DNA样品至少做2个平行管。加样时应使样品DNA溶液完全加入反应液中,不要粘附于管壁上,加样后应尽快盖紧管盖。

表2 PCR反应体系

Table 2 Reaction system of PCR experiment

试剂名称 Reagents name	终浓度 Final concentration
TaKaRa Premix Ex <i>Taq</i> 2 $\times$	1 $\times$
引物(上游)	0.2~0.8 $\mu$ mol/L
引物(下游)	0.2~0.8 $\mu$ mol/L
探针	0.1~0.4 $\mu$ mol/L
DNA模板	5 $\mu$ L
补水至	25 $\mu$ L

3)PCR反应参数。实时荧光PCR扩增反应条件见表3。

表3 PCR反应条件

Table 3 Reaction condition of PCR experiment

作用 Effect	时间/s Time	温度/ $^{\circ}$ C Temperature
UNG酶消除残留污染	120	50
活化DNA合成酶/预变性	600	95
PCR(45个循环)变性	15	95
退火/延伸/荧光信号收集	60	60

4)PCR反应运行。按预先设定的样品摆放顺序将PCR反应管依次摆放,开始运行仪器进行实时荧光PCR反应。

### 1.4.4 阈值设定

实时荧光PCR反应结束后,设置荧光信号阈值,设定原则依据仪器噪声情况进行调整,以阈值线刚好超过正常阴性样品扩增曲线的最高点为准。

### 1.4.5 质量控制

空白对照:内源基因和外源基因均无荧光增幅现象。

阴性对照:内源基因有荧光增幅现象且 $C_t$ 值小于或等于36,外源基因无荧光增幅现象。

阳性对照:内源基因和外源基因均有荧光增幅现象,且 $C_t$ 值小于或等于36。

### 1.4.6 结果判定

测试样品外源基因检测 $C_t$ 值等于40,判断该

样品不含所检的外源基因。

测试样品外源基因检测  $C_t$  值小于或等于 36, 判断该样品含有所检的外源基因。

测试样品外源基因检测  $C_t$  值在 36~40 之间, 应调整模板浓度, 重做实时荧光 PCR。

再次扩增后的外源基因检测  $C_t$  值仍小于 40, 则可判定为该样品检出某外源基因。

再次扩增后的外源基因检测  $C_t$  值等于 40, 则

可判定为该样品未检出某外源基因。

## 2 结果与分析

2010年1月至2012年12月间, 对实验室留存样品的转基因成分进行检测, 其中进口样品 261 份, 出口样品 164 份, 共计 425 份。检出含转基因成分的样品共 36 份, 阳性率为 8% (表 4, 表 5)。

表 4 进口转基因样品检测阳性结果

Table 4 Positive result of import of genetically modified sample

序号 Number	样品名称 Sample name	检测结果 Test results	来源 Source
1	麦麸 Wheat bran	检出 <i>Wx012</i> , <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CTP-CP4</i> ; 未检出 <i>BAR</i> , <i>Ubiquitin</i>	进口
2	麦麸 Wheat bran	检出 <i>Wx012</i> , <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CTP-CP4</i> ; 未检出 <i>BAR</i> , <i>Ubiquitin</i>	进口
3	玉米片 Corn flakes	检出 <i>18S rRNA</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> ; 未检出 <i>NPT II</i> , <i>FMV35S</i>	进口
4	菜籽粕 Rapeseed meal	检出 <i>PE3-PEPcase</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>NPT II</i> , <i>FMV35S</i>	进口
5	菜籽粕 Rapeseed meal	检出 <i>PE3-PEPcase</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>NPT II</i> , <i>FMV35S</i>	进口
6	小麦粉 Wheat flour	检出 <i>Wx012</i> , <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CTP-CP4</i> ; 未检出 <i>BAR</i> , <i>Ubiquitin</i>	进口
7	小麦粉 Wheat flour	检出 <i>Wx012</i> , <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CTP-CP4</i> ; 未检出 <i>BAR</i> , <i>Ubiquitin</i>	进口
8	鱼粉 Fish meal	检出 <i>Lectin</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>NOS</i> , <i>CP4 EPSPS</i> , <i>CTP-CP4</i> , <i>FMV35S</i>	进口
9	玉米汤 Corn soup	检出 <i>Zein</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>NOS</i> , <i>NPT II</i> ; 未检出 <i>BAR</i> , <i>PAT</i>	进口
10	小麦粉 Wheat flour	检出 <i>Wx012</i> , <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CTP-CP4</i> ; 未检出 <i>BAR</i> , <i>Ubiquitin</i>	进口
11	小麦粉 Wheat flour	检出 <i>Wx012</i> , <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CTP-CP4</i> ; 未检出 <i>BAR</i> , <i>Ubiquitin</i>	进口
12	蛋白质粉 Protein powder	检出 <i>Lectin</i> , <i>CP4-CTP</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i>	进口
13	蛋白质粉 Protein powder	检出 <i>Lectin</i> , <i>CP4-CTP</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i>	进口
14	玉米汤 Protein powder	检出 <i>Zein</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>NOS</i> , <i>NPT II</i> ; 未检出 <i>BAR</i> , <i>PAT</i>	进口
15	麦糠 Wheat bran	检出 <i>Wx012</i> , <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>Ubiquitin</i> , <i>CP4-CTP</i> ; 未检出 <i>BAR</i>	进口
16	鱼粉 Fish meal	检出 <i>Lectin</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>NOS</i> , <i>CP4 EPSPS</i> , <i>CTP-CP4</i> , <i>FMV35S</i>	进口
17	玉米片 Corn flakes	检出 <i>Zein</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>PAT</i> ; 未检出 <i>NPT II</i> , <i>BAR</i>	进口
18	鱼粉 Fish meal	检出 <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>CP4 EPSPS</i> , <i>CTP-CP4</i>	进口
19	鱼粉 Fish meal	检出 <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>CP4 EPSPS</i> , <i>CTP-CP4</i>	进口
20	蛋白质粉 Protein powder	检出 <i>Lectin</i> , <i>CP4-CTP</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i>	进口
21	鱼粉 Fish meal	检出 <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>CP4 EPSPS</i> , <i>CTP-CP4</i>	进口
22	玉米渣 Corn residue	检出 <i>Zein</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>PAT</i> , <i>BAR</i> ; 未检出 <i>NPT II</i>	进口
23	玉米片 Corn flakes	检出 <i>Zein</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>PAT</i> ; 未检出 <i>NPT II</i> , <i>BAR</i>	进口
24	玉米球 Corn ball	检出 <i>Zein</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> ; 未检出 <i>BAR</i> , <i>PAT</i> , <i>NPT II</i>	进口
25	蛋白质粉 Protein powder	检出 <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>CP4 EPSPS</i> , <i>CTP-CP4</i>	进口
26	蛋白质粉 Protein powder	检出 <i>Lectin</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>CP4 EPSPS</i> , <i>CTP-CP4</i>	进口
27	鱼粉 Fish meal	检出 <i>Lectin</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>NOS</i> , <i>CP4 EPSPS</i> , <i>CTP-CP4</i> , <i>FMV35S</i>	进口

表5 出口转基因样品检测阳性结果

Table 5 Positive result of export of genetically modified sample

序号 Number	样品名称 Sample name	检测结果 Test results	来源 Source
1	米粉 Rice stick	检出 <i>Gos9</i> , <i>NOS</i> , <i>CryIA(c)/nos</i> ; 未检出 <i>CaMV35S</i>	出口
2	米粉 Rice stick	检出 <i>18SrRNA</i> , <i>NOS</i> , <i>NPT II</i> ; 未检出 <i>CaMV35S</i> , <i>FMV35S</i>	出口
3	米粉 Rice stick	检出 <i>Gos9</i> , <i>NOS</i> , <i>CryIA(c)/nos</i> ; 未检出 <i>CaMV35S</i>	出口
4	米粉 Rice stick	检出 <i>18S rRNA</i> , <i>NOS</i> , <i>NPT II</i> ; 未检出 <i>CaMV35S</i> , <i>FMV35S</i>	出口
5	大米 Rice	检出 <i>Gos9</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>CryIA(c)/nos</i> , <i>KeFeng6</i>	出口
6	大米 Rice	检出 <i>Gos9</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> ; 未检出 <i>CryIA(c)/nos</i>	出口
7	米粉 Rice stick	检出 <i>Gos9</i> , <i>NOS</i> , <i>CryIA(c)/nos</i> ; 未检出 <i>CaMV35S</i>	出口
8	米粉 Rice stick	检出 <i>Gos9</i> , <i>NOS</i> , <i>CryIA(c)/nos</i> ; 未检出 <i>CaMV35S</i>	出口
9	大米 Rice	检出 <i>Gos9</i> , <i>NOS</i> , <i>CaMV35S</i> , <i>CryIA(c)/nos</i> , <i>KeFeng6</i>	出口

所检进口样品中检出含转基因成分的有 27 份, 阳性率为 10%。其中含大豆转基因成分的样品有 18 份, 占总阳性样品的 67%; 含玉米转基因成分的样品有 5 份, 占总阳性样品的 19%; 含油菜籽转基因成分的样品有 2 份, 占总阳性样品的 7%; 含其他未知转基因成分的样品有 2 份, 占总阳性样品的 7%(表 4)。

所检出口样品中检出含转基因成分的有 9 份, 阳性率为 5%。含大米转基因成分的样品有 6 份, 占总阳性样品的 67%; 含其他未知转基因成分的样品有 3 份, 占总阳性样品的 33%(表 5)。

### 3 讨论

1) 本研究检出转基因成分的样品数依次为大豆、大米、玉米、油菜籽和其他未确定品系的成分。进口转基因阳性样品中, 转基因大豆占了一半多, 其次为玉米和油菜籽; 出口转基因阳性样品中多为转基因大米。

目前, 全球大规模种植的 4 种转基因作物分别为: 转基因大豆(7 330 万  $\text{hm}^2$ , 全球转基因作物种植面积的 50%), 其次为转基因玉米(4 680 万  $\text{hm}^2$ , 全球转基因作物种植面积的 31%)、转基因棉花(2 100 万  $\text{hm}^2$ , 全球转基因作物种植面积的 14%) 和转基因油菜(700 万  $\text{hm}^2$ , 全球转基因作物种植面积的 5%)。<sup>[1]</sup>

一直以来我国大量进口美国、阿根廷的转基因大豆, 主要用于豆油加工, 我国居民事实上已食用转基因大豆油 10 余年。目前转基因大豆油占国内豆油市场份额的 80% 以上, 而豆油占食用油市场份额

的 70% 以上。2010/2011 年度我国大豆进口量是产量的 3.75 倍, 这一趋势还将在很长一段时间内持续。我国其他主粮的国际贸易额均较小, 2010/2011 年度我国大米、玉米的进口量占产量的比重分别为 0.2% 和 0.5%, 出口量占产量比重分别为 0.4% 和 0.1%<sup>[23]</sup>。由此可知, 目前以大豆为原料加工制成的食品, 含有转基因大豆成分的可能性很大, 其他非大豆原料加工制成的食品被转基因大豆成分污染的可能性也较高。此外, 查询 2010 年 1 月到 2013 年 4 月国家质检总局发布的进境不合格食品、化妆品信息<sup>[22]</sup>可知, 在检出转基因成分的产品中, 除无法确定其品系的产品外, 其他产品检出的转基因成分基本上为转基因大豆。

2) 本研究被检出转基因大米成分的 6 份样品中, 3 份样品含有 *CryIA(c)/nos* 基因, 确证含有 Bt63 转基因大米品系; 2 份样品被检测出含有 *KF6* 基因, 确证为科丰 6 号。查询 2010 到 2013 年欧盟食品和饲料类快速预警系统(RASFF)发布来自中国的米制品含有转基因成分的报告<sup>[24]</sup>可知, 大部分检出转基因成分的产品为转基因大米品系 Bt63 和 Kefeng6。而转基因水稻 Bt63 是由位于湖北省武汉市的华中农业大学研发的, 获得农业转基因生物安全证书的正是该大学研发的转基因水稻“汕优 Bt 63”; 科丰 6 号则是中国科学院遗传与发育生物学研究所育成, 1989 年通过北京市和天津市农作物品种审定委员会审定。由此推测, 我国某些地区在非法销售未经国家批准的转基因水稻种子, 部分转基因水稻已经流入了市场。

此外,有几个转基因大米及米制品无法确定其品系,由此推断,目前市场上可能还有其他品系的转基因大米存在。这也与在欧洲以及日本的情况相似,即在欧洲及日本市场上,也发现有 Bt63、Kefeng6 品系的转基因大米<sup>[25-26]</sup>。

3)本研究在对 1 份小麦样品进行检测时,发现除检出 *Wx012*、*Ubiquitin* 外,还含有 *Lectin*、*CP4-CTP*,在 1 份米线样品中检出 *NPT II*。出现这些情况的原因可能是企业加工生产小麦和豆类所用机器为同一台设备或同一条生产线,在加工完大豆产品后没有清理干净就用于生产加工小麦产品,从而导致这种情况的发生。由此可知,如果企业用同一台设备或同一条生产线生产加工 2 种或 2 种以上可能含转基因成分的产品,又没有及时充分清理生产设备或生产线,极有可能出现交叉污染的情况,严重的可能需要放弃整条产品线,甚至停产。

另一方面,由于转基因作物的基因得到改良,产量往往得到提高,而价格则相对低廉,部分生产企业为控制成本会选择转基因产品作为原料,更有许多生产厂家疏于对原料来源的把关,使用了转基因产品作为原料,从而造成最终产品中含有转基因成分,并最终造成食品生产加工企业的产品含转基因成分。对此,各食品企业应严把原料质量关,防止原料受到转基因的污染。

## 参 考 文 献

- [1] Clive James. 2010 年全球生物技术:转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志, 2010, 31(3): 1-22
- [2] 黄锡生, 许珂. 论我国转基因食品安全的法律完善[J]. 现代食品科技, 2006(3): 190-192
- [3] Burrell A, Foy C, Burns M. Applicability of three alternative instruments for food authenticity analysis: GMO identification [J]. *Biotechnology Research International*, 2011, Article ID 838232. [2011-12-31]. <http://www.hindawi.com/journals/btri/2011/838232/>
- [4] 中华人民共和国农业部. 农业转基因生物标识管理办法[R]. 农业部令第 10 号, 2002
- [5] 日本厚生省[EB/OL]. [2007-01-26]. <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2007/01/h0126-3.html>
- [6] European Commission Rapid Alert Food and Feed database (RASFF) [EB/OL]. [2011-01-01]. <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/>
- [7] 陈文炳, 邵碧英, 江树勋, 等. 食品中若干植物源性成分的 PCR 检测[J]. 食品科学, 2006, 27(11): 404-408
- [8] 邓鸿铃, 郭新东, 吴玉鑫. 利用 PCR 方法检测转 BT 基因水 [J]. 现代食品科技, 2008, 23(4): 71-74
- [9] 谭慧, 王洋, 潘峰, 等. 植物源性转基因食品 PCR 检测技术研究 [J]. 中国卫生检验检疫杂志, 2004, 14(4): 407-409
- [10] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1195—2003. 大豆中转基因成分定性 PCR 检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003
- [11] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1196—2003. 玉米中转基因成分定性 PCR 检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003
- [12] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1197—2003. 油菜籽中转基因成分定性 PCR 检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003
- [13] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1198—2003. 马铃薯中转基因成分定性 PCR 检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003
- [14] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1201—2003. 植物性饲料中转基因成分定性 PCR 检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003
- [15] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1202—2010. 食品中转基因植物成分定性 PCR 检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010
- [16] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1203—2010. 食用油脂中转基因植物成分实时荧光 PCR 定性检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010
- [17] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1204—2003. 植物及其加工产品中转基因成分实时荧光 PCR 定性检验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003
- [18] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1816—2006. 番茄中转基因成分定性 PCR 检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006
- [19] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 1943—2007. 小麦中转基因成分 PCR 和实时荧光 PCR 定性检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007
- [20] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 2074—2008. 主要食用菌中转基因成分定性 PCR 检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008
- [21] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 2135—2008. 蜂蜜中转基因成分检测方法 普通 PCR 方法和实时荧光 PCR 方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008
- [22] 国家认证认可监督管理委员会. SN/T 2584—2010. 水稻及其产品中转基因成分检测 实时荧光 PCR 法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010
- [23] 谭涛, 陈超. 我国转基因农产品生产、加工与经营环节安全监管: 政策影响与战略取向[J]. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2011, 11(3): 132-137
- [24] 国家质量监督检验检疫总局. 进境食品风险预警. 进境不合格食品通报. 2010 年 01 月—2013 年 04 月进境不合格食品、化妆品信息[EB/OL]. [2010-01-01]. <http://www.aqsq.gov.cn/ztlm/jckspfxyj/jjzspfxyj/jjbhgsptb/>
- [25] Hiroshi Akiyama, Nobuhiro Sasaki, Kozue Sakata, et al. Indicated detection of two unapproved transgenic rice lines contaminating vermicelli products[J]. *J Agric Food Chem*, 2007, 55(15): 5942-5947
- [26] 食品伙伴网. 食品数据库: 欧盟食品和饲料类快速预警系统 (RASFF) 通报查询 [EB/OL]. [2010-01-01]. [http://db.foodmate.net/rasff/list\\_1.html](http://db.foodmate.net/rasff/list_1.html)