

## 动物饲料中转基因抗草甘膦大豆 GTS 40-3-2 成分的检测

袁建琴<sup>1</sup>, 赵江河<sup>1</sup>, 史宗勇<sup>1</sup>, 李静怡<sup>1</sup>, 李敏<sup>1</sup>, 王俊东<sup>2</sup>

(1. 山西农业大学 生命科学院, 山西 太谷 030801; 2. 山西农业大学 动物科技学院, 山西 太谷 030801)

**摘要:**转基因抗草甘膦除草剂大豆 GTS 40-3-2 作为目前在最多国家和地区批准种植的转基因大豆,除榨取大豆油外,剩余的豆粕等副产品被用作动物饲料。通过对山西省太谷周边 11 个动物养殖户的饲料进行转基因标识情况专项调查,采用定性和定量 PCR 技术对转基因抗草甘膦除草剂大豆 GTS 40-3-2 含有的 *CaMV35S* 启动子、*NOS* 终止子、*Cp4-EPSPS* 及大豆内标 *Lectin* 基因进行检测。结果表明:11 份饲料全部含有转基因抗草甘膦除草剂大豆 GTS 40-3-2 成分,且其含量各不相同,其中蛋鸡饲料 GTS 40-3-2 转化体的含量最低,但所有饲料均无转基因标识。试验为我国转基因饲料饲用安全性评价体系提供了试验数据支持,同时也对来源于转基因作物的原材料产品的合理应用以及通过转基因饲料喂养动物所产生的农畜产品的安全性评价具有重要的现实和理论意义。

**关键词:**动物饲料;转基因大豆 GTS 40-3-2;定性 PCR;实时荧光定量 PCR;检测

中图分类号:S816

文献标识码:A

DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2016.02.0295

## The Detection of Transgenic Soybean GTS 40-3-2 Component in Animal Feed

YUAN Jian-qin<sup>1</sup>, ZHAO Jiang-he<sup>1</sup>, SHI Zong-yong<sup>1</sup>, LI Jing-yi<sup>1</sup>, LI Min<sup>1</sup>, WANG Jun-dong<sup>2</sup>

(1. College of Life Science, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China; 2. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

**Abstract:** Genetically modified (GM) crops are planted widely to promote the global food production, alleviate the problem to the environment due to the use of pesticides, reduce poverty and hunger, bring ongoing considerable interest for the global environment (especially in the developing countries and regions), economic and social benefits. However, biological security problems from GM crops, as of the date of birth is accompanied by, the debate has never stopped. Glyphosate resistant transgenic soybean GTS 40-3-2 is currently approved planting as GM crops in most countries and regions. In addition to extracting soybean oil, soybean meal and other remaining by-products are also used as animal feed. In order to detecting genetically modified ingredients in feed, experiments were carried out on the detection glyphosate resistant soybean of 11 animal feeds around Taigu of Shanxi. Qualitative and quantitative PCR were used to detect GTS 40-3-2, which contains *CaMV35S* promoter and *NOS* terminator, *Cp4-EPSPS* gene and soybean standard *Lectin* gene. The detection results showed that 11 of feeds all contained genetically modified resistance to glyphosate GTS 40-3-2 soybean, and the content of each were not identical in 11 of feeds. GTS 40-3-2 transformants of the laying hens feed was the lowest. The study provided data support for our GM feed forage safety evaluation system and had important theoretical and realistic significance from the reasonable application of transgenic livestock products by feeding animals producing or GM sources of raw materials products.

**Keywords:** Animal feed; Genetically modified soybean GTS 40-3-2; Qualitative PCR; Real-time fluorescence quantitative PCR; Detection

转基因生物 (genetically modified organisms, GMOs) 是指使用基因修饰技术将植物、动物或微生物的基因组成改变,从而获得新的特性,如抗虫性、提高营养成分或耐除草剂以及延长保质期等<sup>[1-2]</sup>。转基因技术在农作物中广泛应用,截至 2013 年,大豆、棉花、玉米和油菜是种植面积最多的转基因 (genetically modified, GM) 植物,分别占全球转基因作物种植面积的 79%、70%、32% 和 24%<sup>[3]</sup>。玉米和大豆尤为重要,因为它们是动物饲料的主要成分<sup>[4-5]</sup>。根据 2013 年的年报,全球转基因作物种植面积不断

增加(100 倍以上),已达到 1.752 亿 hm<sup>2</sup>。转基因作物的主要生产国为美国、巴西、阿根廷、印度、加拿大和中国<sup>[3]</sup>。大豆是全球主要的转基因作物,是重要的饲料成分。第一个商业化的转基因植物于 1996 年被批准在加拿大生产,这种植物是转基因抗除草剂大豆 (Roundup Ready<sup>TM</sup> Soybean, RRS),由孟山都公司生产<sup>[6]</sup>。自第一个商业化转基因作物生产以来,尽管具有很多的优点和进步,但受到消费者非常强烈的反响<sup>[6]</sup>。因此,许多国家设立 GMO 和来源于 GMO 食品的官方规定标签,在中国已有

收稿日期:2015-09-30

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划子课题(2012BAD12B06-2);山西省科技攻关项目(20140311025-3);山西省自然科学基金项目(2013011028-2);山西省高等学校教学改革项目(J2012026)。

第一作者简介:袁建琴(1970-),女,副教授,硕导,主要从事生物制药、分子生物学及转基因生物安全性的教学与研究。E-mail:1295714482@qq.com。

通讯作者:王俊东(1953-),男,博士,教授,主要从事动物毒理学与环境毒理学研究。E-mail:wangjd53@outlook.com。

相关法律法规规定转基因食品的可追溯性和标识<sup>[7-9]</sup>。通常检测的基因包括出现在大多数转基因产品中的花椰菜花叶病毒 *CaMV35S* 启动子和胭脂碱合成酶(*NOS*)终止子。大部分的 PCR 筛选方法基于检测这些序列在产品中的存在<sup>[4,8]</sup>。大豆凝集素 *Lectin* 基因是具有物种特异性的 PCR 检测基因,它存在于转基因和非转基因大豆中。特异性的转化体事件 PCR 方法主要用于检测 GMOs 的转化体事件,如转基因大豆 GTS 40-3-2。随着转基因作物品种的日益增多、种植面积的不断扩大,以及国际贸易的扩展,转基因生物及其产品已成为全球食品消费的重要组成部分。有关转基因食品安全性的报道已引发世界范围内科学家和公众对转基因产品安全性的广泛关注。但转基因生物的广泛应用是否会对生态环境和人类及其他生物的健康造成不良影响,至今仍无定论<sup>[10-12]</sup>。因此,有必要对市售动物饲料中转基因成分及其含量进行检测,为评估人群摄入情况及长期食用安全性提供背景资料。本试验选取太谷周边 11 个动物养殖户的饲料,对这 11 份饲料进行抗除草剂大豆事件 GTS 40-3-2 的检测,同时使用实时荧光定量 PCR 的手段,定量检测饲料中含有的 GTS 40-3-2 转化体含量。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 饲料 饲料(共 11 份):包括蛋鸡饲料、蛋小鸡饲料、肉鸡幼期饲料、肉鸡中期饲料、奶牛饲料、庞姓农户中猪全价猪饲料和小猪饲料(商品化颗粒饲料,农户中猪饲料 1 和农户小猪饲料 1);武姓农户中猪饲料、小猪饲料(商品化颗粒饲料,农户

中猪饲料 2 和农户小猪饲料 2);杨姓农户中猪饲料、小猪饲料(农户自己配料,农户中猪饲料 3 和农户小猪饲料 3),见表 1。

表 1 饲料编号及类型

编号 Serial number	饲料类型 Feed types	编号 Serial number	饲料类型 Feed types
1	蛋鸡饲料	7	农户小猪饲料 1
2	蛋小鸡饲料	8	农户中猪饲料 2
3	肉鸡小鸡饲料	9	农户小猪饲料 2
4	肉鸡中期饲料中	10	农户中猪饲料 3
5	奶牛饲料	11	农户小猪饲料 3
6	农户中猪饲料 1		

1.1.2 主要试剂 适用于普通 PCR 的 TransTaq-T DNA Polymerase 购自北京全式金生物技术有限公司;DL2 000 DNA Marker (Cat#3427A)购自宝生物工程(大连)有限公司;定量 PCR 用 Premix Ex Taq<sup>TM</sup> (Probe qPCR) 购自宝生物工程(大连)有限公司 (Code NO. RR390A);TaqMan 探针及定性定量 PCR 引物由北京擎科新业生物技术有限公司合成。其它试剂为实验室常规分析纯试剂。

### 1.2 方法

1.2.1 PCR 引物设计 转基因调控元件 *CaMV35S* 启动子和 *NOS* 终止子参照农业部 1782 号令 - 3 - 2012<sup>[13]</sup>;大豆内标准基因 *Lectin* 和特异性 GTS 40-3-2 基因引物参照农业部 1861 号令 - 2 - 2012<sup>[14]</sup>;转基因大豆 GTS 40-3-2 外源基因 *Cp4-EPSPS* 和 *35S-CTP4* 参照中华人民共和国农业行业标准 NY/T675-2003<sup>[15]</sup>。所有引物由宝生物工程(大连)有限公司合成,引物序列见表 2。

表 2 检测大豆内外源基因定性 PCR 引物

Table 2 PCR primers of detecting endogenous and exogenous genes of soybean

检测基因 Detection gene	取向 Orientation	序列 Sequence (5'-3')	扩增片段大小 Amplicon size /bp
<i>CaMV35S</i>	正向 Sense	GCTCCTACAAATGCCATCATTGC	195
	反向 Anti-sense	GATAGTGGGATTGTGCGTCATCCC	
<i>NOS</i>	正向 Sense	GAATCCTGTTCGCGGTCTTG	180
	反向 Anti-sense	TTATCCTAGTTTGCGGCTA	
<i>Lectin</i>	正向 Sense	GCCCTCTACTCCACCCCATCC	118
	反向 Anti-sense	GCCCATCTGCAAGCCTTTTTGTG	
<i>Cp4-EPSPS</i>	正向 Sense	CCTTCATGTTTCGGCGGTCTCG	498
	反向 Anti-sense	GCGTCATGATCGGCTCGATG	
<i>35S-CTP4</i>	正向 Sense	TGATGTGATATCTCCACTGACG	171
	反向 Anti-sense	TGTATCCCTTGAGCCATGTTGT	
GTS 40-3-2	正向 Sense	TTCAAACCCCTTCAATTTAACCAGAT	370
	反向 Anti-sense	AAGGATAGTGGGATTGTGCGTC	

1.2.2 饲料的预处理 称取 10 g 饲料样品(颗粒性的),放入美的多功能食物搅拌机中磨碎(颗粒大小应小于 2 mm)。

1.2.3 饲料 DNA 的提取与检测 饲料 DNA 的提取采用改良 CTAB 法。*Lectin*、GTS 40-3-2、*Cp4-EP-SPS/35S-CTP4* 基因的 PCR 反应条件:95℃,5 min;95℃,30 s,58℃,60 s,72℃,30 s,35 个循环;72℃,7 min;*CaMV35S/NOS* 基因的 PCR 反应条件:94℃,5 min;94℃,60 s,56℃,30 s,72℃,30 s,35 次循环;

72℃,7 min。

### 1.3 实时荧光定量 PCR 检测

依据 Premix Ex Taq™ (Probe qPCR) 试剂盒说明书,对 11 个饲料样品进行 qRT-PCR 检测,观察并分析标准曲线与扩增曲线,计算转化体含量。反应条件为:95℃,30 s;95℃,5 s,60℃,30 s,40 个循环,收集荧光信号。所用的引物与探针序列<sup>[16]</sup>见表 3。

表 3 qRT-PCR 引物序列

Table 3 qRT-PCR primer sequences

检测基因 Detection gene	取向 Orientation	序列 Sequence (5'-3')	扩增片断大小 Amplicon size/bp
GTS 40-3-2	正向 Sense	CATTTGGAGAGGACACGCTGA	74
	反向 Anti-sense	GAGCCATGTTGTTAATTTGTGCC	
	探针 Probe	FAM-CAAGCTGACTCTAGCAGATCTTTC-TAMRA	
<i>Lectin</i>	正向 Sense	CCAGCTTCGCCGCTTCCTTC	74
	反向 Anti-sense	GAAGCAAGCCATCTGCAAGCC	
	探针 Probe	FAM-CTTCACCTTCTATGCCCTGACAC-TAMRA	

## 2 结果与分析

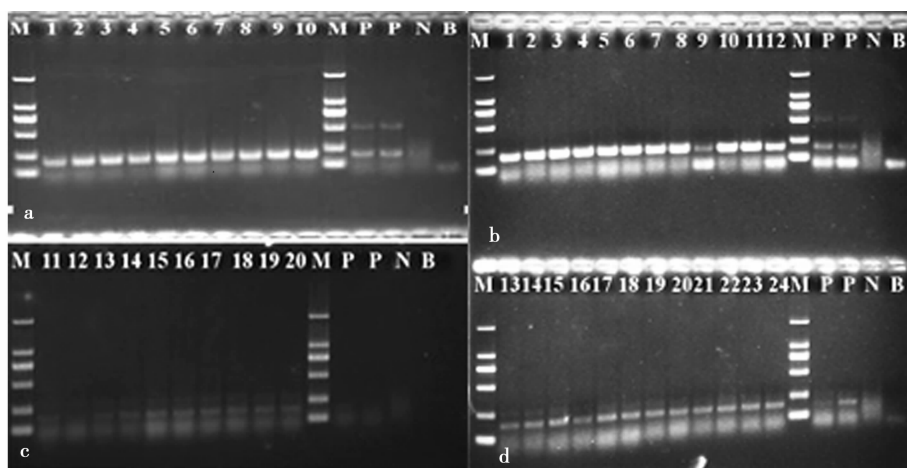
### 2.1 饲料 DNA 浓度和纯度

提取的饲料 DNA 经核酸蛋白浓度检测仪测定浓度均在 25  $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  以上,所有样液的纯度达 1.7 ~ 2.0 ( $\text{OD}_{260}/\text{OD}_{280}$ ),表明提取的 DNA 浓度和纯度较好,可用于后续试验。

### 2.2 饲料定性 PCR 产物电泳结果

利用定性 PCR 对 1 ~ 11 号饲料进行扩增。

2.2.1 检测 *CaMV35S* 和 *NOS* 基因电泳结果 图 1 显示检测 11 份饲料的 *CaMV35S* 启动子和 *NOS* 终止子的琼脂糖凝胶电泳结果。阳性对照扩增出了 195 bp 的 *CaMV35S* 片段和 180 bp 的 *NOS* 片段,阴性对照和空白对照均未扩增出相应片段,所有 11 份饲料都扩增出相应片段,说明 11 份饲料中都含有这两个基因。



a 和 b: *CaMV35S* 启动子检测; c 和 d: *NOS* 终止子检测; a 和 c 为 1 ~ 5 号饲料, b 和 d 为 6 ~ 11 号饲料, 2 次重复; M: DL2 000 DNA Marker; P: 阳性对照; N: 阴性对照; B: 空白对照。下同。

a and b: Detection of *CaMV35S* promoter; c and d: Detection of *NOS* terminator; a and c is 1-5 fodder; b and d is 6-11 fodder; repeated twice; M: DL2 000 DNA Marker; P: Positive control; N: Negative control; B: Blank control. The same below.

图 1 *CaMV35S* 和 *NOS* 基因 PCR 扩增电泳图

Fig. 1 Electrophoresis results of *CaMV35S* and *NOS* genes

2.2.2 35S-CTP4 基因检测结果 图2显示检测11份饲料DNA的外源基因35S-CTP4的琼脂糖凝胶电泳结果。阳性对照扩增出了171 bp的35S-CTP4

条带,阴性对照和空白对照均未扩增出相关基因,11份饲料全部扩增出相应大小的35S-CTP4,说明11份饲料中都含有35S-CTP4外源基因。

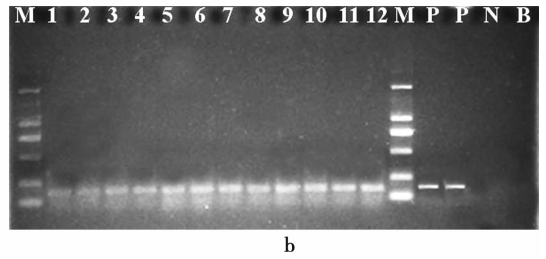
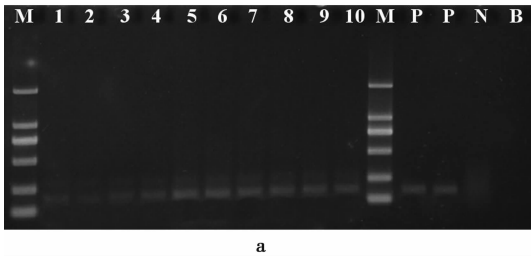


图2 35S-CTP4 基因电泳图

Fig. 2 Electrophoresis result of 35S-CTP4 gene

2.2.3 外源基因 Cp4-EPSPS 检测结果 图3显示检测11种饲料的外源基因Cp4-EPSPS的琼脂糖凝胶电泳结果。阳性对照扩增出了498 bp的Cp4-EPSPS外源基因片段,阴性对照和空白对照均未扩增出相关基因,所有饲料也都扩增出相应片段,说明11种饲料都含有Cp4-EPSPS外源基因。

2.2.4 大豆内标准基因 Lectin 检测结果 图4显示检测11种饲料的大豆内标准Lectin基因的琼脂糖凝胶电泳结果。阳性对照扩增出了118 bp的Lectin基因片段,阴性对照和空白对照均未扩增出相关基因,11种饲料全部扩增出相应大小的片段,说明11种饲料中都含有大豆成分。

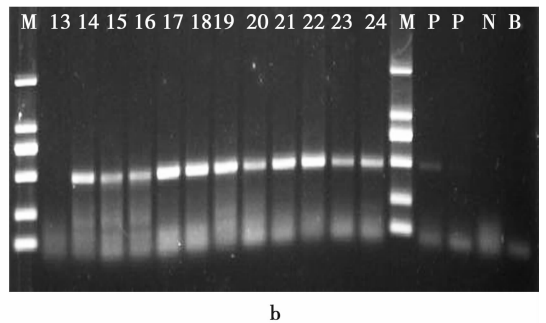
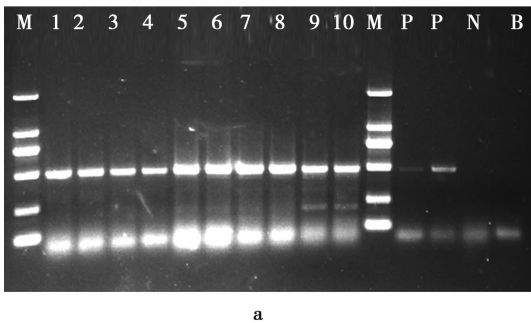


图3 Cp4-EPSPS 基因电泳图

Fig. 3 Electrophoresis result of Cp4-EPSPS gene

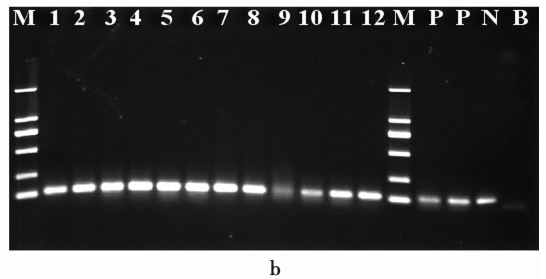
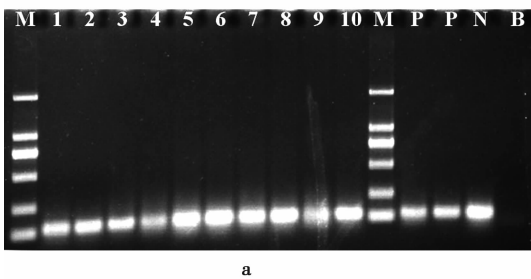


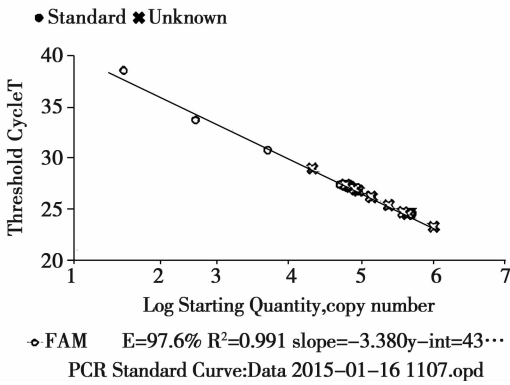
图4 Lectin 基因电泳图

Fig. 4 Electrophoresis result of Lectin gene

2.3 qRT-PCR 检测

试验对饲料中大豆内标 Lectin 和大豆转化体 GTS 40-3-2 基因进行 qRT-PCR 检测。

2.3.1 内标准基因 Lectin qRT-PCR 检测 对饲料中 Lectin 基因进行 qRT-PCR 检测,所得标准曲线如图5。

图 5 *Lectin* 基因标准曲线图Fig. 5 *Lectin* gene standard curve

从图 5 中可看出, *Lectin* 基因标准品有典型扩增曲线, 扩增效率为 97.6%,  $R^2 = 0.991$ ,  $> 0.98$ , 标准曲线斜率为  $-3.380$ ,  $> -3.6$  且  $< -3.1$ 。阴性对照(鲑鱼精子 DNA)和空白对照(水)均无典型扩增曲线, Ct 值和拷贝数都为 0, 可进行样品的判定, 同时得到相应饲料含有 *Lectin* 基因的拷贝数。

2.3.2 GTS 40-3-2 基因实时荧光定量 PCR 检测  
试验对饲料中大豆转化体 GTS 40-3-2 基因进行实时荧光定量 PCR 检测, 所得标准曲线和扩增曲线见图 6。

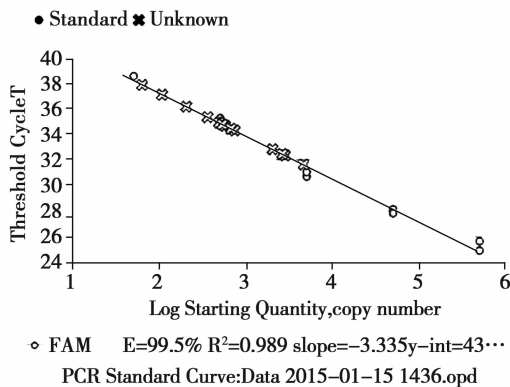


图 6 GTS 40-3-2 基因标准曲线图

Fig. 6 GTS 40-3-2 gene standard curve

从图 6 中可看出, GTS 40-3-2 基因标准品有典型扩增曲线, 扩增效率为 99.5%,  $R^2 = 0.989$ ,  $> 0.98$ , 标准曲线斜率为  $-3.335$ ,  $> -3.6$  且  $< -3.1$ 。阴性对照(鲑鱼精子 DNA)和空白对照(水)均无典型扩增曲线, Ct 值和拷贝数都为 0, 可进行样品的判定, 同时得到相应饲料含有 GTS 40-3-2 特异基因的拷贝数。

2.3.3 饲料中 GTS 40-3-2 转化体的含量 饲料中 GTS 40-3-2 转化体的含量按下列公式计算:  $C = \frac{n_{GTS\ 40-3-2}}{n_{Lectin}} \times 100$

$n_{GTS\ 40-3-2}$  为 GTS 40-3-2 转化体拷贝数,  $n_{Lectin}$  为 *Lectin* 基因拷贝数。通过上述公式计算可知饲料中 GTS 40-3-2 转化体的含量。

从表 4 可知, 1 号样品(蛋鸡饲料)中 GTS 40-3-2 转化体的含量最低, 为 0.20%, 8 号样品(农户中猪饲料)GTS 40-3-2 转化体的含量最高, 为 3.72%, 其余饲料 GTS 40-3-2 转化体含量介于这两个样品之间。

表 4 饲料样品 GTS 40-3-2 转化体的含量

Table 4 The GTS 40-3-2 transformant content of feed samples

样品编号 No.	转化体含量 Transformant content/%	样品编号 No.	转化体含量 Transformant content/%
1	0.20	7	2.08
2	0.31	8	3.72
3	0.47	9	0.18
4	0.46	10	0.87
5	3.59	11	0.44
6	0.64		

### 3 讨论

为满足鸡、猪和牛的生长与生产需要, 日粮中通常含有玉米、豆粕(或大豆)、麸皮及各种添加剂。本试验随机抽取了山西省太谷县周边 11 家农户喂养的蛋鸡、肉鸡、猪和奶牛饲料进行定性 PCR 和 qRT-PCR 检测。试验特别对饲料中含有的大豆的内源基因进行检测。在定性 PCR 检测中发现, 所有饲料都含有大豆内标准 *Lectin* 基因、*CaMV35S* 启动子、*NOS* 终止子、转基因大豆外源基因 *Cp4-EPSPS* 和 *35S-CTP4*, 从而可判定所有 11 份饲料中全部含有转基因大豆 GTS 40-3-2 成分。为调查饲料中转基因大豆 GTS 40-3-2 的含量, 试验进行 qRT-PCR 定量检测, 数据显示所有饲料样品都含有不同含量的 GTS 40-3-2 转基因成分。其中 1 号样品(蛋鸡饲料)含量最低, 为 0.20%, 8 号样品(农户中猪饲料)含量最高, 为 3.72%, 其余饲料中 GTS 40-3-2 转化体

的含量介于两个样品之间。

在本试验中,11份饲料均无含有转基因饲料的标识。目前,转基因作物及其产品的监管主要集中在食品行业。但这并不意味着我们可以对含有转基因成分的饲料监管是可以松懈的,因为农畜产品的安全与所饲喂的饲料具有密不可分的关系,因此,为确保农畜产品的质量安全,必须依法对转基因饲料的标识进行监管,并开展相应的风险评估和跟踪溯源管理。本试验将为我国转基因饲料饲用安全性评价体系提供了试验数据支持,同时也对来源于转基因作物的原材料产品的合理应用以及通过转基因饲料喂养动物所产生的农畜产品的安全性评价具有重要的现实和理论意义。

## 参考文献

- [1] Greiner R, Konietzny U. Presence of genetically modified maize and soy in food products sold commercially in Brazil from 2000 to 2005 [J]. *Food Control*, 2008, 19: 499-505.
- [2] Arun Ö Ö, Yılmaz F, Muratoglu K. PCR detection of genetically modified maize and soy in mildly and highly processed foods [J]. *Food Control*, 2013, 32: 525-531.
- [3] James C. Executive summary of global status of commercialized Biotech/GM crops: 2013[Z]. ISAAA Briefs, 2013: 46, Ithaca, New York.
- [4] Forte V T, Di Pinto A, Martino C, et al. A general multiplex-PCR assay for the general detection of genetically modified soya and maize [J]. *Food Control*, 2005,16: 535-539.
- [5] GMO Compass. Genetically modified food and feed: Authorization in the EU [EB/OL]. <http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db> Accessed 07.05.13, 2015.
- [6] Ujhelyi G, Vajda B, Béki E, et al. Surveying the RR soy content of commercially available food products in Hungary [J]. *Food Control*, 2008, 19: 967-973.
- [7] European Parliament and of the Council. Regulation (EC) No 1830/2003; Concerning the traceability and labeling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC[J]. *Journal of Official Statistics*, 2003, 268: 24-28.
- [8] Miraglia M, Berdal K G, Brera C, et al. Detection and traceability of genetically modified organisms in the food production chain [J]. *Food Chem Toxicol*, 2004, 42: 1157-1180.
- [9] Vijayakumar K R, Martin A, Gowda L R, et al. Detection of genetically modified soya and maize: Impact of heat processing[J]. *Food Chemical*, 2009, 117: 514-521.
- [10] 金芫军, 贾士荣, 彭于发. 不同国家和地区转基因产品标识管理政策的比较[J]. *农业生物技术学报*, 2004, 12(1): 1-7. (Jin W J, Jia S R, Peng Y F. Comparison of labeling policy of genetically modified products in different countries and territories [J]. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 2004,12(1):1-7.)
- [11] 王荣谈, 姜羽, 韦娇君, 等. 转基因生物及其产品的标识与检测[J]. *植物生理学报*, 2013, 49(7): 645-654. (Wang R T, Jiang Y, Wei J J, et al. The labeling and detection of genetically modified organisms and their derivatives[J]. *Plant Physiology Journal*, 2013, 49(7): 645-654.)
- [12] 芦春斌, 张伟, 刘标. 抗草甘膦转基因大豆饲料对雄性小鼠脾淋巴细胞体外增殖的影响[J]. *大豆科学*, 2012, 31(2): 291-294. (Lu C B, Zhang W, Liu B. Effects of transgenic soybean feed on proliferation of spleen lymphocyte in male mice[J]. *Soybean Science*, 2012, 31(2): 291-294.)
- [13] 农业部 1782 号令-3-2012, 转基因植物及其产品成分检测调控元件 *CaMV* 35S 启动子、*FMV* 35S 启动子、*NOS* 启动子、*NOS* 终止子和 *CaMV* 35S 终止子定性 PCR 方法[S]. (Chinese Standard Agriculture Department public announcement No. 1782-3-2012. 2012. Detection of genetically modified plants and derived products-Qualitative PCR methods for the regulatory elements *CaMV* 35S promoter, *FMV* 35S promoter, *NOS* promoter, *NOS* terminator and *CaMV* 35S terminator[S]. Standards Press of China, Beijing, China.
- [14] 农业部 1861 号令-2-2012, 转基因植物及其产品成分检测耐除草剂大豆 GTS 40-3-2 及其衍生品种定性 PCR 方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012. (Chinese Standard Agriculture Department public announcement No. 1861-2-2012. Detection of genetically modified plants and derived products qualitative PCR method for herbicide-tolerant soybean GTS 40-3-2 and its derivatives[S]. Beijing: Standards Press of China, 2012.)
- [15] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T675-2003, 转基因植物及其产品检测大豆定性 PCR 方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012. (Agricultural industry standard of the People's Republic of China NY/T675-2003. Detection of genetically modified plant organisms and derived products-qualitative PCR methods for soybeans[S]. Beijing: Standards Press of China, 2003.)
- [16] 中华人民共和国国家标准 GB/T 19495.5-2004, 转基因产品检测核酸定量 PCR 检测方法转基因大豆 GTS 40-3-2 实时荧光 PCR 检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012. (Chinese Standard GB/T 19495.5-2004. Detection of genetically modified organisms and derived products-quantitative PCR methods based on nucleic acid, genetically modified soybeans GTS 40-3-2 real-time PCR detection methods[S]. Beijing: Standards Press of China, 2004.)