

转基因棉籽亚慢性毒性的研究*

邱忠礼 孙娜 王静 周催 车会莲[△]

(中国农业大学食品科学与营养工程学院 北京 100083)

摘要 目的:转基因棉籽对SD大鼠亚慢性毒性的研究。方法:选取出生6-8周的SPF级SD大鼠140只,雌雄各半,按体重随机分成7组,分别连续饲喂含普通棉籽5%、2.5%和1.25%的饲料和含转基因棉籽5%、2.5%和1.25%的饲料以及基础饲料30天。实验过程中监测动物体重、进食量和进水量,结束后分别测定各组动物的血常规、血生化、脏器指数等指标。结果:实验期间各组动物均生长发育良好,无中毒死亡现象发生。实验组实验动物的各项指标与对照组相比,无显著性差异($P \geq 0.05$)。结论:本研究未发现转基因棉籽对实验动物有亚慢性毒性。

关键词 转基因棉籽 30天喂养 亚慢性毒性

中图分类号:Q95-3 R595 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2011)12-2215-06

Sub-Chronic Toxicity Study of Transgenic Cottonseed in SD Rats*

QIU Zhong-li, SUN Na, WANG Jing, ZHOU Cui, CHE Hui-lian[△]

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing, 100083, China)

ABSTRACT Objective: To monitor the effects of genetically modified cottonseed on nutritional status, physiological and biochemical sub-chronic index in rats. **Methods:** A total of 140 six to eight-week-old SPF SD rats (male and female, half) were randomly divided into 7 groups, continuously feeding the forage containing 5%, 2.5% and 1.25% normal cottonseed and transgenic cottonseed as well as basal forage for 30 days, and then measuring indicators of body weight, food efficiency, blood routine and blood biochemical parameters. **Results:** All the animals grow well and there is no poisoning and dead phenomenon during experimental time. Indicators between experimental and control group show no significant difference ($P \geq 0.05$). **Conclusions:** The study did not find genetically modified cotton seeds has sub-chronic toxicity in experimental animals.

Key words: Transgenic cottonseed; 30-day feeding; Sub-chronic toxicity

Chinese Library Classification(CLC): Q95-3 R595 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2011)12-2215-06

前言

自1983年世界上获得第一例转基因植物烟草以来^[1],被称为第二次绿色革命的转基因作物因其在“少投入”、“多产出”和“保护友好”三方面具有巨大的潜在价值得到了飞速发展^[2],并且表现出十分广阔的应用前景。全球转基因植物的种植面积已由1996年的170万 hm^2 猛增到2008年的1.25亿 hm^2 ,增长了73倍^[3]。

转基因棉花能够抵抗害虫和化学药品,2006年全球转基因棉花种植面积已达到1340万 hm^2 ,而Bt基因棉花作为我国唯一大规模种植的转基因作物,种植面积已达到350万 hm^2 ,占全球种植面积的26.1%,居世界第二^[4]。棉籽作为棉花的产物之一,含有丰富的蛋白质、脂肪等营养物质,常被用做反刍动物的饲料^[5]。且棉籽蛋白是一种十分重要的植物蛋白资源,一些经济发达国家已将其作为天然食品强化剂或添加用于食品中^[6]。据统计,转基因棉籽可食用后,每年有望满足全球5亿人口的蛋白质需求^[7]。因此将转基因棉籽投入生产食用就显得尤为重要。

任何新产品的应用都要经过安全性评价,食品安全评价的

主要内容包括毒性、过敏性、营养成分、抗营养因子、标记基因转移和非期望效应等^[8]。本实验通过给SD大鼠饲喂添加了转基因棉籽的饲料,来研究转基因棉籽对动物的亚慢性毒性,为转基因棉籽的安全性评价提供了一定的参考数据。

1 材料与方法

1.1 受试物

转Bt基因棉籽,中国农业大学提供。

1.2 主要仪器

全自动生化分析仪:7020,日本日立公司;组织切片机:MNT,美国SLEE公司;

显微镜:MODEL BX51TF,日本Olympus公司;电子天平:JA1003,上海越平科学仪器有限公司;血细胞计数仪:HEMAVET HV950FS,美国Drew Scientific Inc公司。

1.3 主要试剂

10%福尔马林:用市售的40%甲醛溶液10ml与蒸馏水90ml混合,即得4%甲醛溶液,亦即10%福尔马林^[9]。

1.4 实验动物

购于北京维通利华实验动物技术有限公司的6-8周龄SPF

*基金项目 国家“转基因生物新品种培育重大专项”课题(2008ZX08011-006)资助

作者简介 邱忠礼(1989-),女,本科在读,食品科学与工程 E-mail:445201936@qq.com

[△]通讯作者 车会莲 E-mail: chehuilian@cau.edu.cn

(收稿日期 2010-11-24 接受日期 2010-12-18)

级 SD 大鼠 140 只,雌性各半。给予常规基础饲料适应性喂养 3-5 天后,按体重随机分成 7 组,每组 20 只,雌雄各半。

1.5 动物分组

C 组:饲喂基础饲料;N1 组:饲喂添加 5 %普通棉籽的饲料;N2 组:饲喂添加 2.5 %普通棉籽的饲料;N3 组:饲喂添加 1.25 %普通棉籽的饲料;T1 组:饲喂添加 5 %转基因棉籽的饲料;T2 组:饲喂添加 2.5 %转基因棉籽的饲料;T3 组:饲喂添加 1.25 %转基因棉籽的饲料。

1.6 动物饲养

同组同性别 SD 大鼠两只一笼喂养,自由进食和饮水。环境温度 21-25 ℃,相对湿度 40-70 %。

分别将转基因棉籽和普通棉籽按 5 %、2.5 %和 1.25 %的比例添加到基础饲料中,使饲料中的主要营养成分达到 GB14924.3-2001 中列出的实验动物营养标准^[10]。饲料均经 Co⁶⁰ 辐射灭菌,达到清洁级水平。

1.7 指标测定

1.7.1 一般情况观察 每天观察并记录动物的行为、饮食饮水状况和死亡情况。每周记录一次体重和进食量。

1.7.2 血常规指标 实验开始(0 天)和实验结束(30 天)禁食不禁水 12 h 后,内眦静脉取血,用血细胞计数仪测定红细胞计数、白细胞计数及分类、血小板数、网织红细胞数、血红蛋白含量等血液学指标。

1.7.3 血生化指标 实验开始(0 天)和实验结束(30 天)禁食不禁水 12 h 后,内眦静脉取血,静置 30 分钟后,取上层血清,用

全自动生化分析仪测定谷丙转氨酶、谷草转氨酶、尿素氮、肌酐、血糖、血清白蛋白、总蛋白、总胆固醇、甘油三酯等血生化指标。

1.7.4 脏器病理检查 实验结束后,处死并解剖所有动物,取其心、肝、脾、肺、肾、胃肠、肾上腺、胸腺、脑、卵巢或睾丸等脏器,观察大体变化并称重(胃肠除外),计算其脏器指数(脏器质量/体重)× 100 %。

将称量后的脏器用 10 %福尔马林固定,用组织切片机切片后常规制片、HE 染色,在光学显微镜下进行组织病理学观察。

1.8 数据处理

采用 SPSS 软件的 Dunnett 方法对数据进行统计学分析, P≤ 0.05 为显著性差异。数据以平均值± 标准差的形式表示。

2 实验结果

2.1 一般情况

实验过程中,各组实验动物均生长状况良好,无中毒、死亡现象发生。

2.2 食物利用率

由表 1 可知,含转基因棉籽和普通棉籽的饲料对实验动物增重和食物利用率均无显著性影响(P≥ 0.05)。

2.3 血常规指标

由表 2 分析可知,饲喂含转基因棉籽和普通棉籽的饲料对实验动物各项血常规指标的影响无显著性差异(P≥ 0.05)。

表 1 受试物对体重增重、进食量及粮食利用率影响

Table1 Effects of transgenic cottonseed on body weight gain,food intake,food efficiency

性别	组别	动物数	体重增加(g)	总进食量(g)	食物利用率(%)
Sex	Group	Number	Weight Gain	Totle Food Intake	Food Efficiency
雄性	C	10	120.6± 16.0	881.2	13.69
	N1	10	137.4± 17.7	886.4	15.50
	N2	10	131.4± 10.6	775.6	16.94
	N3	10	131.2± 10.7	763.2	17.19
	T1	10	138.2± 17.6	786.8	17.56
	T2	10	129.1± 16.4	802.4	16.09
	T3	10	139.8± 16.3	826.4	16.92
	C	10	52.9± 12.5	487.6	10.85
	N1	10	56.8± 12.3	529.6	10.72
雌性	N2	10	51.5± 9.6	494.8	10.41
	N3	10	47.7± 8.4	604.4	7.89
	T1	10	53.3± 8.3	558.8	9.54
	T2	10	56.7± 11.3	577.6	9.82
	T3	10	62.0± 14.5	522.8	11.86

注:添加转基因棉籽组和基础饲料组比较,动物的体重增长、进食量、食物利用率均无显著性差异(P≥ 0.05);

添加转基因棉籽各组与普通棉籽各组的体重增重、进食量和食物利用率无显著性差异(P≥ 0.05)。

Note: Adding transgenic cottonseed group and the basal diet group, body weight gain, food intake, food efficiency of animals were not significantly different (P ≥ 0.05); Adding transgenic cottonseed group and the ordinary cottonseed group,the body weight gain, food intake and food utilization were not significant different (P ≥ 0.05).

2.4 血生化指标 30 天对实验动物各项血生化指标的影响无显著性差异 (P≥ 0.05)。
由表 3 分析可知, 饲喂含转基因棉籽和普通棉籽的饲料

表 2 末期各组实验动物的血常规(平均值± 标准差)
Table 2 Blood routine of each group of rat at the last stage

组别 Group	C	N1	N2	N3	T1	T2	T3
雄性 Male							
动物数 Number	10	10	10	10	10	10	10
白细胞 WBC (*10 ⁹ /L)	11.47± 0.89	9.61± 2.04	12.58± 2.47	12.71± 1.26	10.97± 2.15	11.16± 2.43	11.61± 2.43
红细胞 RBC (*10 ¹² /L)	8.02± 0.24	7.89± 0.29	7.84± 0.34	7.89± 0.22	7.81± 0.37	7.93± 0.18	7.72± 0.16
血红蛋白 HGB (g/L)	151.33± 4.89	149.17± 6.31	153.83± 3.44	151.33± 3.44	151.83± 6.27	151.67± 3.50	148.83± 1.60
红细胞压积 HCT (L/L)	45.82± 1.9	49.07± 2.05	48.28± 2.19	47.90± 0.95	48.08± 1.61	49.26± 1.74	48.87± 0.85
平均红细胞体积 MCV (fL)	57.13± 1.25	57.08± 1.68	58.92± 1.31	58.20± 1.93	58.40± 1.84	57.83± 2.01	58.98± 1.57
平均血红蛋白含量 MCH (pg)	18.88± 0.42	18.90± 0.35	19.65± 0.29	19.18± 0.63	19.45± 0.39	19.13 ± 0.46	19.27± 0.40
平均血红蛋白浓度 MCH-2(g/L)	330.33± 3.39	331.33± 5.13	333.33± 3.33	329.67± 2.07	333.17± 7.44	331.00± 5.25	327.00± 3.22
血小板 PLT (*10 ⁹ /L)	740.67± 77.81	710.83± 79.05	690.50± 72.81	741.67± 103.20	625.67± 100.04	675.50± 100.04	663.83± 134.75
平均血小板体积 MPV (fL)	7.92± 0.18	7.87± 0.15	7.92± 0.19	7.90± 0.19	7.93± 0.12	8.15± 0.26	7.93± 0.22
雌性 Female							
动物数 Number	10	10	10	10	10	10	10
白细胞 WBC (*10 ⁹ /L)	7.20± 1.53	6.99± 1.00	5.75± 0.92	6.30± 1.28	5.80± 0.89	6.38± 1.35	5.85± 0.90
红细胞 RBC (*10 ¹² /L)	7.94± 0.36	7.51± 0.29	7.64± 0.25	7.58± 0.42	8.03± 0.28	7.87± 0.36	7.90± 0.35
血红蛋白 HGB (g/L)	149.33± 7.84	143.00± 7.56	142.83± 3.97	144.67± 3.93	147.83± 3.92	144.83± 4.36	146.17± 5.15
红细胞压积 HCT (L/L)	45.86± 2.05	43.50± 2.09	43.70± 1.20	44.02± 1.24	44.13± 1.02	43.70± 1.68	44.53± 1.35
平均红细胞体积 MCV (fL)	57.45± 1.78	57.47± 0.64	57.23± 1.93	58.20± 2.17	55.00± 1.12	55.60± 2.77	56.42± 2.18
平均血红蛋白含量 MCH (pg)	18.83± 0.70	18.90± 0.25	18.68± 0.57	19.13± 0.70	18.43± 0.39	18.43± 0.79	18.53± 0.50
平均血红蛋白浓度 MCH-2(g/L)	327.67± 6.68	328.50± 3.27	326.83± 5.19	328.50± 2.26	335.17± 3.60	331.67± 3.39	328.33± 4.80
血小板 PLT (*10 ⁹ /L)	794.5± 93.9	728.8± 34.2	687.7± 70.7	788.3± 182.5	732.7± 73.0	746.3± 87.7	746.3± 110.4
平均血小板体积 MPV (fL)	7.85± 0.19	8.02± 0.25	7.78± 0.22	8.22± 0.52	7.95± 0.26	7.85± 0.22	7.70± 0.25

注 :实验末期时 ,添加转基因棉籽组和基础饲料对照组实验动物的血常规指标无显著性差异(P≥ 0.05) ,添加转基因棉籽和普通棉籽的各组实验动物血常规指标无显著性差异(P≥ 0.05)

Note: Adding transgenic cottonseed group and the basal diet group,the blood routine of animals were not significantly different (P ≥ 0.05); Adding transgenic cottonseed group and the ordinary cottonseed group, the blood routine were not significant different (P ≥ 0.05).

2.5 组织病理学 异常表现 ,未发现任何组织病理形态学改变。脏器指数见表 4 ,
各组动物脏器组织的大体和组织形态学观察均未见任何 如表可知, 饲喂含转基因棉籽和普通棉籽的饲料 30 天对实验

动物脏器指数的影响无显著性差异($P\geq 0.05$)。

截至 2008 年，世界上有 23 个国家 7.1×10^8 户农户种植转基因作物 转基因作物的全球市场价值已达 75 亿美元 约占全球商业种子市场 22 %^[1]。而转 Bt 基因棉花作为一种大面积

3 结论与讨论

表 3 末期各组实验动物的血生化指标(平均值± 标准差)
Table 3 Blood biochemical parameters of each group of rat at the last stage

性别 Sex	组别 Group	N	LDH (U/L)	ALT (U/L)	ALP (U/L)	TP (g/L)	ALB (g/L)	AST (U/L)	BUN (mmol/ l)	Ca (mmol/ l)	CREA (u- mol/l)	T-CHO (mmol/ l)	TG (mmol/ l)	GLU (mmol/ l)
雄性 Male	G1	10	2645.83 ± 294.06	37.00± 5.44	147.33 ± 17.47	70.84± 2.41	40.98± 1.85	272.83 ± 26.86	4.77± 0.46	5.43± 1.13	61.00± 4.94	1.92± 0.18	0.84± 0.34	3.59± 1.26
	G2	10	2696.67 ± 418.51	34.17± 4.22	139.33 ± 28.62	70.37± 2.79	40.52± 1.39	253.67 ± 38.17	4.89± 1.02	5.80± 0.51	61.00± 2.53	1.88± 0.27	0.63± 0.14	3.92± 1.57
	G3	10	2979.67 ± 384.17	33.50± 3.39	144.50 ± 39.60	70.61± 3.56	40.84± 1.25	297.67 ± 53.52	5.46± 0.66	5.68± 0.55	61.83± 2.23	2.08± 0.13	0.87± 0.25	3.47± 1.29
	G4	10	3075.67 ± 168.09	32.33± 3.50	125.17 ± 18.93	69.50± 3.14	41.08± 0.95	310.67 ± 24.67	5.17± 0.88	6.45± 1.22	63.17± 5.19	2.07± 1.93	0.90± 0.20	2.85± 1.36
	G5	10	2889.33 ± 96.40	37.50± 5.36	124.17 ± 25.83	70.21± 2.09	40.42± 1.28	287.33 ± 15.49	5.02± 1.36	4.87± 0.20	58.83± 3.37	1.93± 0.17	1.04± 0.53	2.89± 1.04
	G6	10	2757.67 ± 249.35	28.33± 4.76	143.50 ± 25.83	70.66± 1.62	40.92± 0.89	252.17 ± 30.37	5.17± 0.61	6.08± 0.78	59.33± 2.94	1.94± 0.23	0.76± 0.26	2.75± 0.95
	G7	10	2666.00 ± 450.65	34.83± 10.32	144.00 ± 32.60	69.02± 3.25	40.37± 0.94	257.33 ± 50.23	4.17± 0.62	6.17± 1.18	59.00± 2.76	1.98± 0.20	0.87± 0.24	3.25± 1.00
雄性 Female	G1	10	2437.83 ± 787.88	35.00± 7.13	49.67± 12.88	81.49± 5.75	48.27± 3.57	251.17 ± 64.79	7.33± 1.60	5.35± 0.26	76.00± 5.76	1.81± 0.46	0.65± 0.15	2.47± 0.56
	G2	10	1538.83 ± 494.78	29.50± 4.59	52.67± 14.51	79.39± 5.12	48.48± 2.68	160.33 ± 33.16	4.98± 0.43	6.47± 1.37	70.17± 2.71	1.83± 0.22	0.89± 0.40	4.42± 1.01
	G3	10	1719.67 ± 698.27	26.67± 3.98	48.67± 18.74	80.52± 2.75	50.33± 1.74	180.00 ± 45.08	5.19± 0.38	6.43± 0.98	76.33± 7.87	1.97± 0.24	0.97± 0.40	3.23± 0.96
	G4	10	2013.33 ± 645.46	29.83± 6.78	46.00± 12.08	79.59± 5.42	46.62± 6.65	212.67 ± 64.90	5.32± 0.91	6.07± 0.70	68.83± 7.22	2.33± 0.40	1.00± 0.59	3.14± 1.00
	G5	10	1876.83 ± 486.43	26.17± 6.82	35.17± 4.36	83.21± 5.74	50.89± 1.89	184.33 ± 42.47	5.26± 0.49	5.68± 1.59	69.00± 1.67	2.17± 0.17	1.00± 0.47	2.73± 0.50
	G6	10	1982.00 ± 684.95	26.83± 5.42	48.33± 15.47	82.17± 2.59	49.50± 1.11	191.83 ± 51.22	4.78± 0.79	5.93± 1.32	71.33± 5.50	1.75± 0.24	0.82± 0.22	2.81± 0.59
	G7	10	2002.00 ± 345.46	25.67± 3.27	38.83± 3.92	78.70± 4.12	47.61± 2.48	187.00 ± 30.90	4.89± 0.48	5.97± 1.03	69.33± 2.73	1.86± 0.27	0.61± 0.11	2.46± 0.69

注 :实验末期时 ,添加转基因棉籽和基础饲料的各组实验动物的血生化指标无显著性差异($P\geq 0.05$) 添加转基因棉籽和普通棉籽的各组实验动物的血生化指标无显著性差异($P\geq 0.05$)。

Note: Adding transgenic cottonseed group and the basal diet group,the blood biochemical parameters of animals were not significantly different ($P\geq 0.05$); Adding transgenic cottonseed group and the ordinary cottonseed group, the blood biochemical parameters were not significant different ($P\geq 0.05$).

生产的作物 ,如果能将其副产物转基因棉籽运用于生产 ,在解决温饱问题的同时无疑还会给经济带来巨大效益。

有研究在奶牛身上做过转基因棉籽的安全性评价 ,证明普通棉籽和转基因棉籽对奶牛的体重和血生化等指标无显著性影响^[12]。也有利用大鼠进行的转基因棉籽的安全和营养评价 ,

各项指标均表明与普通棉籽无显著性差异^[13]。国内中国农业大学食品学院的罗云波、黄昆伦教授也对转 Bt 基因棉籽的食用安全性做过研究 ,发现其对动物无毒害作用^[14]。另外 ,国外在转基因的小麦^[15]、玉米^[16]、西红柿^[17] ,国内在转基因水稻^[18]、大米^[19]、番茄^[20]、大豆^[21]等转基因食品的研究中 ,均未发现对实验动物有

表 4 各组实验动物的脏器指数(% ,平均值± 标准差)
Table 4 Fat ratio of each group of rat at the last stage

性别 Sex	组别 Group	N	大脑 / 体 重 Cerebrum	肝脏 / 体重 Liver	脾脏 / 体重 Spleen	心脏 / 体重 Heart	肺脏 / 体重 Lungs	胸腺 / 体重 Thymus	肾脏 / 体重 Kidney	肾上腺 / 体 重 Adrenal	
雄性 Male	G1	10	5.67± 0.37	38.90± 4.30	2.14± 0.22	3.07± 0.20	4.42± 0.55	1.19± 0.25	7.16± 0.87	0.16± 0.01	Gland 睾丸 (卵巢) / 体重 Testis (Ovary)
	G2	10	5.57± 0.44	37.45± 3.23	2.04± 0.42	2.94± 0.23	3.86± 0.49	1.17± 0.21	6.78± 0.52	0.16± 0.03	9.37± 0.72
	G3	10	5.56± 0.20	37.32± 2.70	2.94± 0.29	3.07± 0.35	4.24± 0.38	1.28± 0.29	6.67± 0.57	0.15± 0.04	9.66± 0.91
	G4	10	5.29± 0.33	36.33± 4.13	2.08± 0.24	3.23± 0.60	4.34± 1.26	1.22± 0.21	6.60± 0.68	0.32± 0.46	9.10± 0.75
	G5	10	5.58± 0.25	38.04± 3.31	2.15± 0.53	3.23± 0.60	4.15± 0.45	1.18± 0.47	6.88± 0.44	0.71± 1.66	9.16± 0.89
	G6	10	5.42± 0.30	35.64± 4.89	2.13± 0.33	3.19± 0.52	3.94± 0.52	1.16± 0.24	6.72± 0.69	0.16± 0.04	9.13± 1.22
	G7	10	5.02± 0.81	36.75± 4.64	2.09± 0.30	2.98± 0.33	4.05± 0.44	1.20± 0.28	6.83± 0.91	0.17± 0.04	8.64± 0.81
雌性 Female	G1	10	6.92± 0.49	34.39± 2.55	2.06± 0.34	3.07± 0.37	4.54± 0.49	1.44± 0.34	6.43± 0.58	0.29± 0.09	0.60± 0.24
	G2	10	6.497± 0.522	31.595± 5.400	2.008± 0.372	3.169± 0.262	4.266± 0.460	1.198± 0.213	6.490± 0.438	0.282± 0.112	0.478± 0.106
	G3	10	7.762± 2.319	30.280± 5.114	2.048± 0.368	3.206± 0.529	4.270± 0.327	1.050± 0.260	6.091± 0.543	0.266± 0.043	0.568± 0.279
	G4	10	7.146± 0.882	32.883± 6.393	1.929± 0.262	3.196± 0.463	4.781± 0.654	1.423± 1.099	6.634± 1.401	0.287± 0.076	0.464± 0.118
	G5	10	6.977± 0.556	32.912± 3.116	2.022± 0.255	3.176± 0.260	4.666± 0.368	1.062± 0.357	6.383± 0.480	0.298± 0.087	0.487± 0.160
	G6	10	6.620± 0.457	29.567± 2.387	1.991± 0.289	3.059± 0.287	4.782± 0.542	1.006± 0.273	5.885± 0.335	0.259± 0.058	0.445± 0.123
	G7	10	6.807± 0.464	33.923± 5.672	1.855± 0.248	3.242± 0.435	5.466± 2.882	0.972± 0.181	6.856± 1.049	0.307± 0.091	0.453± 0.075

毒害作用。这些在一定程度上证明了转基因食品的安全性。

本研究利用动物对转基因棉籽的亚慢性毒性进行了研究 ,结果显示饲喂含转基因棉籽的饲料 30 天后实验动物的生理、生化等各项指标与对照组均无显著性差异(P> 0.05) ,未发现转基因棉籽具有亚慢性毒性 ,对转基因棉籽的安全性评价有一定的参考意义。

参考文献(References)

[1] 贾士荣.转基因作物的安全性争论及其对策 [J].生物技术通报,1999,(6):1
Jia Shi-rong. The debate and Countermeasures on safety of GM crops [J]. Biotechnology Bulletin,1999,(6):1(In Chinese)

[2] 蒋高明.第二次绿色革命 [J].市场周刊,2008,(14):14-16
Jiang Gao-ming.The second green revolution [J]. Market Weekly, 2008, (14):14-16(In Chinese)

[3] 高飞.我国转基因棉花的发展状况及存在问题 [J].中国测试,2009,35 (6): 106-109
Gao Fei.The development and problems of Transgenic cotton in China [J]. China Measurement & Test, 2009,35 (6):106-109 (In Chinese)

[4] 刘文科,杜连凤.世界转基因棉花种植现状及其生态思考 [J].北京农业,2007,(9):23-24
Liu Wen-ke,Du Lian-feng. Status and ecology of the world's trans-

- genic cotton [J]. Beijing Agricultural, 2007, (9): 23-24 (In Chinese)
- [5] Bullock SL, Hewitt DG, Stanko RL, et al. Plasma gossypol dynamics in white-tailed deer: implication for whole cottonseed as a supplemental food [J]. Small Ruminant Research, 2010, 93(2010): 165-170
- [6] 唐茂芝, 黄昆仑, 周可等. 转基因棉籽的食用安全性及对大鼠抗氧化系统影响的研究 [J]. 食品科学, 2006, 27(6): 216
Tang Mao-zhi, Huang Kun-lun, Zhou Ke, et al. Studies of GM cottonseed food safety and effects on antioxidant system in rat [J]. Food Science, 2006, 27(6): 216 (In Chinese)
- [7] 美研究出可供食用的转基因棉籽 [J]. 中国科技财富, 2006, (12): 94
US developed an edible GM cotton seeds [J]. Fortune World, 2006, (12): 94 (In Chinese)
- [8] 卓勤, 杨晓光. 转基因作物的安全性评价策略、现状及发展 [J]. 卫生研究, 2005, 34(2): 244-248
Zhuo Qin, Yang Xiao-guang. Safety evaluation strategies, status and development of GM crops [J]. Journal of Hygiene Research, 2005, 34(2): 244-248 (In Chinese)
- [9] 张宝元. 10%福尔马林与中性福尔马林的比较 [J]. 四川解剖学杂志, 2001, 9(2): 97
Zhang Yuan-bao. 10% formalin in comparison with neutral formalin [J]. Sichuan Journal of Anatomy, 2001, 9(2): 97 (In Chinese)
- [10] 参照国家标准《GB14924.3-2001 实验动物小鼠大鼠配合饲料》
Reference to national standards "GB14924.3-2001 feed of Laboratory animal rats" (In Chinese)
- [11] 胡安生. 转基因作物的安全性评价 [J]. 浙江柑橘, 2010, 27(1): 18-20
Hu An-sheng. The safety evaluation of transgenic crops [J]. Zhejiang Citrus, 2010, 27(1): 18-20 (In Chinese)
- [12] Mohanta RK, Singhal KK, Tyagi AK, et al. Nutritional evaluation of transgenic cottonseed in the ration of lactating dairy cows [J]. Trop Anim Health Prod, 2009, (42): 431-438
- [13] Dryzga MD, Yano BL, Andrus AK, et al. Evaluation of the safety and nutritional equivalence of a genetically modified cottonseed meal in a 90-day dietary toxicity study in rats [J]. Food and Chemical Toxicology, 2007, 45(10): 1994-2004
- [14] 唐茂芝, 黄昆仑, 周可等. 转基因棉籽的食用安全性及对大鼠抗氧化系统影响的研究 [J]. 食品科学, 2006, 27(6): 216
Tang Mao-zhi, Huang Kun-lun, Zhou Ke, et al. Studies of GM cottonseed food safety and effects on antioxidant system in rat [J]. Food Science, 2006, 27(6): 216 (In Chinese)
- [15] Vasil IK. Molecular genetic improvement of cereals: transgenic wheat [J]. Plant Cell Rep, 2007, 26: 1133-1154
- [16] Xiao Yun-he, Mao Zhi-tang, Yun Bo-luo, et al. A 90-day toxicology study of transgenic lysine-rich maize grain (Y642) in Sprague-Dawley rats [J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 47(2009): 425-432
- [17] Quemada H, Zarka K, Pett W, et al. Safety evaluations of the cryIIa1 protein found in the transgenic potato SpuntaG2 [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2010, 135(4): 325-332
- [18] 刘雨芳, 刘文海, 贺玲等. 转基因抗虫杂交稻大米对 SD 大鼠行为与生理的影响 [J]. 生命科学研究, 2008, 12(3): 257-261
Liu Yu-fang, Liu Wen-mei, He Ling, et al. The effect transgenic hybrid rice has on the behavior and physiology in SD rats [J]. Life Science Research, 2008, 12(3): 257-261 (In Chinese)
- [19] 李敏, 朴建华, 刘巧泉等. 富含抗性淀粉转基因大米对大鼠肠道健康的影响 [J]. 营养学报, 2008, 30(6): 588-591
Li Min, Pu Jian-hua, Liu Qiao-quan, et al. Genetically modified rice rich in resistant starch on intestinal health of rats [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2008, 30(6): 588-591 (In Chinese)
- [20] 王晓军, 王静, 姜文玲等. 转基因食品抗软化番茄 30d 喂养试验 [J]. 卫生毒理学杂志, 2001, 15(2): 117
Wang Xiao-jun, Wang Jing, Jiang Wen-ling, et al. A 30d feeding test about genetically modified foods Tomatoes against softening [J]. Journal of Toxicology, 2001, 15(2): 117 (In Chinese)
- [21] 赵志辉, 杨立桃, 艾晓杰等. 转基因抗草甘膦大豆对大鼠生理代谢的影响及外源基因水平转移研究 [J]. 南京农业大学学报, 2006, 29(1): 77-80
Zhao Zhi-hui, Yang Li-tao, Ai Xiao-jie, et al. The influence Phosphine transgenic soybean has on physiological metabolism in rats and research on transfer of foreign gene [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2006, 29(1): 77-80 (In Chinese)