

转 *Cry1Ac/sck* 基因糙米作为肉仔鸡日粮原料的营养安全性评价

秦海峰^{1,2}, 刘 阳¹, 邢福国¹

(1. 中国农业科学院 农产品加工研究所, 农业部农产品加工综合性重点实验室, 北京 100193;

2. 内蒙古农牧业科学院 园艺研究所, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要: 为了研究转 *Cry1Ac/sck* 基因糙米作为肉仔鸡日粮原料的营养安全性, 将 360 只 1 日龄肉仔鸡随机分成 3 组。一组饲喂含转基因糙米日粮, 另一组饲喂含非转基因糙米日粮, 第三组饲喂非转基因玉米日粮。试验期 42 d。测定肉仔鸡的生产性能、器官指数、屠体性状、肌肉成分。21、42 d 测定生产性能、器官指数。42 d 测定屠体性状和肌肉成分。结果显示, 转基因糙米对肉仔鸡的生产性能、器官指数、屠体性状、肌肉成分和健康状况在试验期内未产生明显的有害影响 ($P > 0.05$)。

关键词: 转基因糙米; 生产性能; 肉仔鸡

中图分类号: Q78 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2011)05-0135-06

Effects of Transgenic Brown Rice on Nutritional of Broiler Chicken

QIN Hai-feng^{1,2}, LIU Yang¹, XING Fu-guo¹

(1. Institute of Agro-food Science & Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Agricultural Products Processing Complex Laboratory, Ministry of Agriculture, Beijing 100193, China; 2. Institute of Horticulture, Inner Mongolia Academy of Agriculture and Husbandry Sciences, Huhhot 010010, China)

Abstract: A 42-day feeding trial was employed to evaluate whether the transgenic brown rice used in broiler's diet had any deleterious effects on growth performance, on organ index, on carcass trait, on composition of muscle of broiler chicken. Three hundred sixty one-day old broilers were divided into three groups. One group was fed a diet containing transgenic brown rice and the other group was fed a diet containing corresponding nontransgenic brown rice. Three group was fed a diet containing corn. Growth Performance and organ index at the 21 and 42 day of age were determined, carcass trait and composition of muscle were measured at the end of the experiment. The results showed that no significant difference were observed ($P > 0.05$) in the growth performance, in organ index and carcass trait and composition of muscle in two phases between the two groups. No histopathological damages were detected. From this study, it was concluded that there were no adverse effects of the transgenic brown rice on the broiler chicken's health.

Key words: Transgenic rice; Growth performance; Broiler chicken

水稻是世界上重要的粮食作物之一,也是中国的主要粮食作物,全国以稻米为主食的人口约占总人口的 65%^[1]。2007 年中国水稻种植面积占全国作物种植面积的 18.84%、占粮食种植面积的 27.38%、稻谷产量占全国粮食总产的 37.09%,中国每年因虫害造成的损失占水稻总产量的 5%以上^[2]。培育具有抗虫能力的水稻新品种是控制水稻

害虫的重要途径之一^[3]。培育转基因抗虫新品系,已成为农作物害虫治理的一种重要方法。目前已育成多个转基因抗虫水稻品系^[4,5]。随着转基因技术的快速发展,转基因作物不断出现。人们对转基因作物的食用和饲用安全性非常关心,转 *Cry1Ac/sck* 基因水稻由中国科学院遗传与发育研究所和福建省农业科学院合作育成,具有稳定的抗虫性。转

收稿日期: 2011-05-23

基金项目: 转基因生物新品种培育科技重大专项(2008ZX08011-005)

作者简介: 秦海峰(1969-)男,内蒙古丰镇人,副研究员,博士研究生,主要从事转基因食品安全性评价研究。

通讯作者: 刘 阳(1965-)男,辽宁人,研究员,博士,博士生导师,主要从事食品安全性评价研究。

CryIAc/sck 基因水稻转化植株能高效表达转入基因的目的产物以达到预期的抗虫目标,同时由于是转双价基因,害虫不易对其产生耐受性,这在生产实践中具有重大的意义与应用价值^[6,7]。因此有必要进行转基因植物的食用和饲用安全性研究。本试验以转基因糙米制肉仔鸡日粮,以非转基因的糙米作为对照,进行试验,研究转基因糙米对肉仔鸡的饲用营养安全性的影响。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 转基因糙米与亲本糙米 转基因水稻为转入了抗虫基因 *CryIAc/sck* 的水稻,亲本水稻为没有

进行任何转基因操作的与转基因水稻同时种植和收获的水稻。两种水稻 2009 年种植于福建省农科院试验田,贮存和加工过程中严格分离,避免混合与污染,两种水稻加工成糙米粉碎后用于肉仔鸡日粮。

1.1.2 日粮的配置 试验日粮的配制参照中华人民共和国农业行业标准 NY/T 33-2004《鸡饲养标准》中肉鸡营养需要,根据测定的糙米中各种营养成分含量配制糙米-豆粕型日粮,非转基因糙米配制的日粮为亲本组,转基因糙米配制的日粮为转基因组,玉米配制的日粮为玉米组。组成及营养水平见表 1。日粮中其他原料均为非转基因产品,日粮以粉料形式饲喂。

表 1 肉仔鸡基础日粮配方

Tab. 1 Dietary composition and nutrient level

原料/% Ingredient	前期(1~21 d) Starter			后期(22~42 d) Grower		
	玉米组 Corn group	亲本组 NGM group	转基因组 GM group	玉米组 Corn group	亲本组 NGM group	转基因组 GM group
玉米 Corn	57.60			58.80		
亲本糙米 86 rice		58.90			59.86	
转基因糙米 FM86 rice			57.20			58.60
非转基因大豆粕 Soybean meal	31.27	31.35	32.84	30.25	30.92	31.77
玉米油 Corn oil	2.52	1.40	1.63	4.32	3.15	3.26
进口鱼粉 Fish meal	4.79	4.56	4.53	3.03	2.43	2.78
碳酸氢钙 Dicalcium phosphate	1.07	1.02	1.04	1.10	1.11	1.06
食盐 Salt	0.30	0.27	0.27	0.22	0.20	0.19
石粉 Calcium carbonate	1.37	1.43	1.42	1.27	1.33	1.34
DL-蛋氨酸 DL-Methionine	0.08	0.07	0.07	0.01	0	0
预混料 Premix	1	1	1	1	1	1
营养水平(计算值) Calculated nutrient level						
代谢能/(MJ/kg) Metabolizable energy	12.54	12.54	12.54	12.96	12.96	12.96
粗蛋白/% Crude protein	21.50	21.50	21.50	20.00	20.00	20.00
赖氨酸/% Lysine	1.21	1.25	1.22	1.11	1.12	1.15
蛋氨酸/% Methionine	0.50	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40
蛋氨酸+胱氨酸/% Methionine + Cysteine	0.90	0.90	0.91	0.79	0.79	0.78
钙/% Calcium	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90
有效磷/% Available phosphorus	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40	0.40

注:预混料成分(每 kg 日粮含量):维生素 A 12 500 IU;维生素 D₃ 4 400 IU;维生素 E 15 mg;维生素 K 3.8 mg;维生素 B₁ 1.5 mg;维生素 B₂ 7.4 mg;维生素 B₆ 2.4 mg;维生素 B₁₂ 0.01 mg;泛酸钙 8.8 mg;烟酰胺 25 mg;叶酸 0.75 mg;生物素 0.10 mg;铁 70 mg;铜 11 mg;锰 70 mg;锌 65 mg;碘 0.49 mg;硒 0.3 mg。

Note: Vitamin premix per kg of diet: Vitamin A 12 500 IU; Vitamin D₃ 4 400 IU; Vitamin E 15 mg; Vitamin K 3.8 mg; Vitamin B₁ 1.5 mg; Vitamin B₂ 7.4 mg; Vitamin B₆ 2.4 mg; Vitamin B₁₂ 0.01 mg; Panthothenic acid 8.8 mg; Niacin 25 mg; Biotin 0.1 mg; Folic acid 0.75 mg; Mineral premix per kg of diet: Fe 70 mg; Mn 70 mg; Zn 65 mg; Cu 11 mg; I 0.49 mg; Se 0.3 mg.

1.2 试验动物和饲养

360 只 1 d AA 肉仔鸡,分 3 组饲养,每组 120 只 6 个重复,每重复 20 只(公母各半);试验组饲喂转基因糙米日粮(转基因组);对照组饲喂非转基因糙米日粮(亲本组),玉米组饲喂玉米日粮(玉米组)。采用 3 层立体笼养,各处理组均匀分布于人

工控温的肉仔鸡舍内,饲养管理和免疫程序按《AA 商品肉鸡饲养管理手册》进行,自由饮水,自由采食。整个试验期 42 d,分两个阶段 0~21 d 和 22~42 d。

1.3 样品采集和测定

1.3.1 糙米营养成分测定 按饲料样品的采集方法(GB/T 14699.1-93)分别采集转基因糙米和非转

基因亲本糙米样品,粉碎后过 40 目筛,测定样品中水分、干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分及无氮浸出物含量,测定方法参照《饲料分析及饲料质量检测技术》^[8]。

1.3.2 生产性能测定 以各重复为单位记录 0 ~ 21 22 ~ 42 0 ~ 42 d 的耗料量、阶段体增质量,对死淘鸡只耗料量进行校正后计算平均耗料量、平均体增质量和饲料效率。

1.3.3 器官发育及器官指数的测定 第 21 天和第 42 天分别从各处理组的每个重复中随机取 1 只,空腹称质量,颈部放血宰杀。取砂囊、心脏、肝脏、肺脏、肾脏、胰脏、胸腺、脾脏、腺胃、肌胃、法氏囊,将器官用滤纸吸净上面的血液,去掉器官上面沾的鸡毛和其他(脂肪结缔组织等),然后放到电子天平上称质量,计算器官指数。器官指数 = 器官质量(g) / 活体质量(kg)。

1.3.4 屠体性状测定 参照中华人民共和国农业行业标准 NY/T 823-2004 进行,第 42 天从各处理组的每个重复中随机取鸡 1 只,腿上做好标记,屠宰前禁食 12 h,每只鸡称体重作好记录。宰杀后去掉鸡毛,送到操作台。按如下要求进行:

宰前体质量: 鸡宰前禁食 12 h,体质量以 g 为单位;

屠体质量: 放血、去羽毛、脚角质层、趾壳和喙壳后的体质量;

屠宰率 = 屠体质量 / 宰前体质量;

半净膛质量 = 屠体去除气管、食道、嗦囊、肠、脾、胰、胆和生殖器官、肌胃内容物及角质膜后的质量;

半净膛率 = 半净膛质量 / 宰前体质量;

全净膛质量 = 半净膛重减去心、肝、腺胃、肌胃、肺、腹脂和头角的质量。去头时,在第一颈椎骨与头部交接处连皮切开。去脚时沿腕关节处切开。

全净膛率 = 全净膛质量 / 宰前体质量;

腿肌率 = 两侧腿肌净肌肉质量 / 全净膛质量,腿肌指去腿骨、皮肤、皮下脂肪后的全部腿肌;

胸肌率 = 两侧胸肌质量 / 全净膛质量,沿着胸骨脊切开皮肤并向背部剥离,用刀切离附着于胸骨肌侧面的肌肉和肩胛部肌腱,即可将整块去皮的胸肌剥离;

腹脂率 = 腹脂质量 / (全净膛质量 + 腹脂质量),腹脂包括腹部脂肪和肌胃周围的脂肪;

1.3.5 肌肉成分的测定 于 42 d 清晨空腹,每处理随机取 6 只鸡,屠宰后每只鸡取左胸肌和左腿肌各 50 g,置于 -20℃ 冰箱内保存用于肌肉组成指标的分析。

测定肌肉组成成分时,先将 -20℃ 冰箱保存的肌肉样品放真空冷冻干燥机内进行前处理,制成干样后,进一步用于测定样品中的干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、Ca 和 P 的含量,参照《实用食物营养成分分析手册》中所述的方法进行。

1.4 数据统计

数据统计采用统计软件 SAS 8.0 进行多重检验,对数据进行差异显著性检验,数据结果以平均数 ± 标准误($\bar{X} \pm SE$)表示。

2 结果与分析

2.1 糙米营养成分

转基因糙米及其亲本的常规营养成分见表 2。从表中可看出转基因糙米中常规营养成分中粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、碳水化合物、无氮浸出物和粗纤维、钙和磷的含量,与其亲本略有差异,均低于亲本糙米中各成分的含量,但差异不显著($P > 0.05$)。在常规营养方面,转 *Cry1Ac/sck* 基因糙米与其亲本糙米具有实质等同性。

表 2 转基因水稻及其亲本的常规营养成分
Tab.2 Nutrient contents of 86 rice and FM86 rice

营养成分/(g/100g) Nutrient	糙米 Rice		P 值 P value
	亲本 NGM group	转基因 GM group	
水分 Moisture	9.17 ± 0.27	9.30 ± 0.15	0.69
粗蛋白质 Crude protein	8.34 ± 0.04	8.24 ± 0.05	0.16
粗脂肪 Crude fat	3.72 ± 0.11	3.50 ± 0.12	0.26
碳水化合物 Carbohydrate	76.2 ± 0.62	75.6 ± 0.58	0.87
无氮浸出物 Nitrogen-free-extract	79.62 ± 1.06	78.55 ± 0.65	0.63
粗纤维 Crude fiber	0.36 ± 0.00	0.35 ± 0.01	0.89
粗灰分 Ash	0.23 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.77
钙 Calcium	0.14 ± 0.01	0.13 ± 0.00	0.18
磷 Phosphorus	0.39 ± 0.01	0.37 ± 0.01	0.32

注:表中同一行 $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。
Note: Data were significantly different in the same row if P value was lower than 0.05 and were extremely significantly different in the same row if the P value was lower than 0.01 in the table.

2.2 生产性能

转基因糙米对肉仔鸡生产性能的影响见表 3, 得出用转基因糙米作为日粮饲喂的肉仔鸡 0~21 d 的耗料量、体增质量和饲料效率分别为 1 132.82 g, 798.6 g, 1.42; 22~42 d 的耗料量、体增质量和饲料效率分别为 3 095.9 g, 1 636.52 g, 1.90; 0~42 d 的耗料量、体增质量和饲料效率分别为 4 228.72 g, 2 435.19 g, 1.74; 而用亲本糙米作为日粮饲喂的肉仔鸡 0~21 d 的耗料量、体增质量和饲料效率分别为 1 146.57 g, 801.5 g, 1.43; 22~42 d 的耗料量、体

增质量和饲料效率分别为 3 080.77 g, 1 660.99 g, 1.86; 0~42 d 的耗料量、体增重和饲料效率分别为 4 227.33 g, 2 462.49 g, 1.72; 可见转基因糙米作为日粮对肉仔鸡的生产性能的影响与亲本糙米相比并不显著。0~21 d, 亲本组的耗料量最大, 体增质量最大, 转基因组的饲料效率最好。22~42 d, 玉米组耗料量最大, 亲本组饲料效率最好。0~42 d, 亲本组和转基因组的饲料效率均优于玉米组, 但差异不显著。可以初步得出, 转 *Cry1Ac/scs* 基因糙米未对肉仔鸡生产性能产生不良的影响。

表 3 转基因糙米对肉仔鸡生产性能的影响

Tab.3 Effect of different varieties of rice in diet on growth performance of broilers

日龄/d Age	指标 Parameter	转基因组 GM group	亲本组 NGM group	玉米组 Corn group
0~21	耗料量/g AFC	1 132.82 ± 11.01a	1 146.57 ± 8.59a	1 132.55 ± 12.53a
	体增质量/g AWG	798.68 ± 4.61a	801.50 ± 8.35a	791.50 ± 2.70a
	饲料效率 FCR	1.42 ± 0.01a	1.43 ± 0.01a	1.43 ± 0.02a
22~42	耗料量/g AFC	3 095.90 ± 37.52a	3 080.77 ± 44.89a	3 152.97 ± 13.71a
	体增质量/g AWG	1 636.52 ± 45.12a	1 660.99 ± 33.77a	1 655.02 ± 40.01a
	饲料效率 FCR	1.90 ± 0.03a	1.86 ± 0.02a	1.91 ± 0.04a
0~42	耗料量/g AFC	4 228.72 ± 46.95a	4 227.33 ± 44.64a	4 285.50 ± 23.57a
	体增重/g AWG	2 435.19 ± 47.46a	2 462.49 ± 32.93a	2 446.52 ± 40.10a
	饲料效率 FCR	1.74 ± 0.0189a	1.72 ± 0.0137a	1.75 ± 0.02a

注: 同一行中字母有差异的为差异显著 ($P < 0.05$)。表 4、5、6 同。

Note: Data were significantly different in the same row if P value was lower than 0.05. The same Tab4, Tab5, Tab6

2.3 转基因糙米对肉仔鸡脏器的影响

21 d 和 42 d 屠宰后解剖肉仔鸡, 观察未见有器官异常发生; 器官指数计算结果表明, 转基因组与亲本组肉仔鸡腺胃、脾脏、肝脏、心脏、肺脏和肾脏等器官指数均没有显著性差异, 见表 4、5。42 d 转基因组与亲本组各器官指数无显著差异, 表明在整个饲

养期转基因糙米未对肉仔鸡的器官发育造成显著影响。玉米组在肌胃指数、胰腺指数上与亲本组和转基因组均有显著差异, 其原因可能是由个体差异造成, 或是不同日粮的消化吸收不同, 这有待进一步研究。

表 4 转基因糙米对 21 日龄肉仔鸡器官指数的影响

Tab.4 Effect of different varieties of rice in diet on organ index of broilers

器官/(g/kg) Organ	转基因组 GM group	亲本组 NGM group	玉米组 Corn group
腺胃 Proventriculuse	4.16 ± 0.14a	4.65 ± 0.25a	4.27 ± 0.16a
砂囊 Gizzard	2.82 ± 0.09a	3.04 ± 0.10a	2.72 ± 0.22a
肝脏 Liver	24.34 ± 0.44a	25.27 ± 1.22a	22.10 ± 0.45a
心脏 Hertr	4.53 ± 0.11a	4.64 ± 0.11a	4.73 ± 0.24a
肺脏 Lung	5.30 ± 0.27a	5.26 ± 0.37a	5.14 ± 0.25a
肾脏 Kidney	7.64 ± 0.13a	8.17 ± 0.29a	6.98 ± 0.26a
脾脏 Spleen	0.72 ± 0.05a	0.70 ± 0.06a	0.73 ± 0.06a
法氏囊 Bursa	2.23 ± 0.14a	2.16 ± 0.15a	2.30 ± 0.17a
胸腺 Thymus	3.64 ± 0.32a	3.11 ± 0.23a	3.28 ± 0.17a
胰腺 Pancreas	2.87 ± 0.09a	2.81 ± 0.09a	2.90 ± 0.12a
肌胃 Mucular stomach	16.61 ± 0.68a	16.44 ± 0.69a	17.78 ± 0.67a

表 5 转基因糙米对 42 日龄肉仔鸡器官指数的影响

Tab.5 Effect of different varieties of rice in diet on organ index of broilers

器官/(g/kg) Organ	转基因组 GM group	亲本组 NGM group	玉米组 Corn group
腺胃 Proventriculuse	2.65 ± 0.15a	2.57 ± 0.13a	2.71 ± 0.11a
砂囊 Gizzard	2.95 ± 0.13a	2.76 ± 0.13a	2.82 ± 0.18a
肝脏 Liver	18.31 ± 0.83a	17.29 ± 0.84a	17.43 ± 0.65a
心脏 Herrt	3.74 ± 0.13a	4.06 ± 0.20a	3.78 ± 0.12a
肺脏 Lung	4.43 ± 0.21a	4.72 ± 0.20a	4.62 ± 0.16a
肾脏 Kidney	6.07 ± 0.19a	6.24 ± 0.33a	5.77 ± 0.35a
脾脏 Spleen	0.83 ± 0.06a	0.93 ± 0.09a	0.91 ± 0.15a
法氏囊 Bursa	1.16 ± 0.13a	0.97 ± 0.12a	1.11 ± 0.11a
胸腺 Thymus	3.08 ± 0.30a	2.98 ± 0.28a	3.18 ± 0.44a
胰腺 Pancreas	1.49 ± 0.10b	1.32 ± 0.07b	1.75 ± 0.90a
肌胃 Mucular stomach	10.53 ± 0.37b	10.47 ± 0.38b	14.73 ± 0.60a

2.4 转基因糙米对肉仔鸡屠体性状的影响

由表 6 可以看出 转基因组的半净膛率最高 ,玉米组的全净膛率最高 胸肌率转基因组最高 ,亲本组

的腿肌率最高 转基因组的腹脂率最高。虽然各组的屠宰性能略有差异但差异均不显著。转基因糙米未对肉仔鸡的屠体性状产生明显的影响。

表 6 转基因糙米对 42 日龄肉仔鸡屠宰性能的影响

Tab.6 Effect of different varieties of rice in diet on carcass trait of broilers

指标/% Parameter	转基因组 GM group	亲本组 NGM group	玉米组 Corn group
半净膛率 Half carcass rat	87.94 ± 0.58a	87.37 ± 0.46a	86.37 ± 0.10a
全净膛率 Carcass rat	75.39 ± 1.26a	75.15 ± 0.47a	73.56 ± 1.07a
胸肌率 Breast rat	26.94 ± 0.65a	26.55 ± 0.34a	26.67 ± 0.73a
腿肌率 Leg rat	24.49 ± 0.38a	25.31 ± 1.0a	24.64 ± 0.51a
腹脂率 Fat pad rat	2.36 ± 0.23a	2.29 ± 0.24a	2.34 ± 0.21a

2.5 转基因糙米对肉仔鸡肌肉成分指标的影响

本试验研究 42 d 肉仔鸡胸肌和腿肌中水分、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、钙和磷的含量。转 *CryIAc/sck* 基因糙米对肉仔鸡肌肉组成成分的影响见表 7 ,由表中可以看出 转基因组和亲本组的胸肌和腿肌

中的水分、粗蛋白、粗脂肪、灰分、钙和磷均无显著差异。说明转 *CryIAc/sck* 基因糙米对肉仔鸡肌肉组成成分无明显影响。玉米组胸肌水分含量和转基因组及亲本组均达到显著水平 ,其原因可能是个体差异或饲喂不同日粮造成的。

表 7 转基因糙米对肉仔鸡肌肉营养成分指标的影响

Tab.7 Effect of different varieties of rice in diet on composition of muscle of broilers

肌肉 Muscle	指标/(g/100g) Parameter	转基因组 GM group	亲本组 NGM group	玉米组 Corn group
胸肌 Breast meat	水分 Moisture	74.74 ± 0.15b	74.83 ± 0.21b	73.33 ± 0.37a
	粗蛋白 Crude protein	85.80 ± 2.02a	87.35 ± 0.59a	83.61 ± 0.44a
	粗脂肪 Crude fat	6.89 ± 0.77a	6.13 ± 0.32a	7.07 ± 1.01a
	灰分 Ash	4.36 ± 0.14a	4.24 ± 0.16a	4.45 ± 0.19a
	钙 Calcium	0.22 ± 0.004a	0.23 ± 0.004a	0.21 ± 0.003a
腿肌 Leg meat	磷 Phosphorus	0.90 ± 0.025a	0.90 ± 0.018a	0.90 ± 0.003a
	水分 Moisture	73.39 ± 1.31a	74.59 ± 0.53a	73.10 ± 0.39a
	粗蛋白 Crude protein	68.73 ± 4.30a	70.28 ± 0.98a	67.90 ± 1.98a
	粗脂肪 Crude fat	25.50 ± 2.27a	24.50 ± 1.11a	25.07 ± 2.19a
	灰分 Ash	4.10 ± 0.22a	4.20 ± 0.09a	4.05 ± 0.13a
	钙 Calcium	0.04 ± 0.01a	0.04 ± 0.02a	0.04 ± 0.01a
	磷 Phosphorus	0.70 ± 0.06a	0.77 ± 0.02a	0.75 ± 0.03a

注: 粗蛋白质和粗脂肪的百分含量以肌肉的干物质为基础表示; 同一行中字母有差异的为差异显著(*P* < 0.05) 。
Note: Content of protein and fat were based on dry material; Data were significantly different in the same row if *P* value was lower than 0.05.

3 讨论

本试验的结果表明,转 *Cry1Ac/sck* 基因糙米的营养成分与其亲本基本一致,具有实质等同性。自转基因作物大面积种植以来,对其营养成分的分析已进行了大量的研究,大多数研究表明,转基因作物与其亲本作物在营养上具有实质等同性^[9-11],与本研究结果一致。但杜红方^[12]研究认为转基因糙米与亲本糙米不具有实质等同性,其原因可能与取样方法有关。

转基因作物营养安全性评价的指标包括动物的生产性能^[13-17]。本研究数据表明,转 *Cry1Ac/sck* 基因糙米对肉仔鸡的生产性能、器官指数、屠体性状、肌肉组成与亲本相比均无显著性。A. V. Elangovan 等^[18]用一种转基因棉籽作为日粮原料饲喂肉仔鸡发现与非转基因棉籽日粮组肉仔鸡的生产性能无显著差异。C. Healy 等^[19]用转基因玉米作为日粮饲喂小鼠 13 周,试验表明与非转基因玉米组饲喂的小鼠相比,小鼠的生长等各项指标均未见不良影响。陈小萍等和卓勤等^[20-21]分别以转基因大米饲喂大鼠,测定了血清中谷草转氨酶、谷丙转氨酶、碱性磷酸酶等酶的活性,并对一些器官指数进行了测定,结果在试验组和对照组之间无显著性差异。大量的研究表明转基因作物作为饲料对动物的营养指标无显著影响。饲喂转基因作物日粮的畜禽其生产性能与对照相似,这与本次研究的结论一致。

本研究初步表明,转 *Cry1Ac/sck* 基因糙米作为饲料对肉仔鸡的生产性状未造成不良影响。作为饲料是安全的。本研究为转基因水稻饲用安全性提供了参考数据。

参考文献:

- [1] 辛良杰,李秀彬.近年来我国南方双季稻区复种的变化及其政策启示[J].自然资源学报,2009,24(1):58-65.
- [2] 朱 祯.高抗虫转基因水稻的研究与发展[J].中国科学院院刊,2001,5:353-357.
- [3] Gatehouse A M R,Down R D,Gatehouse J A *et al.* Improves strategies for aphid resistant transgenic crops[C]. Proceedings of the British Crop Protection Council Conference Pest and Diseases, Brighton, UK, 2000, 2: 593-598.
- [4] Bernal C C,Aguda R M,Cohen M B. Effect of rice lines transformed with *Bacillus thuringiensis* toxin genes on the brown planthopper and its predator *Cyrtorhinus lividipennis*[J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2002,

- 102(1):21-28.
- [5] 卫剑文,许新萍,陈金婷.应用 Bt 和 SBTi 基因提高水稻抗虫性的研究[J].生物工程学报,2000,16:603-608.
- [6] 刘雨芳,王 锋,尤民生,等.转基因水稻及其杂交后代对稻纵卷叶螟的田间抗性检测[J].中国农业科学,2005,38:725-729.
- [7] 刘雨芳.转 Bt 基因抗虫水稻的研究进展与生态安全评价[J].生命科学研究,2004,8:294-299.
- [8] 张丽英主编.饲料分析及饲料质量检测技术(第2版)[M].北京:中国农业大学出版社,2003.
- [9] Han J H, Yang Y X, Chen S R *et al.* Comparison of nutrient composition of parental rice and rice genetically modified with cowpea trypsin inhibitor in china[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2005, 18: 297-302.
- [10] Kan C A, Hartnell G F. Evaluation of broiler performance when fed Roundup Ready wheat (Event MON 71800), control and commercial wheat varieties[J]. Poultry Science, 2004a, 83: 1325-1334.
- [11] Kan C A, Hartnell G F. Evaluation of broiler performance when fed insect-protected, control, or commercial varieties of dehulled soybean meal[J]. Poultry Science, 2004b, 83: 2029-2038.
- [12] 杜红方.转基因水稻作为肉仔鸡日粮原料的安全性评价[D].中国农业科学院,2006.
- [13] 赵 艳,励建荣.转基因稻米与其轮回亲本蛋白质组分的等同性分析[J].中国粮油学报,2003,18:7-9.
- [14] 杨晓宇,董顺义,胡 兰,等.转 BT 基因作物对哺乳动物食品的安全性评估[J].安徽农业科学,2006,34(24):6507-6508.
- [15] 胡贻椿,陈天金,朴建华,等.转基因水稻及安全性的研究进展[J].中国食物与营养,2009,8:19-22.
- [16] 卓 勤.转基因作物的安全性评价策略.现状及发展[J].卫生研究,2005,2:244-248.
- [17] 王 军,杜红方.转基因糙米对肉仔鸡生长性能和肌肉中养分含量的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2007,3:40-42.
- [18] Elangovan A V, Praveen K Tyagi, Shrivastav A K *et al.* GMO (Bt-Cry1Ac gene) cottonseed meal is similar to non-GMO low free gossypol cottonseed meal for growth performance of broiler chickens[J]. Animal Feed Science and Technology, 2006, 129: 252-263.
- [19] Healy C, Hammonda B, Kirkpatrick J. Results of a 13-week safety assurance study with rats fed grain from corn rootworm-protected, glyphosate-tolerant MON 88017 corns[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46: 2517-2524.
- [20] 陈小萍,卓 勤,顾履珍,等.转基因大米营养评价试验[J].营养学报,2004,26(2):119-123.
- [21] 卓 勤,陈小萍,朴建华,等.转基因豆粕蛋白酶抑制剂大米 90 d 喂养实验研究[J].卫生研究,2004,33(2):176-179.