

# 全棉籽对阉牛育肥性能、胴体性状及肉质的影响

李 坤<sup>1,3</sup>, 赵红波<sup>2,3</sup>, 宋恩亮<sup>2,3</sup>, 成海建<sup>2,3</sup>, 王星凌<sup>2,3</sup>, 刘桂芬<sup>2,3</sup>, 谭秀文<sup>2,3</sup>,

刘晓牧<sup>2,3</sup>, 孙国强<sup>1\*</sup>, 万发春<sup>2,3\*</sup>

(1. 青岛农业大学动物科技学院, 青岛 266109; 2. 山东省农业科学院畜牧兽医研究所,

济南 250100; 3. 山东省畜禽疫病防治与繁育重点实验室, 济南 250100)

**摘要:** 本试验旨在探讨日粮中全棉籽替代棉籽饼和棉油对肥育阉牛肉用性能的影响。试验选取 40 头体况良好、平均初始体重为(454.37±42.42)kg 的利木赞杂交阉牛, 随机分为 4 组, 每组 10 头牛, 分别饲喂 4 种不同全棉籽含量的精饲料(对照组 0%, 低全棉籽组 7.1%, 中全棉籽组 13.5%, 高全棉籽组 22.0%), 育肥期 90 d。结果表明, 日粮中全棉籽含量对肉牛干物质采食量、肉骨比、优质肉块百分比、pH、肌肉、肾脏、肺脏中棉酚残留量及血清生化指标无显著影响( $P>0.05$ ); 对肉牛日增体质量、胴体质量、屠宰率、净肉率、眼肌面积、背膘厚、饲料报酬、饲料成本、肝脏和心脏中棉酚残留量、剪切力、肉色等常规成分有显著影响( $P<0.05$ ); 日粮全棉籽含量为 22.0% 时, 胴体质量、屠宰率、净肉率、肉骨比、眼肌面积、优质肉块质量、肌间脂肪在 4 个试验组中最低。结果表明, 育肥阉牛日粮中用全棉籽替代棉籽饼和棉籽油会提高肉牛的生长速度, 但会降低屠宰性能和胴体品质。

**关键词:** 全棉籽; 生产性能; 胴体性状; 阉牛

中图分类号: S823; S815.4

文献标识码: A

文章编号: 0366-6964(2012)10-1582-07

## Effects of the Whole Cottonseed in Diet on Production Performance, Carcass Performance, Quality of Beef in Fattening Crossbred Steers

LI Kun<sup>1,3</sup>, ZHAO Hong-bo<sup>2,3</sup>, SONG En-liang<sup>2,3</sup>, CHENG Hai-jian<sup>2,3</sup>, WANG Xing-ling<sup>2,3</sup>,

LIU Gui-fen<sup>2,3</sup>, TAN Xiu-wen<sup>2,3</sup>, LIU Xiao-mu<sup>2,3</sup>, SUN Guo-qiang<sup>1\*</sup>, WAN Fa-chun<sup>2,3\*</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109,

China; 2. Institute of Animal Science and Veterinary Medicine, Shandong Academy of Agricultural

Sciences, Jinan 250100, China; 3. Shandong Key Laboratory of Animal Disease Control and

Breeding, Jinan 250100, China)

**Abstract:** The study was conducted to investigate the effects of different levels of the whole cottonseed taking the place of the cottonseed cake in the diets on meat performance in fattening Limmonsin crossbred steers. Forty healthy steers with similar weight (454.37±42.42)kg were randomly allocated to four treatments with ten replicates each and one steer in each replicate, precise feeding concentrates with different levels of the whole cottonseed during the 90 days finishing periods. The results showed that the different levels of the whole cottonseed in diet had no significant influence on feed intake, the ratio of bone and meat, the percentage of the fine quality beef, pH, gossypol residue in muscle, kidney and lung, serum biochemical indexes ( $P>0.05$ ). With the levels of the whole cottonseed in concentrates changed, the average daily gain (ADG), carcass weight, dressing percentage, net meat percentage, LM area, backfat thickness, feed conversion efficiency, shear stress, gossypol residue in liver and heart, meat color had changed sig-

收稿日期: 2011-11-09

基金项目: 国家现代农业产业技术体系(肉牛); 省应用创新项目“优质高档肉牛生产技术研究”

作者简介: 李 坤(1986-), 女, 山东龙口人, 硕士生, 主要从事动物营养与饲料科学研究, E-mail: jun1kun2@126.com

\* 通讯作者: 孙国强, E-mail: qdnydxsgq@126.com; 万发春, E-mail: wanfc@sina.com

nificantly( $P < 0.05$ ). When the content of the whole cottonseed reached 22.0%, the carcass weight, dressing percentage, net meat percentage, ratio of meat and bone, LM area, high percentage of the beef, the intermuscular fat was the lowest. In conclusion, the whole cottonseed replacing cottonseed cakes and oil in fattening crossbred steers' diets had no effect on rapidly fattening, but it depressed carcass quality.

**Key words:** the whole cottonseed; production performance; carcass quality; steer

我国是世界产棉大国,全棉籽的蛋白和能量较高,价格却低于豆粕,可用于代替日粮中的豆粕,但全棉籽中含有对动物有害的棉酚<sup>[1]</sup>,不能在动物日粮中大量使用。Reiser 等指出反刍动物瘤胃内可溶性蛋白可与游离棉酚结合,形成结合棉酚,降低对动物的毒性<sup>[2]</sup>。由于全棉籽中脂肪含量高,加上棉酚的毒性问题,一般建议架子牛和育肥肉牛日粮添加量不超过干物质采食量的 20%<sup>[3]</sup>。Colin-Negrete 等研究表明,全棉籽添加量为 15% 的奶牛的生产性能不受影响,但全棉籽添加量为 30% 时奶牛出现死亡<sup>[4]</sup>。刘建雷等研究发现,在奶牛日粮干物质中添加不同水平的全棉籽均能提高产奶性能<sup>[5]</sup>。目前,对全棉籽在牛生产性能上的研究主要集中在奶牛上,育肥肉牛上很少有报道。王平等研究表明,肉牛日粮中添加整粒全棉籽 25% 对日粮中其它养分的降解率影响不大<sup>[6]</sup>。

本试验通过调整肉牛肥育饲料配方中棉产品的比例及饲喂比例,在相同的营养水平下探讨日粮中不同全棉籽水平对肉牛生产性能的影响,为全棉籽

在肉牛生产中的应用提供理论依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 实验动物与amp;试验设计

试验选用希森三和集团肉牛养殖场的 40 头体质量相近( $454.37 \pm 42.42$  kg)的健康、膘情正常的利木赞杂交牛,将试验牛随机分为 4 组,对照组不添加全棉籽,低全棉籽组添加 7.1% 全棉籽,中全棉籽组添加 13.5% 全棉籽,高全棉籽组添加 22.0% 全棉籽,通过额外添加棉油使各组能量含量和来源相同。精料饲喂量按照体质量的 1.2% 饲喂,精料组成及营养水平详见表 1。试验共 100 d,其中预试期 10 d,正试期 90 d。

### 1.2 饲养管理

试验牛采用栓系式饲喂,专人管理。每天 05:00 和 15:00 各饲喂 1 次。粗精料混合后饲喂,供给充足饮水。试验期统一驱虫,注射口蹄疫疫苗。

表 1 精料组成及营养水平

Table 1 Composition and nutrient levels of concentrate

原料 Ingredient	对照组(CT) Control treatment	低全棉籽组(LC) Low whole cottonseed	中全棉籽组(MC) Middle whole cottonseed	高全棉籽组(HC) High whole cottonseed	%
玉米 Corn	67.6	66.3	65.8	63.4	
棉油 Cottonseed oil	2.0	1.3	0.8	0.0	
棉饼 Cottonseed cake	14.8	9.8	4.8	0.0	
全棉籽 Whole cottonseed	0.0	7.1	13.5	22.0	
麸皮 Wheat bran	11.9	11.8	11.6	11.2	
小苏打 NaHCO <sub>3</sub>	1.0	1.0	1.0	0.9	
硫酸镁 MgSO <sub>4</sub>	0.4	0.4	0.4	0.4	
石粉 Limestone	0.5	0.5	0.5	0.5	
食盐 NaCl	0.8	0.8	0.8	0.7	
预混料 Premix <sup>1)</sup>	1.0	1.0	1.0	0.9	
游离棉酚含量/(mg · kg <sup>-1</sup> )	98.28	373.29	644.60	920.27	
Pr/(g · d <sup>-1</sup> )	763.34	762.67	763.22	763.09	
NE <sub>mf</sub> /(MJ · d <sup>-1</sup> )	46.06	46.16	46.13	45.89	
价格/(元 · d <sup>-1</sup> )	12.84	13.22	13.53	13.71	

<sup>1)</sup> 预混料为每千克精饲料提供:VA 700 kIU, VD 370 kIU, VE 1 750 IU, Mn 6 000 mg, Zn 6 000 mg, Fe 8 750 mg, Cu 875 mg, Se 87.5 mg, I 87.5 mg, Co 25 mg, 脲酶抑制剂 3 750 mg

<sup>1)</sup> The premix provide the following per kg of concentrate:VA 700 kIU, VD 370 kIU, VE 1 750 IU, Mn 6 000 mg, Zn 6 000 mg, Fe 8 750 mg, Cu 875 mg, Se 87.5 mg, I 87.5 mg, Co 25 mg, urease inhibitors 3 750 mg

### 1.3 样品测定

1.3.1 生产性能及血清生化指标 试验开始和结束时连续2 d晨饲前空腹对牛测定体质量,计算日增体质量。采食后2 h清扫剩余草料,称重并记录,计算饲料消耗。试验开始时和结束时晨饲前空腹颈静脉采血,3 000 r·min<sup>-1</sup>离心5 min分离血清,利用化学比色法测定血清中的谷丙转氨酶(ALT)活性、谷草转氨酶(AST),利用速率法测定谷氨酰基转移酶( $\gamma$ -GT)活性。

1.3.2 屠宰性能 试验结束后每组选取5头牛进行屠宰,测定屠宰指标,包括宰前活体质量、胴体质量、胴体率等。

1.3.3 胴体品质 测定选取的5头牛的胴体品质,包括眼肌面积、背膘厚度、大理石花纹等

1.3.4 牛肉品质 取西冷500 g -20℃冷冻保存测定肉色、pH等常规成分。

1.3.5 肌肉和内脏中的棉酚残留量 取西冷、肝脏、肺脏、肾脏各100 g -20℃冷冻保存,参照GB 13086-91利用苯胺法测定棉酚残留情况。

### 1.4 数据处理与分析

试验数据采用SPSS 17.0软件进行单因素方差分析,Duncan法进行组间差异显著性检验, $P <$

0.05表示差异显著,结果以“平均值±标准差”表示。

## 2 结果

### 2.1 日粮中不同全棉籽水平对阉牛生产性能的影响

表2可以看出,日粮中全棉籽含量对平均日增体质量有显著影响,其中高全棉籽组平均日增体质量最高,为0.97 kg,显著高于低全棉籽组和中全棉籽组( $P < 0.05$ ),其它3组间差异不显著( $P > 0.05$ )。试验牛每增重1 kg的精料和粗料的饲料消耗均以高全棉籽组 and 对照组最少,显著低于低全棉籽组( $P < 0.05$ ),但与中全棉籽组差异不显著( $P > 0.05$ ),中全棉籽组与低全棉籽组差异也不显著( $P > 0.05$ )。从每千克体增质量成本来看,高全棉籽组最低,其次为对照组,低全棉籽组成本最高,分别为16.54、16.61和19.69元,且高全棉籽组和对照组显著高于低全棉籽组( $P < 0.05$ ),其他各组间差异不显著( $P > 0.05$ )。

由表3可以看出,日粮全棉籽水平对血清中的丙氨酸转氨酶(ALT)、天冬氨酸转氨酶(AST)、谷氨酰基转移酶( $\gamma$ -GT)活性均无影响,试验各组间均差异不显著( $P > 0.05$ )。

表2 日粮中不同全棉籽水平对阉牛生产性能的影响

Table 2 The effect of different levels of the whole cottonseed on feed intake, daily weight gain and feed conversion of steers

组别 Group	对照组(CT) Control treatment	低全棉籽组(LC) Low whole cottonseed	中全棉籽组(MC) Middle whole cottonseed	高全棉籽组(HC) High whole cottonseed
开始体质量/kg Initial weight	455.80±15.54	454.00±10.24	454.20±15.03	452.40±13.75
结束体质量/kg Finally weight	544.60±15.19	530.44±10.09	536.00±12.95	546.60±13.39
平均日增体质量/(kg·d <sup>-1</sup> ) ADG	0.92±0.04 <sup>ab</sup>	0.79±0.04 <sup>a</sup>	0.84±0.05 <sup>a</sup>	0.97±0.04 <sup>b</sup>
增重1 kg消 耗的饲料量	青贮/(kg·kg <sup>-1</sup> ) 15.57±2.17 <sup>a</sup>	18.27±2.67 <sup>b</sup>	16.79±2.39 <sup>ab</sup>	14.86±1.61 <sup>a</sup>
	精料/(kg·kg <sup>-1</sup> ) 6.53±0.79 <sup>a</sup>	7.71±0.92 <sup>b</sup>	7.50±1.43 <sup>ab</sup>	6.52±0.70 <sup>a</sup>
增加1 kg体质量的饲料成本/(元·kg <sup>-1</sup> )	16.61±2.01 <sup>a</sup>	19.69±2.41 <sup>b</sup>	18.98±3.50 <sup>ab</sup>	16.54±1.73 <sup>a</sup>

同行数据后所标字母相异表示差异显著( $P < 0.05$ ),所标字母相同表示差异不显著( $P > 0.05$ )。下表同。青贮价格按0.15元·kg<sup>-1</sup>计算;对照组、低、中、高全棉籽组精料价格分别按照2.19、2.20、2.20和2.18元·kg<sup>-1</sup>计算

Different letters in the same row mean significant difference between the treatments( $P < 0.05$ ), the same letter in the same row means no significant difference between treatments( $P > 0.05$ ). The same as below. The price of the silage are 0.15 yuan per kg, the price of the treatment of control, the low, middle, high whole cottonseed treatment are 2.19, 2.20, 2.20 and 2.18 yuan per kg

## 2.2 日粮中不同全棉籽水平对阉牛屠宰性能的影响

由表 4 可以看出,胴体质量、屠宰率、净肉率、肉骨比均以高全棉籽组最低,与对照组相比,高全棉籽组的胴体质量、屠宰率、净肉率、肉骨比分别降低了 10.37%、3.22%、3.74%、3.46%,其中 2 组间除肉骨比差异不显著( $P>0.05$ )外,其他指标差异显著

( $P<0.05$ )。高全棉籽组与低全棉籽组相比,屠宰率、净肉率、肉骨比分别降低了 11.73%、2.20%、3.18%、6.69%,其中宰前活体质量和胴体质量在 2 组间差异显著( $P<0.05$ )。与中全棉籽组相比,胴体质量、屠宰率、净肉率、肉骨比分别降低了 3.76%、4.17%、4.38%、1.59%,其中屠宰率和净肉率在 2 组之间差异显著( $P<0.05$ )。

表 3 日粮中不同全棉籽水平对阉牛血清生化指标的影响

Table 3 Effects of different levels of the whole cottonseed in diet on serum biochemical indexes of steers

U · L<sup>-1</sup>

组别 Group	对照组(CT) Control treatment	低全棉籽组(LC) Low whole cottonseed	中全棉籽组(MC) Middle whole cottonseed	高全棉籽组(HC) High whole cottonseed
丙氨酸转氨酶 ALT	24.59±2.95	24.62±4.11	31.10±7.15	28.37±7.46
谷氨酰基转移酶 γ-GT	20.61±5.41	20.64±8.97	23.10±4.71	25.31±9.36
天冬氨酸转氨酶 AST	53.49±5.32	55.12±8.47	65.20±18.30	62.56±13.45

表 4 日粮中不同全棉籽水平对阉牛屠宰性能的影响

Table 4 Effect of different levels of the whole cottonseed on carcass in steers

组别 Group	对照组(CT) Control treatment	低全棉籽组(LC) Low whole cottonseed	中全棉籽组(MC) Middle whole cottonseed	高全棉籽组(HC) High whole cottonseed
宰前活体质量/kg Live weight before slaughtering	538.40±9.68 <sup>a</sup>	551.20±13.69 <sup>a</sup>	496.40±8.66 <sup>b</sup>	498.40±12.97 <sup>b</sup>
胴体质量/kg Carcass weight	273.80±5.14 <sup>ab</sup>	278.00±9.56 <sup>a</sup>	255.00±4.76 <sup>bc</sup>	245.40±6.74 <sup>c</sup>
屠宰率/% Dressing percentage	50.88±0.26 <sup>a</sup>	50.35±0.28 <sup>ab</sup>	51.38±0.55 <sup>a</sup>	49.24±0.55 <sup>b</sup>
净肉率/% Net meat percentage	43.36±0.35 <sup>a</sup>	43.11±0.45 <sup>ab</sup>	43.65±0.58 <sup>a</sup>	41.74±0.56 <sup>b</sup>
肉骨比/(kg · kg <sup>-1</sup> ) Ratio of bone to meat	5.78±0.30	5.98±0.53	5.67±0.39	5.58±0.37

## 2.3 日粮中不同全棉籽水平对阉牛胴体品质的影响

由表 5 可以看出,除优质肉块百分比、背膘厚度外,其余各项胴体品质指标均以高全棉籽组最差,除背膘厚度、牛柳质量外,其余各项胴体指标均以低全棉籽组最好,对照组与低全棉籽组个指标间差异不显著( $P>0.05$ );高全棉籽组与对照组相比,胴体质量、牛柳质量、眼肉质量差异显著( $P<0.05$ );高全棉籽组与低全棉籽组相比,眼肌面积、大理石花纹、胴体质量、西冷质量、牛柳质量、上脑质量、眼肉质量在 2 组间差异显著( $P<0.05$ )。

## 2.4 日粮中不同全棉籽水平对阉牛牛肉品质的影响

由表 6 可以看出各处理组间肉样中灰分含量和 pH 差异不显著;对照组肉样中蛋白含量显著低于

其他各组( $P<0.05$ );肌间脂肪以低全棉籽组最高,显著高于其他各组( $P<0.05$ ),对照组和高全棉籽组较低,与其他 2 组间差异显著( $P<0.05$ )。剪切力以对照组最高,中全棉籽组最低,与其他各组间差异显著( $P<0.05$ )。日粮中全棉籽水平对宰后 pH 无显著影响( $P>0.05$ )。随日粮中全棉籽含量增加,肉亮度 L\* 值,红度值 a\*,黄度值 b\* 均比对照组有所升高,且 L\*、b\* 值 3 个试验组显著高于对照组( $P<0.05$ )。

## 2.5 日粮中不同全棉籽水平对阉牛肌肉和内脏中棉酚残留量的影响

本试验研究结果表明(表 7),肉牛体内各器官内棉酚量不同,均以肝脏内棉酚含量最高,其次为肺脏,心脏、肌肉、肾脏中棉酚含量均很低。除肝脏、心脏外,各组间组织样棉酚残留量差异不显著( $P>$

0.05), 肝脏、心脏中棉酚残留量以高全棉籽组最高, 增加呈上升趋势。  
显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 随日粮全棉籽含量的

表 5 日粮中不同全棉籽水平对阉牛胴体品质的影响

Table 5 Effect of different levels of the whole cottonseed on carcass quality in steers

组别 Group	对照组(CT)	低全棉籽组(LC)	中全棉籽组(MC)	高全棉籽组(HC)
	Control treatment	Low whole cottonseed	Middle whole cottonseed	High whole cottonseed
眼肌面积/cm <sup>2</sup> LM area	83.47±2.24 <sup>ab</sup>	86.86±2.97 <sup>a</sup>	79.76±3.65 <sup>ab</sup>	76.10±2.13 <sup>b</sup>
大理石花纹 Marbling	3.60±0.42 <sup>ab</sup>	2.90±0.89 <sup>a</sup>	3.30±0.27 <sup>ab</sup>	3.70±0.27 <sup>b</sup>
背膘厚度/cm Backfat thickness	0.25±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.03 <sup>ab</sup>	0.17±0.01 <sup>b</sup>	0.19±0.03 <sup>ab</sup>
胴体质量/kg Carcass weight	273.80±5.14 <sup>ab</sup>	278.00±9.56 <sup>a</sup>	255.00±4.76 <sup>bc</sup>	245.40±6.74 <sup>c</sup>
西冷质量/kg Sirloin	8.38±0.18 <sup>ab</sup>	8.87±0.25 <sup>a</sup>	7.79±0.41 <sup>b</sup>	7.67±0.39 <sup>b</sup>
牛柳质量/kg Tenderloin	3.78±0.15 <sup>a</sup>	3.67±0.10 <sup>a</sup>	3.42±0.08 <sup>ab</sup>	3.26±0.14 <sup>b</sup>
上脑质量/kg Chuck bull	13.22±0.36 <sup>ab</sup>	13.90±0.55 <sup>a</sup>	12.33±0.63 <sup>ab</sup>	12.06±0.61 <sup>b</sup>
眼肉质量/kg Rib eye roll	10.23±0.06 <sup>a</sup>	10.88±0.43 <sup>a</sup>	9.27±0.35 <sup>b</sup>	9.20±0.33 <sup>b</sup>
优质肉块占胴体比例/% High percentage of the beef <sup>1</sup>	13.01±0.22	13.45±0.25	12.89±0.62	13.12±0.14

<sup>1</sup>. 优质肉块包括: 眼肉、上脑、西冷、牛柳

<sup>1</sup>. The quality beef block include rib eye roll, chuck bull, sirloin, tenderloin

表 6 日粮中不同全棉籽水平对牛肉品质的影响

Table 6 Effect of different levels of the whole cottonseed on quality of beef in steers

组别 Group	对照组(CT)	低全棉籽组(LC)	中全棉籽组(MC)	高全棉籽组(HC)
	Control treatment	Low whole cottonseed	Middle whole cottonseed	High whole cottonseed
水分/% Moisture	69.21±1.93 <sup>a</sup>	63.72±2.25 <sup>b</sup>	66.33±1.58 <sup>c</sup>	67.64±1.31 <sup>ac</sup>
脂肪/% Intermuscular fat	3.80±0.29 <sup>a</sup>	6.96±1.73 <sup>b</sup>	5.14±1.36 <sup>c</sup>	3.45±0.15 <sup>a</sup>
蛋白/% Protein	20.66±0.95 <sup>a</sup>	23.49±1.22 <sup>b</sup>	22.60±0.59 <sup>b</sup>	22.87±0.29 <sup>b</sup>
灰分/% Ash	1.34±0.30	1.36±0.30	1.36±0.23	1.39±0.30
PH <sub>1</sub>	6.11±0.47	6.02±0.05	6.11±0.23	6.16±0.16
PH <sub>48</sub>	5.47±0.05	5.42±0.09	5.44±0.10	5.45±0.65
剪切力/(kg·f <sup>-1</sup> ) Shear stress	6.78±1.59 <sup>a</sup>	4.00±0.55 <sup>b</sup>	2.72±0.60 <sup>c</sup>	3.74±0.66 <sup>b</sup>
L*	36.60±2.93 <sup>a</sup>	40.02±2.90 <sup>b</sup>	40.08±1.80 <sup>b</sup>	41.55±1.69 <sup>b</sup>
肉色 Meat colour	a*	20.10±1.84 <sup>a</sup>	23.18±1.78 <sup>b</sup>	20.94±1.50 <sup>a</sup>
	b*	8.68±1.33 <sup>a</sup>	11.25±1.56 <sup>b</sup>	9.84±0.93 <sup>c</sup>

表 7 日粮中不同全棉籽水平对组织中棉酚残留量的影响

Table 7 Effect of different levels of the whole cottonseed on gossypol residue in tissue

组别 Group	对照组(CT)	低全棉籽组(LC)	中全棉籽组(MC)	高全棉籽组(HC)
	Control treatment	Low whole cottonseed	Middle whole cottonseed	High whole cottonseed
心脏 Heart	0.08±0.12 <sup>a</sup>	0.36±0.09 <sup>a</sup>	2.70±1.22 <sup>ab</sup>	4.31±0.27 <sup>b</sup>
肝脏 Liver	35.70±5.53 <sup>a</sup>	44.54±10.03 <sup>ab</sup>	59.25±8.94 <sup>ab</sup>	79.13±3.07 <sup>b</sup>
肺脏 Lung	12.14±9.77	14.77±5.69	17.04±2.54	17.14±1.94
肾脏 Kidney	0.75±0.34	1.44±0.36	3.76±1.46	5.74±4.73
肌肉 Muscle	0.09±0.15	0.93±0.75	0.14±0.24	1.22±1.21

## 3 讨 论

### 3.1 饲粮中不同全棉籽水平对育肥阉牛生产性能的影响

目前,日粮中全棉籽含量对牛采食量的影响在奶牛上报报道很多,但研究结果也存在分歧。Hawkins 等在饲料中添加占干物质总量 18.5% 的整粒全棉籽,干物质采食量从  $18.9 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$  下降到  $17.9 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$ [7]。Coppock 等指出,3 组奶牛饲料中整粒全棉籽添加量分别为 0%、15%、30%,采食量线性减少[8]。而本试验结果表明,育肥阉牛日粮中不同全棉籽含量对育肥阉牛采食量没有显著影响( $P > 0.05$ ),这与朱文涛等[9] 和 Mena 等[10] 在奶牛上的研究结果相同。推断其原因可能是其它试验日粮配方中选用了豆粕调节能量和蛋白平衡,各处理间可能由于蛋白或能量来源不同导致采食量发生变化。

Cranston 等[11] 研究表明,在牛日粮中添加不同含量棉产品对其日增体质量无显著影响,与本试验结果相反,本试验结果表明,高全棉籽组日增体质量高于其他各组,与低、中全棉籽组差异显著,说明日粮中添加 22.0% 全棉籽不会降低日增体质量,反而有利于提高肉牛的体增质量的速度。

育肥肉牛体质量每增加 1 kg 成本最低的为高全棉籽组,需 16.54 元;育肥活牛的价格主要是根据牛膘情或屠宰率估测来确定具体价格,因此除了考虑日增体质量外还应考虑胴体质量。4 组试验牛血清的 AST、ALT、 $\gamma$ -GT 活性均在肉牛正常范围内,说明实验动物机体肝脏代谢功能处于正常状态,日粮中添加全棉籽并未增加肝脏代谢负担,该结果与王安平[12] 在奶牛上的研究相同。

### 3.2 不同全棉籽水平对育肥阉牛屠宰性能的影响

Cranston 等研究表明,用全棉籽组与对照组相比,屠宰性能没有影响[11]。Solomon 等的研究表明,随日粮中全棉籽添加量的增加,羊的屠宰性能有不同程度的下降[13],与本试验结果相同。本试验中的高全棉籽组的屠宰指标均低于其他各组,而屠宰率和净肉率均以中全棉籽组最高,说明育肥阉牛日粮全棉籽添加量为 22.0% 时会降低阉牛的屠宰性能,在实际生产中应慎选用该添加比例。

### 3.3 不同全棉籽水平对育肥阉牛胴体品质的影响

Huerta-Leidenz 等研究表明,增加育肥阉牛日粮中全棉籽含量,对眼肌面积、背膘厚没有影响[14]。本试验测出的背膘厚度较低,主要原因可能是饲养水平还不够高,肥育时间还不够长,不能满足肌肉的

充分发育和脂肪大量沉积的要求,同时与分割时背膘脂肪的去除及肥育牛年龄等都可能有关。大理石花纹决定着牛肉的品质和等级,较高水平的大理石花纹可以提高牛肉的嫩度、多汁性和风味,减少牛肉在烹调过程中嫩度的变化[15-16],高全棉籽组的大理石花纹评分最高,评分越高,等级越低,说明日粮中高全棉籽会降低肉的质量。眼肌面积是决定牛肉等级和产肉量等经济性能的重要指标,本试验高全棉籽组眼肌面积最小,显著低于其余各组,说明日粮中高全棉籽水平会降低眼肌面积,这与 Field 等的研究结果相同[17]。高档肉指胴体背部的四块肌肉,虽然质量只占胴体质量的 10% 左右,但价值却占到整个胴体的近一半[18],本试验各组高档肉块百分比均达到较高水平。

### 3.4 日粮中不同全棉籽水平对牛肉品质的影响

本试验中对照组和高全棉籽组脂肪含量都显著低于低、中全棉籽组,对照组蛋白含量显著低于其他各组,可能是因为在相同的营养条件下,高全棉籽日粮中含有较高的游离棉酚,机体会消耗部分脂肪和蛋白以降低棉酚毒性,因此导致脂肪在肉中的沉积减少;对照组日粮中的蛋白和能量主要来自棉饼和棉油,可能由于牛对棉饼和棉油中的蛋白和脂肪吸收弱于全棉籽,导致对照组蛋白和能量沉积减少。

在阉牛日粮中添加不同水平全棉籽对剪切力的影响目前尚未见相关报导。王金梅研究表明,日粮中添加全棉籽对 4~6 月龄肉羊剪切力无显著影响[19]。本试验中对照组的剪切力最高,为 6.78,与其它各组差异显著,说明对照组肉嫩度差,适口性差,日粮中添加全棉籽会改善肉的嫩度。

健康牛屠宰后肌肉 pH 为 6.5~6.8,有时达 7.2,呈微酸或微碱反应[20]。本试验测得的初始 pH 为 6.12 左右,低于刚刚屠宰后的 pH,分析原因为测定的 pH 并不是为宰后立即测定,经过一段时间, pH 已经开始下降。试验各组 pH<sub>48</sub> (宰后 48 h 后测定值)均为 5.4,都处于正常牛肉的 pH 范围 5.4~5.6,接近于肌红蛋白的等电点,表明牛肉系水力良好,不同全棉籽水平对牛肉 pH 无影响。肉色与肉的营养价值无直接关系,但对消费者购买肉品影响很大,因此对肉色评价有很大的商业价值,本试验得出,试验组 L\*、b\* 值显著高于对照组, L\*、b\* 值越低,肉色越好, a\* 值随着日粮中全棉籽含量增加各组变化无规律,以低全棉籽组肉色最红 ( $P < 0.05$ ),其余各组差异不显著,说明日粮中全棉籽含量增加,肉色水平降低,原因可能是高棉酚与血红蛋白结合,

造成牛贫血,导致肉色水平降低。

### 3.5 饲料中不同全棉籽水平对肌肉和内脏中棉酚残留量的影响

国家食用油允许棉酚含量标准  $22.00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 肌肉、心脏、肺脏、肾脏中的棉酚残留量远远低于规定量,因此人们可以放心食用的。棉酚对人体的损伤主要表现为对男性生殖功能的抑制作用,研究表明,每日服用  $12.5 \text{ mg}$  棉酚,连续服用 3 个月后才能起到避孕作用,生精过程虽被抑制,但无不可逆性不育之虑<sup>[21]</sup>。因此每日食用高全棉籽组肝脏  $0.16 \text{ kg}$ , 连续服用 3 个月后才造成男性避孕,而且在烹饪过程中,游离棉酚大部会转化为结合棉酚,对动物的伤害降低,一般情况下不会出现棉酚中毒现象。因此适量食用也是可以的。

## 4 结 论

在一定范围内用全棉籽代替精料中的棉饼和油脂能够提高育肥阉牛的生长速度。但从屠宰性能、胴体品质及肉质的角度看,高全棉籽日粮会降低其屠宰性能和胴体品质并增高肝脏、心脏中的棉酚残留。因此在阉牛育肥期,可适量利用全棉籽替换日粮中的棉饼和油脂,但替代量不宜过高。

### 参考文献:

[1] 李润绚. 饲料中的有害物质(拮抗成分)[J]. 饲料与畜牧, 1992, 33(6): 16-17.

[2] REISER R, FU H C. The mechanism of gossypol detoxification by ruminant animals [J]. *J Nutr*, 1962, 76(62): 215-218.

[3] MYER R O. Alternative feeds for beef cattle [D]. University of Florida, 2008:1-6.

[4] COLIN-NEGRETE J, KIESLING H E, ROSS T T, et al. Effect of whole cottonseed on serum constituents, fragility of erythrocyte cells, and reproduction of growing Holstein heifers[J]. *J Dairy Sci*, 1996, (79): 2016-2023.

[5] 刘建雷, 吕永艳, 胡昌军, 等. 全棉籽对奶牛产奶性能及血液生化指标的影响[J]. 饲料研究, 2010, (12): 1-3, 6.

[6] 王 平, 王加启, 龚月生. 日粮中不同全棉籽水平对肉牛消化的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2003, (30): 9-13.

[7] HAWKINS G, CUMMINS K A, SILVERIO M, et al. Physiological effects of whole cottonseed in the diet of lactating dairy cows [J]. *J Dairy Sci*, 1985, (68): 2608-2614.

[8] COPPOCK C E, MOYA J W, WEST D H, et al. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility, and physiological responses of dairy cows [J]. *J Dairy Sci*, 1985, (68):1198-1206.

[9] 朱文涛, 王加启, 王建平, 等. 不同水平全棉籽日粮对奶牛生产性能的影响 [J]. 中国畜牧兽医, 2008, 35(6): 5-8.

[10] MENA H, SANTOS E P, HUBER J T, et al. The effects of varying gossypol intake from whole cottonseed and cottonseed meal on lactation and blood parameters in lactating dairy cows [J]. *J Dairy Sci*, 2004, (87): 2506-2518.

[11] CRANSTON J J, RIVERA J D, GALYE A M L, et al. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle [J]. *J Anim Sci*, 2006, (84): 2186-2199.

[12] 王安平. 棉粕和棉籽营养成分与棉酚含量测定及其对奶牛产奶量和乳品质的影响[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2009.

[13] SOLOMON M, MELAKU S, TOLERA A, et al. Supplementation of cottonseed meal on feed intake, digestibility, live weight and carcass parameters of Sidama goats [J]. *Livest Sci*, 2008, (119): 137-144.

[14] HUERTA-LEIDENZ N O, CROSS H R, LUNT D K, et al. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed [J]. *J Anim Sci*, 1991, (69): 3665-3672.

[15] 蒋洪茂. 优质牛肉生产新技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.

[16] CRANSTON J J. The effects of whole cottonseed on performance, carcass characteristics, and shedding characteristics of *Escherichia coli* O157 by finishing beef steers [D]. Texas technology University, 2003.

[17] FIELD T, YAYLOR R. 肉牛生产与经营决策 [M]. 第 4 版. 北京: 中国农业大学出版社, 2005.

[18] MORGAN J B, SAVELL J W, HALE D S, et al. National beef tenderness survey [J]. *J Anim Sci*, 1991, (69): 3274-3283.

[19] 王金梅. 日粮添加全棉籽对 4-6 月龄肉羊生产性能、肉品质及血液指标的影响 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2007.

[20] 骆德艳, 王曾明. 牛肉品质的评定 [J]. 黑龙江畜牧科技, 1994, (4): 36-37.

[21] 顾芝萍, 章仁安, 王益鑫. 低剂量棉酚男性避孕效果和副作用的临床观察 [J]. 生殖与避孕, 1994, 14(1): 13-18.