

# 日粮维生素 A 水平对肉牛牛肉品质的影响

王文娟<sup>1,3</sup>,汪水平<sup>2</sup>,龚月生<sup>4</sup>,王加启<sup>5</sup>,谭支良<sup>1</sup>

(1 中国科学院 亚热带农业生态研究所,湖南 长沙 410125;2 西南大学 荣昌校区动物科学系,重庆 402460;3 中国科学院 研究生院,北京 100039;4 西北农林科技大学 动物科技学院,陕西 杨凌 712100;5 中国农业科学院 畜牧研究所,北京 100094)

**[摘要]** 为了研究日粮维生素 A ( $V_A$ ) 水平与肉牛牛肉品质的关系,选用 16 头 12 月龄利木赞  $\times$  鲁西黄牛阉牛,以添加 0,1 100,2 200,4 400 IU/kg  $V_A$  的日粮育肥 6 个月后屠宰,分析不同日粮  $V_A$  添加水平对牛肉品质的影响。结果表明:(1)在肉牛屠宰特性方面, $V_A$  水平对肉牛屠宰率、肋部皮下脂肪厚度、肠系膜脂肪质量/活体质量、眼肌面积和肉品大理石花纹评分均无显著 ( $P>0.05$ ) 影响,但大理石花纹随  $V_A$  水平的降低而改善; $V_A$  水平显著 ( $P<0.05$ ) 影响肉牛日增质量、背部皮下脂肪厚度和肉品剪切力,其中日增质量以 2 200 IU/kg  $V_A$  添加水平时最高,低于此水平则有随  $V_A$  水平升高而增加的趋势,而背部皮下脂肪厚度和剪切力均以 1 100 IU/kg  $V_A$  水平时最低;(2)在肉品常规成分(以鲜样为基础)方面, $V_A$  水平显著 ( $P<0.05$ ) 影响臀中肌干物质含量和背最长肌粗蛋白含量,而对臀中肌粗脂肪、粗蛋白和粗灰分含量及背最长肌干物质、粗脂肪和粗灰分含量无显著 ( $P>0.05$ ) 影响;(3)在肉品氧化稳定性方面, $V_A$  水平对吊挂成熟的臀中肌和背最长肌的总色素含量、硫代巴比妥酸反应物值(TBARS)和滴水损失有显著 ( $P<0.05$ ) 影响。其中,总色素含量在臀中肌和背最长肌均以 1 100 IU/kg  $V_A$  水平时最高,TBARS 值在臀中肌以 1 100 IU/kg  $V_A$  水平时最低,而在背最长肌以 2 200 IU/kg  $V_A$  水平时最低。综合考虑,在该试验条件下,以 1 100 IU/kg  $V_A$  水平日粮饲喂肉牛的效果最好。

**[关键词]** 肉牛;维生素 A;肉品质

**[中图分类号]** S823.4;S816.72

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2007)08-0075-07

## Effects of dietary vitamin A level on meat quality of steers

WANG Wen-juan<sup>1,3</sup>,WANG Shui-ping<sup>2</sup>,GONG Yue-sheng<sup>4</sup>,  
WANG Jia-qi<sup>4</sup>,TAN Zhi-liang<sup>1</sup>

(1 Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Science, Changsha, Hunan 410125, China;

2 Department of Animal Science, Rongchang Campus of Southwest University, Chongqing 402460, China;

3 Graduate School of the Chinese Academy of Science, Beijing 100039, China;

4 College of Animal Science and Technology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

5 Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100094, China)

**Abstract:** A slaughter trial was conducted to evaluate the effects of dietary vitamin A ( $V_A$ ) supplementing level on meat quality by using 16 limosin  $\times$  luxi crosses steers at 12-month age in a complete randomized design after 6 months of finishing period with diets contained 0,1 100,2 200, and 4 400 IU/kg. The results showed that:  $V_A$  level did not affect ( $P>0.05$ ) dressing percentage, subcutaneous fat thickness, mesenteric fat weight/living weight, longissimus area, and marbling score which was better with the decrease of  $V_A$  level. But  $V_A$  level significantly affected back fat thickness and shear force ( $P<0.05$ ), both of which were lowest at 1 100 IU/kg, and average daily gain which had a tendency was numerically greater

\*收稿日期] 2006-07-17

[基金项目] 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-022;KSCX2-YW-N-49);国家青年自然科学基金项目(30600436);国家“十五”重大科技专项(2002BA518A02);西南大学荣昌校区科研项目

[作者简介] 王文娟(1979-),女,陕西西安人,在读博士,主要从事反刍动物生态营养研究。

with  $V_A$  level increment when dietary  $V_A$  level was less than 2 200 IU/ kg.  $V_A$  level had no significant effect on the chemical composition of GM and LD ( $P > 0.05$ ) except for dry matter of GM and crude protein of LD.  $V_A$  level had significant effect on drip loss, total pigment concentration and TBARS ( $P < 0.05$ ) during aging, and different beef cuts responses to  $V_A$  level were not identical. Considering these results, the effect was the best when the steers were fed with the diet contained 1 100 IU/ kg.

**Key words:** steer; vitamin A; meat quality

牛肉具有高蛋白质、低脂肪含量等优点,是日常消费的主要肉类之一。随着人们生活水平的提高,消费者对牛肉的需求量迅速增长,对牛肉品质的要求也越来越高,“优质牛肉”、“高档牛肉”已成为市场消费需求的热点。脂溶性维生素是一类动物所必需的营养素,主要包括维生素 A ( $V_A$ )、维生素 D ( $V_D$ )、维生素 E ( $V_E$ ) 和维生素 K ( $V_K$ )。其中,  $V_A$ 、 $V_D$  和  $V_E$  均对牛肉品质有不同程度的影响<sup>[1-4]</sup>。但目前研究较多的是  $V_D$  和  $V_E$ <sup>[2,4]</sup>,而关于  $V_A$  对牛肉品质影响的报道很少。本试验旨在研究不同日粮  $V_A$  水平对肉牛屠宰特性、肉品常规成分和抗氧化性的影响,以期为我国高档牛肉的生产提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物及其饲养管理

选择 16 头 12 月龄质量相近、健康的利木赞 × 鲁西黄牛阉牛,统一编号、驱虫、健胃。试验牛拴系

饲养,限饲,日喂 2 次(08:00 和 16:00),精粗料分开饲喂,先精后粗。试验牛饲养期为 6 个月,每月末连续 3 d 称质量,饲养期间密切观察牛群健康状况。

### 1.2 试验日粮

试验基础日粮组成见表 1。为了减少饲料中  $\beta$ -胡萝卜素对  $V_A$  代谢的干扰,选用白玉米为能量饲料。粗料为当地生产的粉碎小麦秸。每月根据试验牛体重调整饲料日饲喂量,精料为体重的 1.10%,粗料为体重的 1.65%。 $V_A$  为罗氏公司生产的饲料级棕榈酸视黄酯,实测含量为 5.03 万 IU/g。 $V_A$  先制成预混料(以乙氧基喹为抗氧化剂),然后根据计算好的每头牛每天的需要量分装成小袋,密封置于阴凉干燥处保存,每天晨饲前与精料混合饲喂。

### 1.3 试验设计

采用完全随机设计,将试验牛分为 4 组,饲喂相同基础日粮,其中  $V_A$  的添加水平分别为 0 (A1)、1 100 (A2)、2 200 (A3) 和 4 400 (A4) IU/ kg。

表 1 基础日粮组成与营养成分

Table 1 Ingredients and chemical compositions of the basal finishing diet

日粮组成 Ingredients	含量/(g · kg <sup>-1</sup> ) Content	全混日粮营养成分 Chemical compositions of TMR	含量 Content
小麦秸 Wheat straw	600.0	干物质/(g · kg <sup>-1</sup> ) DM	893.1
白玉米 White corn	270.5	净能/(MJ · kg <sup>-1</sup> ) NE	4.25
棉粕 Cotton meal	108.5	有机物/(g · kg <sup>-1</sup> ) OM	932.8
石粉 Calcium carbonate	7.3	粗蛋白质/(g · kg <sup>-1</sup> ) CP	103.0
磷酸氢钙 Dicalcium phosphate	1.7	粗脂肪/(g · kg <sup>-1</sup> ) EE	19.8
食盐 Sodium chloride	4.0	钙/(g · kg <sup>-1</sup> ) Ca	4.0
小苏打 Sodium bicarbonate	4.0	磷/(g · kg <sup>-1</sup> ) P	2.3
矿物质预混料 Premix	4.0	$\beta$ -胡萝卜素/(mg · kg <sup>-1</sup> ) $\beta$ -carotene	0.56

注: 每 kg 矿物质预混料中含钾 1 600 mg,铁 75 mg,镁 400 mg,铜 20 mg,锌 65 mg,锰 60 mg,碘 0.3 mg,钴 0.32 mg,硒 0.26 mg; 根据 NRC(1996)<sup>[5]</sup>估算而来。

Note: K 1 600 mg, Fe 75 mg, Mg 400 mg, Cu 20 mg, Zn 65 mg, Mn 60 mg, I 0.3 mg, Co 0.32 mg, Se 0.26 mg per kilogram mineral premix; Estimated from NRC (1996)<sup>[5]</sup>.

### 1.4 样品制备与指标测定

育肥期结束后,所有牛空腹 24 h,再按屠宰厂商业标准规范屠宰。

试验牛宰前称重,宰后立即测定热胴体质量、肠系膜脂肪质量、背部皮下脂肪厚(在 5~6 胸椎间离中线 3 cm 处)和肋部皮下脂肪厚(在 12 肋骨弓最高处),排酸 48 h 后测定眼肌面积(12~13 肋间背最长

肌的切面)和大理石花纹等级。试验牛宰后立即采集右半胴体的臀中肌(Gluteus medius, GM)和背最长肌(Longissimus dorsi, LD)(8~12 胸椎间),取 200 g 左右于 -20℃ 冷冻保存,备测干物质、粗脂肪(即肌内脂肪)、粗蛋白及粗灰分等常规成分;取 500 g 左右纵向切割制成 1.5 cm × 7 cm × 3 cm 的肉块,0~4℃ 吊挂成熟,设定屠宰当天为 0 d,测定 0, 2, 4

和 6 d 时的肉色(总色素含量, Total pigment concentrate, TPC)、脂过氧化物(硫代巴比妥酸反应物值, TBARS) 以及 2, 4, 6, 8, 9, 11, 15 和 22 d 的滴水损失;取背最长肌 1 000 g 左右吊挂熟化 72 h 后测定剪切力。

大理石花纹等级按《NY/T 676-2003》评定, 常规成分测定参考孙玉民等<sup>[6]</sup>的方法, 剪切力、总色素含量、TBARS 及滴水损失的测定分别参考 AM-SA<sup>[7]</sup>、Hornsey<sup>[8]</sup>、Witte 等<sup>[9]</sup>和 Honikel<sup>[10]</sup> 的方法。

### 1.5 统计分析

数据基本处理用 Excell 软件进行, 结果用 SPSS11.5 软件中的 GLM 模块进行方差分析和显著性检验, 多重比较采用 Duncan 法。

## 2 结果与分析

### 2.1 日粮 VA 水平对肉牛屠宰特性的影响

由表 2 可知, 日粮 VA 水平对肉牛始质量、末质

量、屠宰率、眼肌面积、肠系膜脂肪质量/活质量、肋部皮下脂肪厚度和大理石花纹均无显著 ( $P > 0.05$ ) 影响, 但大理石花纹随着 VA 水平的降低而改善。日粮 VA 水平显著 ( $P < 0.05$ ) 影响肉牛日增质量、背部皮下脂肪厚度和肉品质剪切力。其中, 日增质量以处理 A3 最高, 低于此水平则有随 VA 水平升高而增加的趋势; 背部皮下脂肪厚度以处理 A2 显著 ( $P < 0.05$ ) 低于处理 A3 和 A4; 剪切力以处理 A4 显著 ( $P < 0.05$ ) 高于处理 A2 和 A3。

### 2.2 日粮 VA 水平对牛肉臀中肌和背最长肌常规成分的影响

日粮 VA 水平对肉牛臀中肌和背最长肌常规成分的影响如表 3 所示。由表 3 可以看出, 日粮 VA 水平显著影响 ( $P < 0.05$ ) 臀中肌干物质含量和背最长肌粗蛋白含量, 而对臀中肌粗脂肪、粗蛋白和粗灰分含量及背最长肌干物质、粗脂肪和粗灰分含量无显著 ( $P > 0.05$ ) 影响。

表 2 日粮 VA 水平对肉牛屠宰特性的影响

Table 2 Effect of dietary VA level on carcass characteristics of steers

组别 Groups	始质量/kg Initial weight	末质量/kg Final weight	日增质量/(g·d <sup>-1</sup> ) Average daily gain	屠宰率/% Dressing percentage	眼肌面积/cm <sup>2</sup> Longissimus area
A1	299.5 a	383.7 a	467.6 b	54.93 a	92.63 a
A2	313.8 a	409.2 a	529.6 ab	54.63 a	108.71 a
A3	296.4 a	399.6 a	573.1 a	53.60 a	100.05 a
A4	294.4 a	378.0 a	464.4 b	53.57 a	114.54 a
SEM	6.5	6.2	18.6	0.54	4.65

组别 Groups	肠系膜脂肪质量占活质量比例/% Ratio of mesenteric fat weight and living weight	背部皮下脂肪厚度/cm Back fat thickness	肋部皮下脂肪厚度/cm Subcutaneous fat thickness	大理石花纹评分 Marbling score	剪切力/(kg·cm <sup>-2</sup> ) Shear force
A1	0.73 a	0.53 ab	0.20 a	3.2 a	8.24 ab
A2	0.76 a	0.30 a	0.20 a	3.5 a	6.00 a
A3	0.67 a	0.80 b	0.37 a	3.7 a	6.00 a
A4	0.74 a	0.80 b	0.37 a	3.7 a	10.09 b
SEM	0.02	0.09	0.05	0.1	0.74

注:(1) 同列数据标字母不同者表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 下表同;(2) SEM 示平均数的标准误, 下表同。

Note:(1) Different letters (a and b) within columns represent significant difference ( $P < 0.05$ ), and the same as below;(2) SEM means the standard error of mean. The same as below.

表 3 日粮 VA 水平对肉牛臀中肌和背最长肌常规成分的影响

Table 3 Effect of dietary VA level on chemical compositions of GM and LD of steers

组别 Groups	臀中肌 GM				背最长肌 LD			
	干物质 DM	粗脂肪 EE	粗蛋白 CP	粗灰分 CA	干物质 DM	粗脂肪 EE	粗蛋白 CP	粗灰分 CA
A1	242.3 ab	6.1 a	214.4 a	16.9 a	252.8 a	15.9 a	225.8 a	16.9 a
A2	253.9 a	17.7 a	218.6 a	16.7 a	251.4 a	10.7 a	228.0 a	17.0 a
A3	241.2 b	10.5 a	209.8 a	17.0 a	242.3 a	15.3 a	211.0 b	16.8 a
A4	247.0 ab	9.9 a	213.8 a	17.1 a	242.1 a	11.2 a	218.3 ab	16.6 a
SEM	0.22	0.20	0.21	0.01	0.24	0.20	0.29	0.01

### 2.3 日粮 VA 水平对牛肉臀中肌和背最长肌氧化稳定性的影响

日粮 VA 水平对肉牛臀中肌和背最长肌成熟过程中 TPC、TBARS 和滴水损失的影响如图 1~3 所示。图 1 结果表明, 处理 A2 臀中肌的 TPC 在吊挂

2 d 时显著 ( $P < 0.05$ ) 高于处理 A3 和 A4, 处理 A4 臀中肌的 TPC 在吊挂 4 d 时显著 ( $P < 0.05$ ) 高于处理 A1; 而处理 A2 背最长肌的 TPC 在吊挂 4 d 时显著 ( $P < 0.05$ ) 高于处理 A3 和 A4; 并随成熟时间的延长, 臀中肌和背最长肌的 TPC 均呈降低趋势。

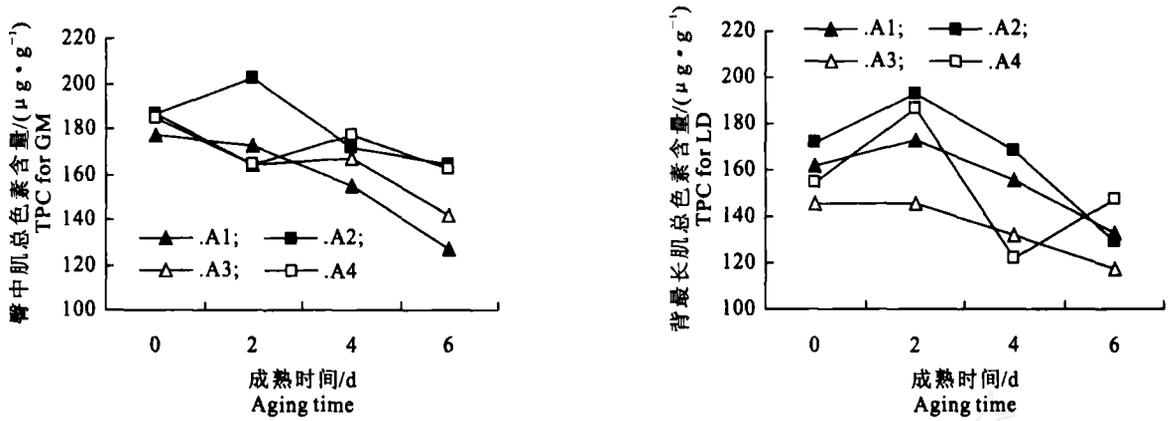


图 1 日粮  $V_A$  水平对肉牛臀中肌和背最长肌成熟过程中 TPC 含量的影响

Fig.1 Effect of dietary  $V_A$  level on TPC of GM and LD of steers during aging

由图 2 可见,处理 A2 臀中肌的 TBARS 在吊挂 0 d 时显著 ( $P < 0.05$ ) 低于处理 A4,在吊挂 2 d 时显著 ( $P < 0.05$ ) 低于处理 A3,在吊挂 4 d 时极显著 ( $P < 0.01$ ) 低于处理 A4;而各处理背最长肌的

TBARS 均无显著 ( $P > 0.05$ ) 差异;另外,随着成熟时间的延长,臀中肌和背最长肌的 TBARS 均呈升高趋势,且臀中肌的变化幅度大于背最长肌。

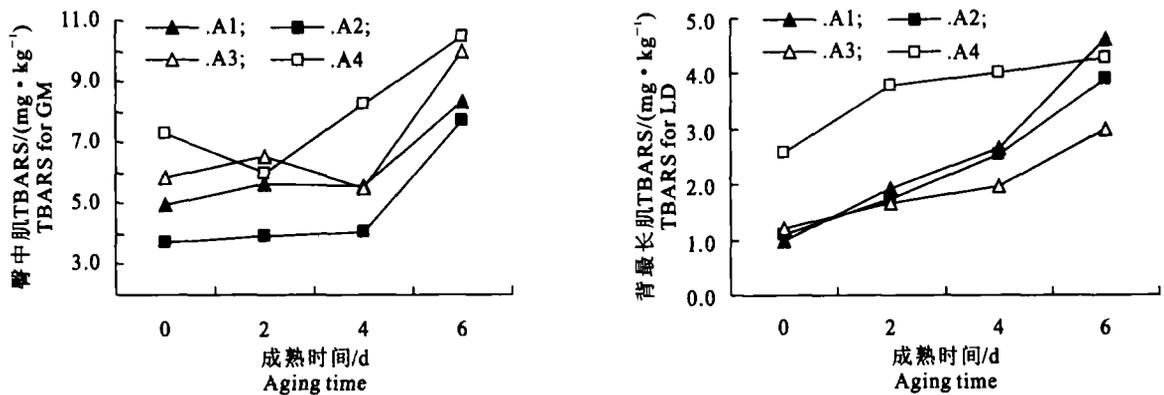


图 2 日粮  $V_A$  水平对肉牛臀中肌和背最长肌成熟过程中 TBARS 含量的影响

Fig.2 Effect of dietary  $V_A$  level on TBARS of GM and LD of steers during aging

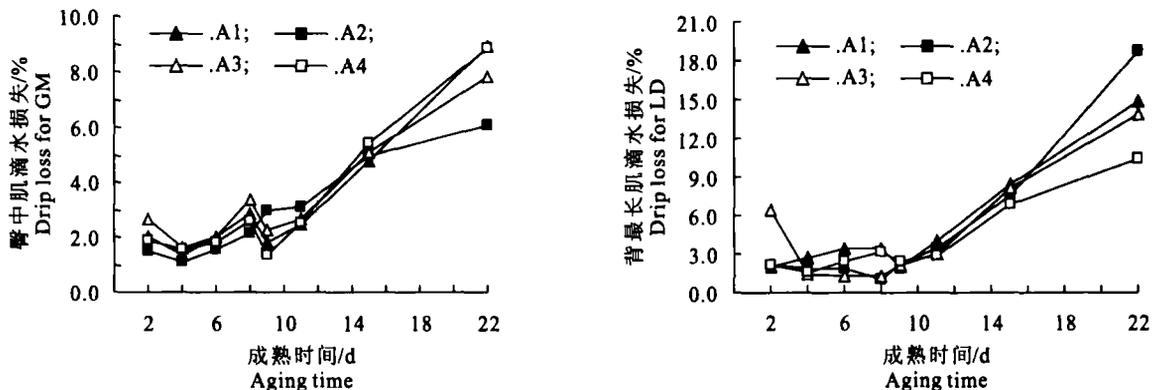


图 3 日粮  $V_A$  水平对肉牛臀中肌和背最长肌成熟过程中滴水损失的影响

Fig.3 Effect of dietary  $V_A$  level on drip loss of GM and LD of steers during aging

由图 3 可以看出,处理 A2 臀中肌的滴水损失在吊挂 2,6 和 8 d 时显著 ( $P < 0.05$ ) 低于处理 A3,在吊挂 9 d 时显著 ( $P < 0.05$ ) 高于处理 A4;而处理

A3 背最长肌的滴水损失在吊挂 2 d 时极显著 ( $P < 0.01$ ) 高于处理 A1、A2 和 A4,在吊挂 6 d 时显著低于处理 A1 ( $P < 0.01$ ) 和处理 A4 ( $P < 0.05$ ),处理

A2 背最长肌的滴水损失在吊挂 6 d 时显著 ( $P < 0.05$ ) 低于处理 A1; 并且随着成熟时间的延长, 臀中肌和背最长肌的滴水损失总体上均呈先降低后升高的趋势。

### 3 讨 论

#### 3.1 日粮 $V_A$ 水平对肉牛屠宰特性的影响

目前, 关于日粮  $V_A$  水平对肉用反刍动物生产性能影响的研究报道很多。Perry 等<sup>[11]</sup>在 1 岁龄阉牛及青年母牛日粮中分别添加 0, 4 400, 30 000 和 60 000 IU/kg 及 4 400, 8 800 和 13 200 IU/kg 的  $V_A$ , 结果试验牛增重差异不显著 ( $P > 0.05$ )。Matsuzaki 等<sup>[12]</sup>研究发现, 阉牛育肥期采食  $V_A$  水平为 7 500 和 8 571 IU/kg 的日粮, 育肥期末质量差异不显著 ( $P > 0.05$ )。Pyatt 等<sup>[13]</sup>报道, 给育肥牛饲喂  $V_A$  水平为 7 250 和 2 300 IU/kg 的日粮, 期末质量和日增质量差异不显著 ( $P > 0.05$ )。Bryant 等<sup>[14]</sup>在 1 岁龄阉牛的精料中添加 0, 1 103, 2 205, 4 410 和 8 820 IU/kg 的  $V_A$ , 结果表明, 试验牛期末质量和日增质量差异亦不显著 ( $P > 0.05$ )。然而, 上述研究发现, 日粮不同  $V_A$  添加水平对肉牛日增质量的影响程度不一致。Chapman 等<sup>[15]</sup>和 Perry 等<sup>[16]</sup>研究发现, 日粮中  $V_A$  水平为 0, 550, 1 100 和 2 200 IU/kg 时, 阉牛日增质量随  $V_A$  水平的升高而增加, 且 2 200 IU/kg  $V_A$  水平时的日增质量显著 ( $P < 0.05$ ) 高于其他水平。Oka 等<sup>[17]</sup>给肉牛肌注  $V_A$ , 发现高水平  $V_A$  组的增加质量显著 ( $P < 0.05$ ) 高于低水平组。本试验结果表明, 在肉牛开始质量无显著 ( $P > 0.05$ ) 差异的情况下, 日粮  $V_A$  水平对肉牛期末质量无显著 ( $P > 0.05$ ) 影响, 但显著 ( $P < 0.05$ ) 影响日增质量, 其中处理 A3 显著 ( $P < 0.05$ ) 高于处理 A1 和 A4, 且当日粮  $V_A$  水平低于 2 200 IU/kg 时, 日增质量有随  $V_A$  水平升高而增加的趋势。

$V_A$  有视黄醇、视黄醛和视黄酸 3 种衍生物。 $V_A$  只存在于动物体中, 植物中虽不含  $V_A$ , 但却含有  $V_A$  原, 即胡萝卜素。日粮中高水平 (5 ~ 50  $\mu\text{mol/L}$ ) 的视黄酸会抑制脂肪组织的发育, 而低水平 (1  $\text{pmol/L}$  ~ 10  $\text{nmol/L}$ ) 的视黄酸则能促进脂肪沉积。Adachi 等<sup>[18]</sup>和 Nade 等<sup>[19]</sup>研究发现, 饲喂低水平  $V_A$  和胡萝卜素有利于牛肉大理石花纹的形成, 与饲喂高水平  $V_A$  相比, 牛肉肌内脂肪含量也较高。Kawada 等<sup>[20]</sup>发现,  $V_A$  影响脂肪细胞的末期分化。Oka 等<sup>[21]</sup>认为, 日粮  $V_A$  水平与育肥阶段早期脂肪细胞的扩增呈负相关。Oka 等<sup>[17]</sup>报道, 对于 15

月龄后的肉牛, 饲喂低水平  $V_A$  较高水平  $V_A$  更能改善大理石花纹 ( $P < 0.05$ ), 但对于 23 月龄后的肉牛, 两者差异并不显著 ( $P > 0.05$ )。Matsuzaki 等<sup>[12]</sup>、Pyatt 等<sup>[13]</sup>和 Bryant 等<sup>[14]</sup>发现, 日粮  $V_A$  水平对牛肉大理石花纹无显著 ( $P > 0.05$ ) 影响。本试验研究发现, 日粮  $V_A$  水平对牛肉大理石花纹无显著 ( $P > 0.05$ ) 影响, 但随着  $V_A$  水平的降低, 大理石花纹得以改善, 与上述试验结果一致。根据 Oka 等<sup>[17]</sup>和 Kawada 等<sup>[20]</sup>的研究, 推测  $V_A$  影响牛肉大理石花纹的可能机制是: 肌内脂肪组织由不成熟的脂肪细胞沉积而成, 在育肥早期能分化和扩增, 而视黄酸能调节纤维母细胞中脂肪细胞的形成和分化, 故能抑制一定生长阶段的育肥牛肌内脂肪组织的末期分化, 而且, 视黄酸可调节生长激素基因的表达, 而生长激素能减少脂肪沉积, 从而影响牛肉大理石花纹的形成。

关于  $V_A$  对肉牛皮下脂肪厚度的影响报道较少, 且结果不尽相同。Oka 等<sup>[22]</sup>的试验表明, 与  $V_A$  低水平日粮相比, 用  $V_A$  高水平日粮饲喂的阉牛背部皮下脂肪厚较高 ( $P < 0.05$ ), 而其同年的另一试验却认为后者仅稍高于前者 ( $P > 0.05$ )<sup>[17]</sup>。Matsuzaki 等<sup>[12]</sup>和 Bryant 等<sup>[14]</sup>的研究表明, 日粮  $V_A$  水平对肉牛背部皮下脂肪厚度无显著影响 ( $P > 0.05$ )。本试验结果表明, 日粮  $V_A$  水平对肉牛肋部皮下脂肪厚度无显著影响 ( $P > 0.05$ ), 但显著影响 ( $P < 0.05$ ) 背部皮下脂肪厚度。

#### 3.2 日粮 $V_A$ 水平对牛肉臀中肌和背最长肌常规成分的影响

牛肉的营养成分不仅是决定其营养价值的最根本因素, 而且与其大理石花纹、风味、嫩度等密切相关<sup>[23]</sup>。在本试验中, 若以平均值计, 牛肉干物质含量为 146.7 g/kg, 粗蛋白为 217.5 g/kg, 粗脂肪为 12.2 g/kg, 粗灰分为 16.9 g/kg, 与曾勇庆等<sup>[24]</sup>和喻兵兵等<sup>[25]</sup>的研究结果相近。目前, 有关  $V_A$  影响牛肉营养成分的研究报道很少, 已有的研究主要集中在对肌内脂肪的影响上<sup>[17, 22]</sup>。Kazala 等<sup>[23]</sup>认为, 背最长肌肌内脂肪的含量和分布决定着牛肉大理石花纹的等级, 这与本试验结果一致。

#### 3.3 日粮 $V_A$ 水平对牛肉臀中肌和背最长肌氧化稳定性的影响

脂肪氧化是除微生物以外导致肉牛失色、变质的最主要因素。影响牛肉脂肪氧化的因素很多, 如日粮组成及营养成分、牛肉中不饱和脂肪酸的含量、加工方法和抗氧化剂的使用等, 在饲料中添加高剂

量的  $V_E$  及使用天然或人工合成的抗氧化剂,是目前应用效果较好的抗氧化方法,迄今尚未见关于  $V_A$  影响牛肉脂肪氧化的报道。 $V_A$  维护机体健康及其免疫的作用与其参与降低氧化强化剂的效应有关, $V_A$  缺乏会导致大鼠抗氧化能力降低和脂类过氧化反应增强<sup>[26]</sup>。 $V_A$  还可影响组织中  $V_E$  的含量,增加  $V_A$  摄入量会抑制  $V_E$  的吸收,使肝脏和血液中生育酚的含量降低<sup>[27]</sup>。另外,高  $V_A$  能促进超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶等抗氧化酶的合成<sup>[28]</sup>。在本试验中,对于 TBARS,臀中肌和背最长肌均以处理 A4 最高,表明高  $V_A$  能促进牛肉脂肪的氧化;而臀中肌以处理 A2 最低,背最长肌以处理 A3 最低,且臀中肌的变化幅度大于背最长肌,表明  $V_A$  对不同位点脂肪的氧化抑制效果不一致。

滴水损失是影响牛肉品质的重要因素,不仅影响牛肉加工制品的产量、颜色和结构等,还对鲜肉的色泽、质地、嫩度、营养和风味等食用品质有影响,是牛肉经济价值评价的重要指标之一。关于  $V_E$ 、 $V_C$  和硒等对牛肉滴水损失的影响已被大量报道<sup>[29]</sup>。高  $V_A$  能抑制细胞膜中磷脂和蛋白质的氧化,从而保持细胞膜的完整性,而细胞膜的破坏是造成牛肉滴水损失增加的主要原因<sup>[30]</sup>。本试验中,日粮  $V_A$  水平对臀中肌和背最长肌滴水损失的影响并不一致,可能是上述因素综合作用的结果。另外,牛肉成熟时间对其滴水损失的影响也很大。本试验发现,随着成熟时间的延长,臀中肌和背最长肌的滴水损失总体上均呈先降低后升高的趋势,这与黄明等<sup>[31]</sup>的研究结果一致。

牛肉色泽是人们对所购牛肉的第一印象,其在正常范围内变化虽然不影响牛肉的营养价值,但对人们的感官判断和是否购买有重要影响,故具有重要的商业价值。影响牛肉色泽的因素很多,如肉牛品种和个体、饲料差异及牛肉的脂肪氧化、微生物增殖和滴水损失等。肌红蛋白是肉类的主要呈色物质,还原型肌红蛋白氧化成正铁肌红蛋白是成熟过程中肉类失色的主要原因。研究表明,脂肪氧化和色素氧化间呈正相关,其主要原因是脂肪氧化产生的自由基直接促进了色素氧化,或者通过破坏色素还原系统而起间接作用<sup>[32]</sup>。在本试验中,日粮  $V_A$  水平对牛肉 TPC 有不同程度的影响,臀中肌和背最长肌的 TPC 均以处理 A2 最高,这与 Oka 等<sup>[17,22]</sup>的研究结果一致。

## 4 小 结

1) 日粮  $V_A$  水平对肉牛屠宰率、肋部皮下脂肪

厚度、肠系膜脂肪质量/活体质量、眼肌面积和肉品大理石花纹评分均无显著 ( $P > 0.05$ ) 影响,但大理石花纹随  $V_A$  水平的降低而改善。日粮  $V_A$  水平显著 ( $P < 0.05$ ) 影响肉牛日增质量、背部皮下脂肪厚度和肉品剪切力。其中,日增质量以 2 200 IU/kg  $V_A$  水平时最高,低于此水平则有随  $V_A$  水平升高而增加的趋势,而背部皮下脂肪厚度和剪切力均以 1 100 IU/kg  $V_A$  水平时最低。

2) 日粮  $V_A$  水平显著 ( $P < 0.05$ ) 影响臀中肌干物质含量和背最长肌粗蛋白含量,而对臀中肌粗脂肪、粗蛋白和粗灰分含量及背最长肌干物质、粗脂肪和粗灰分含量无显著 ( $P > 0.05$ ) 影响。

3) 日粮  $V_A$  水平对吊挂成熟中的臀中肌和背最长肌的 TPC、TBARS 和滴水损失有显著 ( $P < 0.05$ ) 影响。其中,TPC 在臀中肌和背最长肌中均以 1 100 IU/kg  $V_A$  水平时最高, TBARS 值在臀中肌中以 1 100 IU/kg  $V_A$  水平时最低,而在背最长肌中以 2 200 IU/kg  $V_A$  水平时最低。

4) 在本试验条件下,以 1 100 IU/kg 的日粮  $V_A$  水平饲喂肉牛的效果最好。

## [参考文献]

- [1] McDowell L R, Williams S N, Hidioglu N, et al. Vitamin E supplementation for the ruminant [J]. Anim Feed Sci Tech, 1996, 60: 273-296.
- [2] Montgomery J L, Parrish F C, Beitz Jr D C, et al. The use of vitamin D3 to improve beef tenderness [J]. J Anim Sci, 2000, 78: 2615-2621.
- [3] Kuber P S. An evaluation of factors affecting tenderness relative to species, breed, diet, and muscle differences [D]. Washington, American: Washington State University, 2001.
- [4] 于福清, 文杰, 陈继兰, 等. 日粮维生素 E、硒水平对熟化过程中牛肉氧化稳定性的影响 [J]. 畜牧兽医学报, 2003, 34 (1): 17-23.
- [5] NRC. Nutrient requirements of beef cattle (7th) [M]. Washington, D C: National Academy Press, 1996.
- [6] 孙玉民, 罗明. 畜禽肉品学 [M]. 山东: 山东科学技术出版社, 1993.
- [7] AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurement of fresh meat [M]. Chicago, America: American Meat Sci Assoc, 1995.
- [8] Hornsey H C. The color of cooked cured pork. I. Estimation of nitric oxide-haem pigment [J]. J Sci Food Agric, 1956, 7: 534-540.
- [9] Witte V C, Krause G F, Bailey M E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage [J]. J Food Sci, 1970, 35: 582-590.
- [10] Honikel K O. Reference methods for the assessment of physi-

- cal characteristics of meat[J]. *Meat Sci*, 1998, 49:447-457.
- [11] Perry T W, Smith W H, Beeson W M, et al. Value of supplemental vitamin A for fattening beef cattle on pasture[J]. *J Anim Sci*, 1966, 25:814-824.
- [12] Matsuzaki M, Hara S, Ogawa M, et al. Effects of vitamins A, D<sub>3</sub>, and E on growth performance and carcass characteristics, and on lipolytic responsiveness and insulin secretion in Japanese black steers[J]. *Japan Anim Sci Tech*, 1998, 69:741-746.
- [13] Pyatt N A, Berger L L, Nash T G. Effects of vitamin A and restricted intake on performance, carcass characteristics, and serum retinol status in Angus × Simmental feedlot cattle[J]. *Professional Animal Scientist*, 2005, 27:345-355.
- [14] Bryant T C, Wagner J J, Engle T E, et al. Effects of dietary supplemental vitamin A concentration on growth, intake, and marbling in yearling feedlot cattle[J]. *J Anim Sci*, 2004, 82 (Suppl. 1):270 (Abs.).
- [15] Chapman H L, Shirley, Palmer R L, et al. Vitamins A and E in steer fattening rations on pasture[J]. *J Anim Sci*, 1964, 23:669-673.
- [16] Perry T W, Beeson W M, Smith W H, et al. Interrelationships among vitamins A, E and K when added to the rations of fattening beef cattle[J]. *J Anim Sci*, 1968, 21:190-194.
- [17] Oka A, Maruo Y, Miki T, et al. Influence of vitamin A on the quality of beef from the Tajima strain of Japanese Black cattle[J]. *Meat Sci*, 1998, 48:159-165.
- [18] Adachi K, Kawano H, Tsuno K, et al. Relationship between serum biochemical values and marbling scores in Japanese black steers[J]. *J Vet Med Sci*, 1999, 61:961-967.
- [19] Nade T, Hirabara S, Okumura T, et al. Effects of vitamin A on carcass composition concerning younger steers fattening of Wagyu cattle[J]. *Asia-Aust J Anim Sci*, 2003, 16:353-358.
- [20] Kawada T, Aoki N, Kamei Y, et al. Comparative investigation of vitamins and their analogues on terminal differentiation, from preadipocytes to adipocyte, of 3T3-L1 cells[J]. *Comp Biochem Physiol*, 1990, 96A:323-330.
- [21] Oka A, Miki T, Maruo Y, et al. Effects of vitamin A administration on meat quality of Japanese black cattle[J]. *J Clin Vet Med*, 1992, 10:2152-2157.
- [22] Oka A, Dohgo T, Juen M, et al. Effects of Vitamin A on beef quality, weight gain, and serum concentrations of thyroid hormones, insulin-like growth factor-1, and insulin in Japanese Black cattle[J]. *Japan Anim Sci Tech*, 1998, 69:90-99.
- [23] Kazala E C, Lozeman F J, Mir P S, et al. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred wagyn cattle[J]. *J Anim Sci*, 1999, 77:1717-1725.
- [24] 曾勇庆, 孙玉民. 鲁西黄牛与利鲁杂交牛肉质特性的研究[J]. *黄牛杂志*, 1999, 25(3):12-16.
- [25] 喻兵兵, 毛华明, 文际坤. 优质牛肉屠宰试验及肉质品质研究[J]. *云南农业大学学报*, 2004, 19(2):215-219.
- [26] 李英哲, 黄莲珍, 周丽玲. 维生素 A 缺乏对大鼠脂质过氧化反应和抗氧化系统的影响[J]. *营养学报*, 2001, 23(1):1-5.
- [27] Ametaj B N, Nonnecke B J, Franklin S T, et al. Dietary vitamin A modulates the concentrations of RRR- $\alpha$ -tocopherol in plasma lipoproteins from calves fed milk replacer[J]. *J Nutri*, 2000, 130:629-636.
- [28] Chu F F. Retinoic acid induces Gpx2 gene expression in MCF-7 human breast cancer cells[J]. *J Nutri*, 1999, 129:1846-1854.
- [29] Simek J, Chladek G, Koutnik V, et al. Selenium content of beef and its effect on drip and fluid losses[J]. *Animal Science Paper and Reports*, 2002, 20 (suppl. 1):49-53.
- [30] Weinstock P H, Levak-Frank S, Hudgins L C, et al. Lipoprotein lipase controls fatty acid into adipose tissue but fat mass is preserved by endogenous synthesis in mice deficient in adipose tissue lipoprotein lipase[J]. *Proc Nat Acad Sci*, 1997, 94:10261-1026.
- [31] 黄明, 周光宏, 徐幸莲, 等. 不同日粮水平和成熟时间对牛肉质量的影响[J]. *南京农业大学学报*, 2003, 26(2):93-96.
- [32] Greene B E. Interrelations between myoglobin, lipids, flavor and color of meat[J]. *Meat Indust Res Conf Proc*, 1971, 23:27-37.