

酒精发酵玉米饲料对活体外瘤胃发酵和延边牛血液生理指标及屠宰性能的影响

薛红枫^{1,2} 严昌国² 孟庆翔¹

(1. 中国农业大学 动物科学技术学院,北京 100094; 2. 延边大学 农学院,吉林 龙井 133400)

摘要 通过活体外发酵试验(试验1)和育肥屠宰试验(试验2)评价饲喂酒精发酵玉米饲料对活体外瘤胃发酵和延边育肥牛血液生理指标及屠宰性能的影响。结果表明,与未发酵玉米饲料(CKI)相比,酒精发酵玉米饲料(AFCD)干物质消化率(DMD)没有差异($P>0.5$),但细胞壁消化率(NDFD)提高了9.7个百分点($P<0.006$)。72 h产气量与理论最大产气量低于CKI($P>0.12$),但产气速度高于CKI($P<0.06$),且产气延滞期低于CKI($P<0.04$)。AFCD对瘤胃发酵pH、NH₃-N含量、各种挥发酸和乙酸与丙酸的摩尔比等指标无显著影响($P>0.1$)。酒精发酵饲料饲喂延边育肥牛的血液生理指标及屠宰性能结果表明,饲喂AFCD的延边育肥牛血液葡萄糖水平升高($P<0.01$),但血清总清蛋白、总脂肪、血钙和血磷含量无显著变化($P>0.06$),屠宰率、净肉率和眼肌面积分别提高了8.33%、11.43%和7.02%($P<0.05$),肌肉不饱和脂肪酸($P<0.1$)和脂肪含量($P<0.01$)有提高,但必需氨基酸和非必需氨基酸总量无显著变化($P>0.1$)。说明饲喂酒精发酵玉米饲料可以改善延边牛肉质。

关键词 酒精发酵玉米; 延边牛; 活体外产气量; 血液生理指标; 屠宰性能

中图分类号 S823.81; S816.6

文章编号 1007-4333(2005)01-0038-06

文献标识码 A

Effect of alcohol-fermented corn diet on in vitro rumen fermentation, blood physiological parameters and slaughtering performance of Yanbian cattle

Xue Hongfeng^{1,2}, Yan Changguo², Meng Qingxiang¹

(1. College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. Agricultural College of Yanbian University, Longjing 133400, China)

Abstract Two experiments were conducted to investigate the effect of feeding alcohol-fermented corn on in vitro rumen fermentation, blood physiological parameters and slaughtering performance of Yanbian cattle. Two diets containing alcohol-fermented corn (AFCD) or regular corn (CKI) were used as treatments. In Expt. 1, in vitro gas production method was used to compare the influence of AFCD and CKI diets on rumen fermentation traits. The result showed that AFCD had no change in the dry matter digestibility ($P>0.5$), but had 9.7 percentages of NDF digestibility higher than CKI diet ($P<0.006$). Although 72 h gas production (GP) and potential GP of AFCD were quantitatively lower ($P>0.12$), AFCD had faster rate of GP ($P<0.06$) and shorter lag time ($P<0.04$) than the CKI diet. AFCD treatment unaffected ($P>0.1$) in vitro rumen pH value, ammonia concentration, total VFA production and individual VFA proportion. In Expt. 2, six Yanbian Yellow steers averaging 280 kg of body weight were used in a feeding (12 weeks) and slaughtering trial to determine the effect of feeding AFCD diet on the blood physiological parameters and the slaughtering performance. Feeding AFCD diet resulted in higher content of serum glucose ($P<0.01$), whereas the concentration of total blood albumen, lipids, calcium and phosphate in serum did not differ ($P>0.06$) between AFCD and CKI diet. Dressing percentage, net meat rate and rib eye areas of cattle fed AFCD increased 8.33%, 11.43% and 7.02% ($P<0.05$), respectively. The cattle fed AFCD had increased content of carcass fat ($P<0.01$) and unsaturated fatty acids

收稿日期: 2004-08-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30270944)

作者简介: 薛红枫,博士研究生;孟庆翔,教授,博士生导师,联系作者,主要从事反刍动物营养研究, Tel: 010-62731156,

E-mail: qxmeng@cau.edu.cn

($P < 0.1$), unchanged amount of total essential or non-essential amino acids ($P > 0.1$) of longissimus muscle, indicating a beneficial effect of feeding alcohol fermented corn on beef quality of Yanbian cattle.

Key words alcohol-fermented corn; yanbian cattle; in vitro gas production; blood physiological parameter; slaughtering performance

在提高肉牛增重速度和牛肉质量方面,国内外已有大量研究。Itabashi 等^[1]通过供给酒精,使日本育肥牛日增重提高了 16.3%。韩牛饲喂酒精发酵饲料后肌内脂肪的脂肪酸组成中油酸含量高达 48.01%^[2]。目前,用酒精发酵玉米或其他谷物饲喂肉牛作为一种提高增重速度和牛肉质量的方法,在我国东北地区广泛使用;但是,关于酒精发酵玉米饲喂肉牛是否影响瘤胃发酵和肉牛屠宰性能尚未见报道。为此,本试验采用活体外产气法^[3]并进行饲养屠宰试验分别研究酒精发酵饲料对瘤胃发酵参数和延边牛血液生理指标及屠宰性能的影响。

1 材料与方 法

1.1 酒精发酵玉米饲料制作

在玉米粉中加水(占玉米粉质量 80%)、糖化酶(每 g 玉米粉加入 500 u 糖化酶;北京奥博星生物技术责任有限公司生产,酶活性 10 万/g)和酿酒活性干酵母 ADY(占玉米粉质量 0.2%;湖北宜昌安琪酵母股份有限公司生产),混合均匀后在 32℃ 下厌氧发酵 24 h,制成具有酒香味,蛋白质质量分数(干物质(DM)基础)为 13.08%,酒精度为 7~9 度的酒精发酵玉米粉。

1.2 活体外发酵试验(试验 1)

4 头装有永久性瘤胃瘘管(平均体重 432 kg)的荷斯坦阉公牛作为瘤胃液供体动物。每日给动物饲喂由 4 kg 混合精料、3 kg 苜蓿颗粒和 2.5 kg 干玉米秸组成的饲料(以 DM 计:代谢能 9.68 MJ/kg, CP 12.6%, Ca 0.58%, P 0.42%)。

试验设处理组和对照组各 2 个。处理 1 为 60%混合精料和 40%干玉米秸组成的酒精发酵玉米饲料(AFCD),对照 1 为未发酵玉米饲料(CK1),处理 2 为酒精发酵玉米粉(AFC),对照 2 为未发酵玉米粉(CK2)。混合精料组成见表 1。

试验所用的仪器设备、溶液配制、样品称量及操作按 Menke 和 Steingass^[3]进行。准确称取处理 1,对照 1,处理 2 和对照 2 样本干物质各 200 mg,放入人工瘤胃培养管(德国产 100 mL 注射器)中。将 30 mL 混合培养液加入到提前预热到 39℃ 的盛有 200

mg 饲料的注射器中,在 39℃ 下培养,连续读取 72 h 产气量,并根据各时间点的空白培养产气量平均值计算 0.2 g 样本干物质的累积净产气量。每个饲料处理 3 支试管,在发酵到 24 h 时间点停止发酵,迅速测定发酵液 pH(PHS-3C 型精密 pH 计,数显读数精度 0.01,上海雷磁仪器厂生产),然后将培养液离心,上清液用于测定挥发性脂肪酸(VFA)和氨态氮($\text{NH}_3\text{-N}$)含量,沉淀物烘干(105℃),供计算 DM 和

表 1 供试牛混合精料及营养成分(DM 基础)

Table 1 Ingredients and composition of mixed concentrate diets (on DM basis) %

精料与营养成分	名 称	酒精发酵	未发酵
		玉米饲料 (处理 1)	玉米饲料 (对照 1)
精料成分/ %	酒精发酵玉米	55.0	—
	玉米粉	—	55.0
	小麦麸	11.0	11.0
	大豆粕	6.0	6.0
	棉籽粕	15.0	15.0
	啤酒糟	7.5	7.5
	预混料	1.0	1.0
	磷酸氢钙	0.5	0.5
	小苏打	1.0	1.0
	石粉	2.0	2.0
	食盐	1.0	1.0
营养成分	CP	19.50	17.50
	Ca	0.92	0.92
	P	0.58	0.58
	NDF	16.13	19.30
代谢能/ (MJ kg ⁻¹)		10.30	11.20

注:精料中微量元素添加量(mg/kg) Cu 15.85, Fe 88.68, Mn 63.05, Zn 59.99, Mg 9.04, Se 0.21, I 0.83, Co 0.16; 维生素添加量 VA, VD 分别为 8 000 和 1 200 IU/kg, VE 0.04 mg/kg; 抗氧化剂添加量 0.01 mg/kg。

为处理 1 和对照 1 精料组成,不包括粗饲料干玉米秸; 为实测值^[5-6]; 查 NRC 表^[4]计算结果。

中性洗涤纤维(NDF)消化率。

1.3 育肥屠宰试验(试验2)

选择6头平均体重为(280 ± 1.60) kg的延边黄牛阉牛进行12周育肥屠宰试验。完全随机化将6头牛分为试验组和对照组,每组3头,单栏饲喂。每日每头牛饲喂混合精料4 kg,试验组饲喂AFCD精料,对照组饲喂对照1精料(表1)。粗饲料为干玉米秸,自由采食。每天饲喂2次,8:00—9:00和17:00—18:00。自由饮水。在试验结束前1周晨饲前进行颈静脉采血制备血清,置-20℃下保存待测定血液生理指标。试验结束时将6头试验牛全部屠宰,测定屠宰指标,同时取第12~13肋骨间的背最长肌用绞肉机搅碎后取样0.5 kg,冷冻干燥后待化学分析。

1.4 测定指标与分析方法

1)活体外发酵试验。利用pH计直接测定培养24 h发酵液的pH,然后将发酵液离心,所得上清液一部分冷冻保存用于测定NH₃-N含量^[7],另一部分加入质量分数为25%的偏磷酸(5:1)去蛋白后用于测定挥发性脂肪酸含量(HP-INNOWax毛细管柱,30.0 m × 320 μm × 0.5 μm, Catalog No: 19091J-213;载气N₂,分流比40:1,进样量0.6 μL, FID, 250℃, H₂ 40 mL/min, 空气流量450 mL/min, 柱流量+尾吹气流量45 mL/min)。

2)育肥屠宰试验。采用GF-D型半自动生化分析仪测定血液总蛋白、总葡萄糖、总脂肪、血钙和无机磷含量以及血液谷丙转氨酶和谷草转氨酶活性。肉样氨基酸含量采用氨基酸分析仪(日立835-50)测定,脂肪酸含量采用HPGC-5890II/HPMS-5988A联机测定(GC采用HP-5毛细管柱,25.0 mm × 0.2 mm × 0.33 μm,柱温170℃,气化温度280℃,进样温度280℃,载气N₂,分流比40:1,进样量0.1 μL;MS采用EI离子源,源温200℃,电子能量70 eV,连接器温度280℃,扫描范围50~350 amu,电子倍增器电压2400 V)。

1.5 统计分析

用GLM方法对2个试验结果进行方差分析和多重比较^[8]。试验1结束后,将累积产气量随培养时间变化的结果进行非线性模型的 $V_{GP} = V_B \times (1 - \exp[-c \times (t_{total} - t_{lag})])$ 模拟计算^[8]。式中: V_{GP} 为 t 时间点0.2 g DM试样的产气量, mL; V_B 为0.2 g DM试样的理论最大产气量, mL; c 为产气速度, h⁻¹; t_{total} 为总培养时间, h; t_{lag} 为产气延滞期, h。

2 结果与讨论

2.1 酒精发酵玉米粉和未发酵玉米粉的活体外产气量及动态发酵参数比较(试验1)

与未发酵玉米粉(CK2)相比,酒精发酵玉米粉处理2(AFC)72 h总产气量和理论最大产气量虽然较低($P < 0.05$;表2),但24 h前各时间点的产气量均较高(图1),表明AFC具有较快的发酵速度和较短的发酵延滞期。从表2的非线性回归计算可以进一步看出,酒精发酵玉米粉的产气速度较未发酵玉米粉快36%($P < 0.001$),而产气延滞期缩短62%($P < 0.001$)。因此,用酒精发酵玉米粉替代未发酵

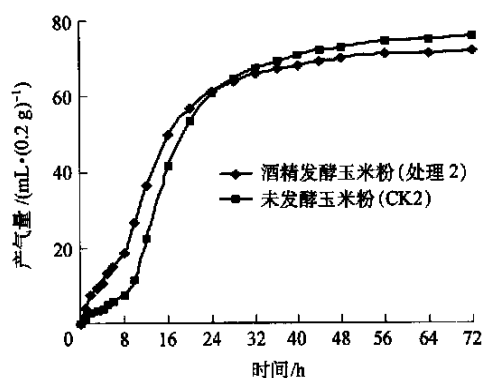


图1 酒精发酵玉米粉和未发酵玉米粉活体外产气量动态变化

Fig. 1 Dynamic change of in vitro ruminal gas production of alcohol-fermented corn in comparison with regular corn

表2 酒精发酵玉米粉和未发酵玉米粉瘤胃动态发酵参数比较

Table 2 Comparison of rumen dynamic fermentation parameters of alcohol-fermented corn with regular corn

项 目	酒精发酵玉米粉(处理2)	未发酵玉米粉(CK2)	SEM	P 值
72 h 产气量/(mL · (0.2 g) ⁻¹)	72.3	76.0		
理论最大产气量/(mL · (0.2 g) ⁻¹)	75.3	84.6	0.9	0.001
产气速度/h ⁻¹	0.061	0.045	0.001	< 0.001
产气延滞期/h	0.89	2.36	0.05	< 0.001

玉米粉作为延边育肥牛饲料成分,可望改善饲料的营养价值。

2.2 酒精发酵玉米饲料和未发酵玉米饲料的活体外瘤胃发酵比较(试验 1)

由表 3 可见,与未发酵玉米饲料(CK1)相比,酒精发酵玉米饲料处理 1(AFCD)的干物质消化率(DMD)没有差异($P > 0.5$),但细胞壁消化率(NDFD)却提高了 9.7 个百分点($P < 0.006$)。处理 1 的 72 h 产气量与理论最大产气量在数量上均低于对照 1,差异不显著($P > 0.12$);但产气速度高于对照 1($P < 0.06$),产气延滞期却低于对照 1($P < 0.04$)。处理 1 除酒精发酵玉米外,其他成分与对照 1 完全相同,因此处理 1 在产气速度和产气延滞期上与对照饲料的差异无疑与酒精发酵玉米饲料有

关。由图 1 和表 2 可知,玉米经糖化和酵母发酵产生酒精后碳水化合物含量下降,产气量降低,但产气速度更快,产气延滞期缩短;同时,玉米经酒精发酵可能产生了某些刺激瘤胃纤维发酵的物质,使饲料纤维组分(如 NDF)更容易被瘤胃微生物所消化(表 3)。因此,饲喂处理 1 的动物会获得更多的可利用营养物质。虽然处理 1 的总挥发酸产量略低于对照 1,但统计上差异不显著($P > 0.1$)。处理 1 瘤胃发酵 pH、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量、各种挥发酸摩尔比和乙酸与丙酸摩尔比等指标与对照 1 相比均没有显著差异($P > 0.1$);因此添加酒精发酵玉米饲料对活体外瘤胃微生物发酵模式没有显著影响,而且 2 组饲料的各挥发酸摩尔比例均在瘤胃微生物发酵正常范围内,说明添加酒精发酵玉米不会引起瘤胃微生物异常发酵。

表 3 酒精发酵玉米饲料和未发酵玉米饲料产气动态消化和微生物发酵参数

Table 3 Comparison of the dynamic fermentation and ruminal microbial fermentation traits of AFCD with CK4 diet

项 目	酒精发酵玉米饲料(处理 1)	未发酵玉米饲料(CK1)	SEM	P 值
72 h 产气量/(mL · (0.2 g) ⁻¹)	46.5	50.8		
理论最大产气量/(mL · (0.2 g) ⁻¹)	47.0	54.2	2.6	0.120
产气速度/h ⁻¹	0.053	0.042	0.003	0.060
产气延滞期/h	0.04	0.53	0.11	0.037
干物质消化率/%	55.4	54.8	1.3	0.729
细胞壁消化率/%	50.0	40.3	0.65	0.006
发酵液 pH	6.83	6.84	0.005	0.374
($\text{NH}_3\text{-N}$)/(mg · dL ⁻¹)	16.5	17.3	0.6	0.406
c(总挥发酸)/(mmol L ⁻¹)	53.4	56.5	1.0	0.102
r(乙酸)/%	66.9	66.4	0.6	0.602
r(丙酸)/%	18.8	18.5	0.2	0.297
r(丁酸)/%	11.2	12.2	0.3	0.116
r(异丁酸)/%	1.2	1.2	0.1	0.808
r(异戊酸)/%	1.8	1.7	0.1	0.653
乙酸与丙酸摩尔比	3.5	3.6	0.1	0.715

2.3 饲喂酒精发酵玉米饲料和未发酵玉米饲料的延边育肥牛血液生理指标及屠宰性能比较(试验 2)

饲喂酒精发酵玉米饲料处理 1(AFCD)和未发酵玉米饲料(CK1)的延边育肥牛血液生理指标及屠宰性能见表 4。与饲喂对照 1 相比,饲喂处理 1 的延边育肥牛血液葡萄糖水平升高($P < 0.01$),表明饲喂处理 1 可能促进了肝糖原的分解,或通过提高饲料采食量或提高纤维组分消化率(表 3)而改善了

牛体碳水化合物的供应状况。饲喂处理 1 延边育肥牛的总清蛋白、总脂肪、血钙和血磷含量与饲喂对照 1 无显著差异($P > 0.06$)。谷丙转氨酶(GPT)和谷草转氨酶(GOT)是动物体内参与氨基酸代谢活性最强的 2 种转氨酶。正常情况下,它们在血浆中的活性很低,但当机体组织受损或通透性增大时,大量转氨酶进入血液。饲喂处理 1 的牛血清 GPT 和 GOT 活性略高于对照 1 组,其中 GOT 活性显著提高($P < 0.05$),可能与该饲料残存的少量酒精影响

肝脏氨基酸代谢有关;但这2种转氨酶活性仍处于延边牛的正常生理范围之内,说明延边牛育肥阶段饲喂处理1对牛体健康无明显不利影响。与对照1相比,饲喂酒精发酵玉米饲料的延边牛胴体重、屠宰率、净肉重、净肉率、眼肌面积分别增加了14.78%,8.33%,15.50%,11.43%和7.02%,其中屠宰率、净肉率指标有显著提高($P < 0.05$),而眼肌面积有极显著的增加($P < 0.01$)。严昌国等^[9]研究发现,给韩牛饲喂酒精发酵玉米饲料使屠宰率、净肉率和眼肌面积明显提高。本试验结果与之相似。

表4 饲喂酒精发酵玉米饲料对延边育肥牛部分血清生理及屠宰性能指标的影响

Table 4 Effect of feeding AFCD diet on some serum physiological parameters and slaughtering traits of Yanbian finishing cattle

项目	酒精发酵玉米饲料(处理1)	未发酵玉米饲料(CK1)
(葡萄糖)/(mg dL ⁻¹)	85.91 ± 0.15**	73.97 ± 0.81
(总清蛋白)/(mg dL ⁻¹)	6.81 ± 0.02	6.79 ± 0.04
(总脂)/(mg dL ⁻¹)	112.50 ± 5.20	105.61 ± 8.09
(钙)/(mg dL ⁻¹)	10.10 ± 0.11	9.87 ± 0.10
(无机磷)/(mg dL ⁻¹)	7.70 ± 0.02	7.61 ± 0.08
(谷丙转氨酶)/(IU L ⁻¹)	29.65 ± 1.31	26.58 ± 0.94
(谷草转氨酶)/(IU L ⁻¹)	115.21 ± 2.94*	100.25 ± 2.57
宰前活质量/kg	375.0 ± 2.1	353.0 ± 6.3
胴体质量/kg	214.4 ± 11.3	186.8 ± 9.3
屠宰率/%	57.2 ± 2.2*	52.8 ± 1.3
净肉质量/kg	170.2 ± 9.2	144.8 ± 8.7
净肉率/%	45.6 ± 1.3*	40.9 ± 1.7
骨质量/kg	44.2 ± 2.5	41.9 ± 2.0
肉骨质量比	3.9 ± 0.2	3.5 ± 0.3
眼肌面积/cm ²	85.6 ± 1.3**	80.0 ± 1.6

注:同行数字间**表示差异极显著($P < 0.01$); *表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

2.4 饲喂酒精发酵玉米饲料对延边育肥牛肌肉组织化学组成的影响(试验2)

与未发酵玉米饲料(CK1)相比,饲喂酒精发酵玉米饲料处理1(AFCD)的延边育肥牛背最长肌脂肪含量增加了49.7%($P < 0.01$),但粗蛋白质含量降低了16.2%($P < 0.01$),而水分和灰分含量无显著差异($P > 0.2$),说明饲喂处理1促进了脂肪在延边育肥牛组织中的沉积(表5)。饲喂处理1使延边育肥牛肌肉中不饱和脂肪酸含量趋于提高($P <$

0.1),饱和脂肪酸中与肉风味有关的肉豆蔻酸(C_{14:0})含量提高($P > 0.05$)。本试验得到的脂肪酸含量的变化规律与韩牛试验结果基本一致,即处理1中不饱和脂肪酸特别是油酸含量高于对照1组^[9]。由表5还发现,处理1和对照1组牛肉必需氨基酸和非必需氨基酸总量无显著差异($P > 0.1$),但处理1牛肉与风味有关的赖氨酸和谷氨酸含量有较对照1组提高的趋势($P < 0.09$)。试验结果表明,给延边育肥牛饲喂酒精发酵玉米饲料对牛肉风味可能具有一定改善作用,对此还有待于进一步研究。

表5 饲喂酒精发酵玉米饲料对延边育肥牛肌肉组织化学成分的影响

Table 5 Effect of feeding AFCD diet on muscle chemical composition of Yanbian finishing cattle %

化学组分名称	酒精发酵玉米饲料(处理1)	未发酵玉米饲料(对照1)	
含水率	67.3 ± 0.4	67.9 ± 0.4	
w(醚浸出物)	12.9 ± 0.3**	8.6 ± 0.3	
w(粗蛋白质)	18.8 ± 0.1**	22.5 ± 0.2	
w(灰分)	1.0 ± 0.1	1.1 ± 0.1	
脂肪酸	C _{14:0}	1.6 ± 2.0	1.3 ± 0.3
	C _{16:0}	24.6 ± 7.8	27.6 ± 7.0
	C _{17:0}	0.3 ± 0.6	0.4 ± 0.4
	C _{18:0}	21.2 ± 3.2	21.2 ± 1.2
	C _{16:1}	2.1 ± 2.0	2.0 ± 0.4
	C _{18:1}	46.7 ± 9.2	44.8 ± 4.7
w(SFA)	47.7 ± 2.0	50.6 ± 3.1	
w(UFA)	52.3 ± 1.2	49.4 ± 1.4	
m(UFA)/m(SFA)	1.1 ± 0.5	1.0 ± 0.7	
氨基酸	Thr	5.0 ± 0.8	5.2 ± 0.6
	Leu	6.0 ± 0.7	6.5 ± 0.7
	Met	1.9 ± 0.5	2.1 ± 0.6
	Lys	9.8 ± 0.4	9.5 ± 0.4
	Val	8.9 ± 0.5	8.5 ± 0.4
	Phe	2.5 ± 0.3	2.6 ± 0.4
	Ala	5.2 ± 0.5	5.5 ± 0.8
	Gly	4.8 ± 0.6	5.3 ± 0.5
	Ser	5.7 ± 0.5	5.8 ± 0.5
	Pro	2.8 ± 0.6	3.0 ± 0.8
	Asp	22.7 ± 1.7	23.3 ± 1.0
	Gu	24.8 ± 2.3	22.6 ± 1.5
	w(EAA)	65.9 ± 2.2	65.5 ± 1.9
	w(NEAA)	34.1 ± 1.5	34.5 ± 1.0

3 结 论

酒精发酵玉米饲料的活体外瘤胃干物质消化率与未处理玉米饲料相当,但其纤维消化率提高,发酵速度加快,产气延滞期缩短,而且对瘤胃发酵参数没有显著影响。用酒精发酵玉米饲料饲喂延边育肥牛,使血液葡萄糖水平升高,但血清总清蛋白、总脂肪、血钙和血磷含量与饲喂普通玉米饲料无显著差异。饲喂酒精发酵玉米饲料显著提高了延边育肥牛屠宰率、净肉率和眼肌面积,而且提高了背最长肌脂肪含量和肌肉中不饱和脂肪酸含量,并降低了肌肉组织粗蛋白质含量,提示饲喂酒精发酵玉米饲料具有一定改善延边育肥牛肉质的作用。

参 考 文 献

- [1] Itabashi H T, Kobayashi A, Takenaka, et al. Influence of ethanol on ruminal microbes and fermentation pattern, hydrogenation of unsaturated fatty acid, and meat quality of beef cattle[C]. Malaysia: 3rd International Symposium on the Nutrition of Herbivores, 1991
- [2] Lunt D K, Smith S B. Wagyu beef holds profit potential for U. S. Feedlots[J]. Feedstuffs, 1991, 8: 18
- [3] Menke K H, Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid[J]. Anim Res Dev, 1989, 28: 7 - 55
- [4] National Research Council. Nutrient Requirements of Beef Cattle[M]. 7th rev. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996
- [5] AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists[M]. Washington, DC: 1990
- [6] Van Soest P J, Robertson J B, Lewis B A. Methods of dietary fibre neutral detergent fibre and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition[J]. J Dairy Sci, 1991, 74: 3583 - 3597
- [7] Broderick G A, Kang J H. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluids and in vitro media[J]. J Dairy Sci, 1980, 63: 64 - 75
- [8] SAS Institute. User's Guide: Statistics[M]. Cary, N C, Version 6 editions. SAS Institute, Inc, 1996
- [9] 严昌国. Effects of Alcohol-Fermented Feedstuff on Quality Meat Production in Hanwoo[D]. 春川:韩国江源大学校, 1998

(上接第 29 页)

种具有重要的实践意义,但关于肉苁蓉种子萌发的刺激信号、寄生过程和吸器识别等寄生机理需进一步探讨。

2) 试验将原产于新疆于田的管花肉苁蓉引种到河北乐亭县和吴桥实验站,实现了华北平原盐碱地区中国柽柳种上的引种成功,为濒危中药材管花肉苁蓉的异地保护和人工栽培提供了新的途径。试验中笔者发现,引种的管花肉苁蓉在生长过程中有腐烂现象,因此,管花肉苁蓉的寄生环境,气候条件和土壤因子等对管花肉苁蓉生长的影响,有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 马毓泉. 内蒙古肉苁蓉修订正[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1977(1): 69 - 75
- [2] 盛晋华, 翟志席, 杨太新, 等. 肉苁蓉寄生物学的研究[J]. 中国农业科技导报, 2004, 6(1): 57
- [3] 刘铭庭. 红柳大芸人工栽培与推广现状[A]. 第二届肉苁蓉暨沙生药用植物学术研讨会文集[C]. 北京: 中国药学会, 2002
- [4] 李天然, 曹瑞, 马虹, 等. 管花肉苁蓉在内蒙古栽培成功[J]. 中国野生植物资源, 2002, 11(5): 54
- [5] 王学先. 肉苁蓉人工栽培技术[J]. 新疆农业科技, 2002(1): 13 - 15
- [6] 刘永博, 杨黎明. 肉苁蓉栽培与管理[J]. 特种经济动植物, 2001(8): 22
- [7] 徐胜利, 陈小青. 新疆肉苁蓉人工栽培新技术[J]. 新疆农业科技, 2002(1): 16
- [8] 苟克俭. 肉苁蓉种子中抑制发芽物质研究初报[J]. 中药材, 1988, 11(4): 15
- [9] 李天然, 戈建新, 许月英, 等. 肉苁蓉种子萌发及与寄主梭梭的关系[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1989, 20(3): 395 - 400