

酵母培养物对育肥牛生长性能、屠宰性能及肉品质的影响

黄文明¹ 谭林¹ 王芬² 康雷³ 李晓波³ 左福元^{1*}

(1.西南大学动物科学学院,重庆市肉牛工程技术研究中心,荣昌 402460; 2.北京英惠尔生物技术有限公司,北京 100083; 3.重庆市畜牧技术推广总站,重庆 401121)

摘要: 本试验旨在研究饲料中添加酵母培养物(YC)对育肥牛生长性能、屠宰性能及肉品质的影响。根据体重相近的原则,将75头17月龄左右的西门塔尔杂交肉牛随机分为5组,每组15头牛。对照组(C0组)饲喂基础饲料,不添加YC;2个试验组分别在试验后期(第61~120天)基础饲料中添加100(L100组)和150 g/d(L150组)YC,另外2个试验组分别在试验全程(第1~120天)基础饲料中添加100(W100组)和150 g/d(W150组)YC。预试期14 d,正试期120 d。结果表明:1) W150组肉牛的平均日增重为1.02 kg/d,分别比C0、L150和W100组提高了10.8%、8.5%和12.1%($P<0.05$),比L100组提高了7.4%($P>0.05$);W150组肉牛的料重比显著低于C0和W100组($P<0.05$)。2) L150组肉牛的背膘厚度显著高于其他各组($P<0.05$),W100和W150组肉牛的背膘厚度显著高于C0组($P<0.05$);W100组肉牛的大理石纹等级为2.81,显著高于C0组($P<0.05$)。3) L150组背最长肌的滴水损失显著低于C0和W150组($P<0.05$),C0组背最长肌的蒸煮损失显著高于L150和W150组($P<0.05$)。4) W150组背最长肌的油酸比例显著高于L100组($P<0.05$),亚麻酸比例显著低于W100组($P<0.05$);C0组背最长肌的二十碳一烯酸比例显著高于L100组($P<0.05$)。各组间背最长肌的各氨基酸含量均差异不显著($P>0.05$)。由此可见,试验全程(第1~120天)添加150 g/d YC对提高肉牛生长性能和改善牛肉品质都有促进作用;试验后期(第61~120天)添加150 g/d YC对改善牛肉品质有促进作用。

关键词: 酵母培养物;育肥牛;生长性能;屠宰性能;肉品质

中图分类号:S823

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2019)03-1317-09

酵母培养物(YC)是由酵母菌(主要是酿酒酵母)在现代发酵工艺控制下采用液态、固态相结合或直接在固体培养基上发酵后连同固体基质一起加工制得的一种微生物制剂。YC因富含氨基酸、葡聚糖、甘露聚糖、B族维生素和维生素E等功能性物质,已广泛应用于奶牛饲料中,对提高奶牛的瘤胃健康状况、泌乳性能、免疫能力和饲料转化率等方面都具有促进作用^[1-4]。关于YC在育肥牛

饲料中的应用报道相对较少,而且不同研究结果间存在较大差异。Wagner等^[5]对18个饲喂试验的综合分析表明,饲料中添加YC有利于提高肉牛的干物质采食量(DMI)和平均日增重(ADG)。而其他一些研究表明,饲料中添加50 g/d YC对育肥牛的DMI和ADG都没有显著影响^[6],饲料中添加28 g/d YC显著降低了育肥牛的ADG^[7],但对提高背最长肌大理石纹等级有一定作用^[6-7]。

收稿日期:2018-08-31

基金项目:国家重点研发计划(2018YFD0501700);中央高校基本科研业务费(XDJK2018C056);中央高校博士启动基金(SWU114060)

作者简介:黄文明(1983—)男,四川自贡人,讲师,博士,从事反刍动物营养研究。E-mail: hwmmy@126.com

* 通信作者:左福元,教授,硕士生导师, E-mail: zfyuan@163.com

关于 YC 对育肥牛生长性能影响的报道不一致的原因,可能与饲粮营养水平、饲料原料组成、YC 添加量和添加时间等不同有关。莫能菌素与酵母类制剂同时使用时,酵母类制剂对肉牛的促生长作用会被抑制^[7]。

我国西南地区是重要的肉牛产业带之一,也是最有发展潜力的区域之一。此区域的肉牛育肥以酒糟、秸秆、皇竹草等相对低质的粗饲料与高精料搭配为主。这种饲料搭配方式虽然饲料成本低,但长期饲喂对维持肉牛瘤胃健康、充分发挥肉牛的生长潜力以及高品质牛肉生产都不利。有研究表明,基础饲粮的品质会影响酵母类产品作用的发挥^[8]。因此,本研究拟使用西南地区普遍养殖的西门塔尔杂交牛为试验动物,探究饲粮中 YC 的添加量和添加时间对以白酒糟、皇竹草为主要粗饲料的肉牛的生长性能、屠宰性能及肉品质的影响,旨在为 YC 在育肥牛饲粮中的应用提供理论基础和实践指导。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验采用随机区组试验设计,根据体重相近的原则,将 75 头 17 月龄左右的西门塔尔杂交肉牛分为 5 个组,每组 15 头牛。对照组(C0 组)饲喂基础饲粮,不添加 YC;2 个试验组分别在试验后期(第 61~120 天)基础饲粮中添加 100(L100 组)和 150 g/d(L150 组)YC,另外 2 个试验组分别在试验全期(第 1~120 天)基础饲粮中添加 100(W100 组)和 150 g/d(W150 组)YC。预试期 14 d,正试期 120 d。试验结束后测定肉牛的生产性能、屠宰性能和肉品质。

试验所用 YC 由北京英惠尔生物技术有限公司提供。YC 由酿酒酵母(Sa-10)经过液体和固体 2 步连续发酵形成。在有氧液体发酵过程中,酿酒酵母细胞充分增殖;而后,将发酵液注入多种优质谷物组成的培养基中进行厌氧固体发酵,其水分含量 $\leq 10.0\%$,粗蛋白质含量 $\geq 17.0\%$,粗脂肪含量 $\geq 3.5\%$,粗纤维含量 $\leq 8.7\%$,粗灰分含量 $\leq 7.0\%$,并且富含变形培养基、酵母细胞壁、细胞内容物及维生素等代谢物。

1.2 试验饲粮及饲养管理

正试期分为 2 个阶段,前 90 d 的饲粮精粗比为 37:63,后 30 d 的饲粮精粗比为 60:40,基础饲粮

组成及营养水平见表 1。饲粮参照我国《肉牛饲养标准》(NY/T 815—2004)和 NRC(2000)肉牛营养需要设计。所有试验牛拴系饲养于同一牛舍的北侧,每 2 头牛之间隔 1 个牛位,防止相互吃料。试验采用全混合日粮(TMR)饲喂方式,每天投料 2 次(09:00、18:00),自由采食和饮水。每次投料后,立即将 YC 产品撒在每头牛对应的 TMR 表面并混匀,确保每头牛完全摄入固定量的 YC 产品。预试期对试验牛驱虫和编号。每日早晨饲喂后打扫圈舍,定期对牛舍消毒。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 饲粮中养分含量的测定

饲粮的粗蛋白质含量按照 GB/T 6432—1994^[9]的测定方法,使用全自动凯氏定氮仪(FOSS Kjelttec-8400,丹麦)测定;中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量按照 GB/T 20806—2006^[10]和 NY/T 1459—2007^[11]的测定方法,使用全自动纤维仪(ANKOM-A2000i,美国)测定;粗脂肪含量的测定按照 GB/T 6433—2006^[12]的测定方法,使用索氏提取仪(FOSS Soxtec-8000,丹麦)测定;粗灰分、钙(Ca)、磷(P)含量的测定按照 GB/T 6438—1992^[13]、GB/T 6436—2002^[14]、GB/T 6437—2002^[15]的测定方法进行测定。

1.3.2 生长性能测定

在正试期第 1 天和试验结束第 2 天晨饲前称量每头牛的体重,以计算 ADG。试验期内每 7 d 的最后 2 d 连续称量每头牛的给料量和剩料量,并采集饲料样本测定干物质含量,计算 DMI,利用 ADG 和 DMI 计算每头牛的料重比(F/G)。

1.3.3 屠宰性能测定

试验结束第 2 天,从每个组随机选择 6 头牛屠宰,屠宰前禁食 24 h、断水 8 h。测定每头牛的胴体重、净肉重、眼肌面积和背膘厚,计算屠宰率、胴体产肉率和净肉率。胴体经 0~4 °C 吊挂排酸 48 h 后测定第 12~13 肋间的背膘厚和眼肌面积,并根据《牛肉质量分级标准》(NY/T 676—2010)评定大理石纹等级。

1.3.4 肉品质测定

屠宰后 45 min 和 24 h 2 个时间点用 pH-STAR 胴体肌肉 pH 直测仪在左侧胴体第 12~13 肋间背最长肌处直接测定肌肉 pH,每个样品在不同部分重复测定 3 次。取第 12~13 肋间背最长肌

肉样,参照《牛肉质量分级标准》(NY/T 676—2010),用比色板法和 CHROMA METER CR-400 型色差计,由 3 人组成的评定小组评定排酸后 48 h

肉样的肉色,测定亮度(L^*)、红度(a^*)和黄度(b^*)值,同时测定剪切力、滴水损失、蒸煮损失和失水率,每个样品重复测定 3 次。

表 1 基础饲料组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (DM basis)

原料 Ingredients	含量 Content		营养水平 Nutrient levels	含量 Content	
	1~90 d	91~120 d		1~90 d	91~120 d
玉米 Corn	27.13	50.55	综合净能 $NE_{mf}/(MJ/kg)^{2)}$	6.56	6.81
豆粕 Soybean meal	2.11	3.00	粗蛋白质 CP	11.47	10.86
菜籽粕 Rapeseed meal	4.00	3.52	粗脂肪 EE	4.70	5.80
白酒糟 Distillers grains	24.69	14.11	粗灰分 Ash	8.30	7.60
皇竹草 Hybrid giant napier	24.20	12.66	中性洗涤纤维 NDF	41.30	32.52
花生壳 Peanut shell	15.42	9.67	酸性洗涤纤维 ADF	27.50	19.12
苜蓿草颗粒 Alfalfa pellets		2.88	钙 Ca	0.52	0.66
食盐 NaCl	0.62	0.65	磷 P	0.31	0.34
小苏打 $NaHCO_3$	0.83	1.96			
预混料 Premix ¹⁾	1.00	1.00			
合计 Total	100.00	100.00			

¹⁾ 每千克预混料含有 One kg of premix contained the following: VA 250 000 IU, VD₃ 30 000 IU, VE 800 IU, Cu 1 g, Fe 6 g, Mn 4 g, Zn 4 g, Se 10 mg, I 50 mg, Co 15 mg。

²⁾ 综合净能为计算值,其他营养水平为实测值。NE_{mf} was a calculated value, while the other nutrient levels were measured values.

1.3.5 脂肪酸和氨基酸含量测定

屠宰后立即在第 12~13 肋间取背最长肌,剔除可见脂肪、肌腱及表面结缔组织后置于 -20 °C 冰柜保存,参照韩东魁等^[16]的方法测定肌肉中的脂肪酸和氨基酸含量。参照 GB/T 22223—2008 对测定脂肪酸的样品进行前处理后上机测定,测定仪器为气相色谱仪(7890AGC,安捷伦,美国)。参照 GB/T 5009.124—2010 对测定氨基酸的样品进行前处理后上机测定,测定仪器为全自动氨基酸分析仪(L-8900,日立,日本)。

1.4 数据处理与统计分析

试验数据经 Excel 2007 初步整理后,采用 SPSS 19.0 统计软件对数据进行单因素方差分析(one-way ANOVA),并采用 LSD 法进行多重比较,结果用平均值±标准误表示, $P<0.05$ 为差异显著。

2 结果

2.1 YC 对育肥牛生长性能的影响

由表 2 可知,各组间肉牛的初始体重和结束

体重均没有显著差异($P>0.05$)。W150 组肉牛的 ADG 为 1.02 kg/d,分别比 C0、L150 和 W100 组提高了 10.8%、8.5%和 12.1%($P<0.05$),比 L100 组提高了 7.4%($P>0.05$)。4 个 YC 添加组肉牛的 DMI 比对照组提高了 0.13~0.27 kg/d,各组间无显著差异($P>0.05$)。W150 组肉牛的 F/G 显著低于 C0 和 W100 组($P<0.05$);L100 和 L150 组肉牛的 F/G 也低于 C0 组,但无显著差异($P>0.05$)。

2.2 YC 对育肥牛屠宰性能的影响

由表 3 可知,各组间肉牛的屠宰率、胴体产肉率、净肉率和眼肌面积均没有显著差异($P>0.05$),除眼肌面积外其余各指标的数值差异都较小,屠宰率都在 54%左右,胴体产肉率都在 81%左右,净肉率都在 43%左右。L150 组肉牛的背膘厚度显著高于其他各组($P<0.05$),W100 和 W150 组肉牛的背膘厚度也显著高于 C0 组($P<0.05$)。W100 组肉牛的大理石纹等级为 2.81,显著高于 C0 组($P<0.05$);L100、L150 和 W150 组肉牛的大理石纹等级在数值上都高于 C0 组,但无显著差异($P>0.05$)。

表 2 YC 对育肥牛生长性能的影响

Table 2 Effects of YC on growth performance of finishing cattle

项目 Items	组别 Groups				
	C0	L100	L150	W100	W150
初始体重 Initial BW /kg	419.2±39.1	407.2±31.7	414.1±40.3	414.3±33.5	413.7±26.9
结束体重 Final BW /kg	529.0±43.5	521.3±38.3	526.7±38.1	523.0±46.5	536.2±29.5
平均日增重 ADG/(kg/d)	0.92±0.09 ^b	0.95±0.08 ^{ab}	0.94±0.04 ^b	0.91±0.13 ^b	1.02±0.07 ^a
干物质采食量 DMI/(kg/d)	9.17±0.48	9.44±0.51	9.36±0.60	9.30±0.64	9.30±0.51
料重比 F/G	10.11±1.78 ^a	9.99±0.93 ^{ab}	9.93±0.82 ^{ab}	10.21±1.70 ^a	9.13±0.43 ^b

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$) ,相同或无字母表示差异不显著 ($P>0.05$) 。下表同。

In the same row , values with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$) , while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$) . The same as below .

表 3 YC 对育肥牛屠宰性能的影响

Table 3 Effects of YC on slaughter performance of finishing cattle

项目 Items	组别 Groups				
	C0	L100	L150	W100	W150
屠宰率 Dressing percentage/%	54.78±2.86	54.12±1.81	54.13±3.47	54.23±1.49	53.60±1.18
胴体产肉率 Carcass meat rate/%	81.58±1.43	81.49±1.25	80.46±1.50	81.93±1.10	81.83±0.87
净肉率 Net meat rate/%	43.20±3.19	42.79±2.04	42.67±2.59	42.28±1.74	42.38±1.26
背膘厚度 Back fat thickness/mm	3.85±0.53 ^c	4.08±1.03 ^{bc}	5.43±1.34 ^a	4.14±0.91 ^b	4.25±1.15 ^b
眼肌面积 LM area/cm ²	88.00±15.77	91.33±16.48	85.25±12.68	91.83±19.36	87.92±13.85
大理石纹等级 Marbling grade	2.28±0.44 ^b	2.47±0.39 ^{ab}	2.67±0.24 ^{ab}	2.81±0.67 ^a	2.53±0.22 ^{ab}

2.3 YC 对育肥牛肉品质的影响

由表 4 可知 ,各组间背最长肌的肉色、pH_{45 min}、pH_{24 h}、剪切力和失水率均没有显著差异 ($P>0.05$) ,W150 和 L150 组的剪切力分别比 C0 组低 21.6%和 20.4% ($P>0.05$) 。L150 组背最长肌的滴水损失显著低于 C0 和 W150 组 ($P<0.05$) ,

L100 和 W100 组背最长肌的滴水损失与其他各组都没有显著差异 ($P>0.05$) 。L150 和 W150 组背最长肌的蒸煮损失显著低于 C0 组 ($P<0.05$) , L100 和 W100 组背最长肌的蒸煮损失分别比 C0 组低 12.6%和 3.3% ($P>0.05$) ,L150 组与 W150 组之间背最长肌的蒸煮损失无显著差异 ($P>0.05$) 。

表 4 YC 对育肥牛肉品质的影响

Table 4 Effects of YC on meat quality of finishing cattle

项目 Items	组别 Groups				
	C0	L100	L150	W100	W150
肉色 Meat color	7.47±0.29	7.47±0.76	7.81±0.22	7.25±0.71	7.47±0.51
亮度 L*	56.86±8.59	51.58±3.55	55.58±6.71	58.04±8.12	55.96±7.44
红度 a*	11.21±2.22	12.03±0.52	12.14±1.00	11.82±1.18	11.78±0.81
黄度 b*	3.04±1.61	2.41±0.75	2.26±1.47	2.80±1.80	2.51±1.61
pH _{45 min}	6.77±0.17	6.79±0.17	6.62±0.36	6.70±0.33	6.76±0.17
pH _{24 h}	6.48±0.06	6.50±0.14	6.41±0.07	6.40±0.24	6.48±0.20
剪切力 Shear force/kgf	5.74±1.83	5.60±2.77	4.57±2.17	5.50±3.16	4.50±2.05
滴水损失 Dripping loss/%	2.65±1.04 ^a	2.19±0.25 ^{ab}	1.47±0.50 ^b	2.31±0.79 ^{ab}	2.50±0.77 ^a
蒸煮损失 Cooking loss/%	37.64±3.65 ^a	32.88±6.32 ^{ab}	31.39±3.61 ^b	36.40±2.51 ^{ab}	31.54±4.49 ^b
失水率 Water loss rate/%	33.33±4.94	32.06±4.86	30.69±4.09	33.64±4.01	31.67±3.60

2.4 YC 对育肥牛肌肉脂肪酸和氨基酸组成的影响

由表 5 可知, 各组间背最长肌的豆蔻酸、棕榈酸、棕榈烯酸、硬脂酸、亚油酸及花生酸的比例均差异不显著 ($P>0.05$)。W150 组背最长肌的油酸比例显著高于 L100 组 ($P<0.05$), 其余各组间无

显著差异 ($P>0.05$)。W150 组背最长肌的亚麻酸比例显著低于 W100 组 ($P<0.05$), 也在数值上明显低于 C0、L100 和 L150 组 ($P>0.05$)。C0 组背最长肌的二十碳一烯酸比例显著高于 L100 组 ($P<0.05$), 其余各组间无显著差异 ($P>0.05$)。

表 5 YC 对育肥牛背最长肌脂肪酸组成的影响 (占总脂肪酸的百分比)

Table 5 Effects of YC on fatty acid composition in *longissimus dorsi* of finishing cattle (percentage of total fatty acids)

项目 Items	组别 Groups					%
	C0	L100	L150	W100	W150	
豆蔻酸 Myristic acid	2.67±0.38	2.82±0.79	2.60±0.29	2.87±0.58	2.68±0.42	
棕榈酸 Palmitic acid	25.77±1.27	26.08±2.81	25.92±0.85	26.08±2.49	25.82±1.15	
棕榈烯酸 Palmitoleic acid	2.67±0.25	3.03±0.78	2.87±0.30	2.92±0.49	3.15±0.66	
硬脂酸 Stearic acid	18.23±1.33	18.35±2.66	17.58±1.10	18.52±2.52	17.02±2.16	
油酸 Oleic acid	36.98±1.53 ^{ab}	36.45±2.71 ^b	37.45±2.41 ^{ab}	37.13±1.51 ^{ab}	39.15±1.35 ^a	
亚油酸 Linoleic acid	2.97±0.54	2.85±0.45	3.25±1.28	2.67±0.21	2.70±0.52	
亚麻酸 Linolenic acid	0.18±0.08 ^{ab}	0.17±0.08 ^{ab}	0.18±0.08 ^{ab}	0.22±0.04 ^a	0.12±0.04 ^b	
花生酸 Arachidic acid	0.10±0.00	0.12±0.04	0.10±0.00	0.13±0.05	0.10±0.06	
二十碳一烯酸 Twitocene-enoic acid	0.42±0.08 ^a	0.30±0.06 ^b	0.35±0.10 ^{ab}	0.33±0.05 ^{ab}	0.33±0.05 ^{ab}	
其他脂肪酸 Other fatty acids	10.02±1.01	9.83±0.93	9.68±1.30	9.13±0.95	8.93±0.81	

由表 6 可知, 各组间背最长肌的天门冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、半胱氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯

丙氨酸、赖氨酸、组氨酸、精氨酸、脯氨酸及总氨基酸含量均差异不显著 ($P>0.05$), 且不同组间各种氨基酸含量的差异都较小。

表 6 YC 对育肥牛背最长肌中氨基酸组成的影响 (鲜重基础)

Table 6 Effects of YC on amino acid composition in *longissimus dorsi* of finishing cattle (fresh weight basis)

项目 Items	组别 Groups					%
	C0	L100	L150	W100	W150	
天门冬氨酸 Asp	2.06±0.12	2.05±0.09	2.06±0.05	2.11±0.17	2.09±0.12	
苏氨酸 Thr	1.02±0.06	1.02±0.05	1.02±0.02	1.03±0.09	1.03±0.05	
丝氨酸 Ser	0.85±0.05	0.87±0.04	0.86±0.02	0.88±0.07	0.86±0.04	
谷氨酸 Glu	3.46±0.20	3.43±0.18	3.41±0.05	3.46±0.29	3.45±0.20	
甘氨酸 Gly	0.97±0.05	0.98±0.05	0.96±0.04	0.98±0.08	0.99±0.04	
丙氨酸 Ala	1.28±0.06	1.26±0.09	1.27±0.03	1.30±0.11	1.30±0.05	
半胱氨酸 Cys	0.21±0.02	0.23±0.03	0.23±0.03	0.24±0.04	0.23±0.02	
缬氨酸 Val	1.02±0.06	1.02±0.05	1.02±0.03	1.03±0.09	1.02±0.05	
蛋氨酸 Met	0.63±0.04	0.63±0.03	0.63±0.02	0.64±0.06	0.63±0.05	
异亮氨酸 Ile	1.00±0.06	0.97±0.05	0.98±0.02	0.99±0.09	0.98±0.05	
亮氨酸 Leu	1.74±0.10	1.71±0.09	1.71±0.04	1.76±0.14	1.74±0.09	
酪氨酸 Tyr	0.67±0.06	0.64±0.03	0.64±0.03	0.69±0.06	0.66±0.03	
苯丙氨酸 Phe	0.97±0.05	0.96±0.04	0.97±0.03	0.97±0.07	0.97±0.05	
赖氨酸 Lys	1.91±0.09	1.90±0.07	1.91±0.13	1.89±0.08	1.90±0.09	
组氨酸 His	0.86±0.04	0.87±0.03	0.86±0.05	0.88±0.07	0.88±0.03	

续表 6

项目 Items	组别 Groups				
	C0	L100	L150	W100	W150
精氨酸 Arg	1.41±0.08	1.40±0.07	1.40±0.03	1.41±0.12	1.40±0.07
脯氨酸 Pro	0.82±0.05	0.80±0.11	0.81±0.03	0.84±0.09	0.83±0.04
总氨基酸 TAA	20.88±1.14	20.74±0.98	20.74±0.41	21.09±1.74	20.96±1.01

3 讨论

3.1 YC 对育肥牛生长性能的影响

Wagner 等^[5]对 18 个饲喂试验的综合分析表明,饲粮中添加 YC 显著提高了肉牛的 DMI 和 ADG。YC 中的核苷酸、氨基酸、肽、脂、醇及有机酸等物质所产生的芳香气味有增加牛食欲的作用;其次, YC 有稳定反刍动物瘤胃 pH 和提高饲料消化率的作用。这可能是 YC 提高牛 DMI 和 ADG 的 2 个主要因素。本试验结果表明, YC 的添加量和添加时间对肉牛的 DMI 影响较小, 4 个 YC 添加组肉牛的 DMI 比对照组提高了 0.13 ~ 0.27 kg/d; 但 W150 组肉牛的 ADG 比对照组和其他添加组都显著提高。耿春银^[6]的研究也表明, 在 98 d 的正试期内, 饲粮中添加 50 g/d YC 的肉牛的 DMI 和 ADG 与未添加组都没有显著差异。存在这种差异的原因, 可能与 YC 的添加量有关。本研究中 YC 的添加量是上述试验中添加量的 2~3 倍。有研究表明, 在高精料条件下, 添加 YC 能刺激瘤胃微生物对乳酸的利用效率, 从而降低瘤胃液 pH 的波动幅度^[17]。饲粮中添加 YC 对饲喂高淀粉饲粮和低淀粉饲粮奶牛的瘤胃液 pH 稳定性、瘤胃内的纤维降解能力和微生物氮合成能力都有促进作用^[1]。这表明本研究中, 虽然添加 YC 没有显著提高肉牛的 DMI, 但可能通过促进瘤胃发酵功能, 提高了饲料利用效率, 进而提高了肉牛的 ADG。不同研究之间存在这种差异的原因还可能与基础饲粮组成、YC 品质、肉牛的年龄和体重等因素有关。一般来说, 与饲喂品质较好的基础饲粮相比, 饲喂品质相对较差的基础饲粮更有利于酵母类制剂效果的发挥。

3.2 YC 对育肥牛屠宰性能的影响

屠宰率和胴体产肉率反映了相同活体重肉牛产肉量的多少, 眼肌面积和大理石纹等级则反映了优质肉块的数量和品质。本试验结果表明, 饲

粮中添加 YC 对育肥牛屠宰率、胴体产肉率和眼肌面积都没有显著影响, 但 W100 组肉牛的背最长肌大理石纹等级显著高于对照组; L100、L150 和 W150 组肉牛的背膘厚度都显著高于对照组。其他研究也表明, 饲粮中添加 YC 对肉牛的屠宰率和产肉率没有显著影响, 背膘厚度提高了 0.1 cm, 大理石纹等级提高了 0.84, 而且显著提高了血清中甘油三酯的含量^[6]。这表明饲粮中添加 YC 可能促进了胃肠道对脂肪的消化和吸收, 有利于肉牛脂肪组织的沉积, 且更倾向于皮下脂肪组织的沉积。动物机体中脂类优先沉积于皮下组织, 其次才沉积于内脏组织和肌肉组织, 并主要取决于受饲粮因素影响较大的脂肪沉积率。本试验中, 各组肉牛屠宰时约 21 月龄, 平均活体重在 500 ~ 550 kg。如果延长饲养时间, 应该会有更多的脂肪沉积于肌肉组织^[18]。

3.3 YC 对育肥牛肉品质的影响

肉色是消费者判断肉品质的重要指标, 当肉色由亮红色变为暗褐色时, 消费者一般会认为肉的品质已降低^[19]。牛肉的肉色与牛的品种、年龄、饲料以及储存时间等因素有关。在牛肉保存过程中, 肉色的变化主要决定于肌肉中亚铁肌红蛋白(鲜红)、肌红蛋白(暗红色)和正铁肌红蛋白(灰色、褐色)的比例^[20]。有研究表明, 饲粮中添加 YC 或活性酵母制剂对牛肉的肉色都没有显著影响^[6]。本研究中, 饲粮中添加 YC 对牛肉的亮度、红度和黄度值都没有显著的影响, 但黄度值降低了 7.9%~25.7%, 这表明在饲粮中添加 YC 对抑制肌肉在空气中的氧化和改善肉色的稳定性或许有一定作用。

肌肉的 pH 会影响其剪切力、风味和持水力等。肌肉中的低糖元含量会使乳酸产量降低, 并导致肌肉排酸 24 h 后的 pH 高于 5.5^[21]。本试验中, YC 对肌肉的 pH 没有显著影响, 且排酸 24 h 后的 pH 仍高于 5.5, 表明各组肌肉中的糖原含量

较低。剪切力是评定牛肉嫩度的主要指标。牛肉剪切力越低,表示肌肉越嫩,肉的品质越高。剪切力和系水力与牛肉的肌内脂肪含量、结缔组织含量和肌纤维类型等有关。本研究中,与对照组相比,饲料中添加 150 g/d YC 使肌肉的剪切力降低了 20.4%~21.6%。这与饲料中添加 YC 明显提高了背最长肌大理石纹等级和背膘厚度一致。其他研究也表明,饲料中添加 50 g/d YC 显著降低了肌肉的剪切力,但对滴水损失和蒸煮损失都没有显著影响^[6]。本研究中,饲料中添加 150 g/d YC 显著降低了背最长肌的蒸煮损失,L150 组滴水损失还显著降低;而饲料中添加 100 g/d YC 对滴水损失和蒸煮损失都没有显著影响。这表明 YC 的添加量是影响肌肉品质的一个重要因素,添加时间对肉品质的影响较小,这或许与肌内脂肪主要在育肥后期沉积有关。

3.4 YC 对育肥牛肌肉脂肪酸和氨基酸组成的影响

肉中脂肪酸的组成决定肉的氧化稳定性和脂肪组织的硬度,从而影响肉的嫩度和肉色^[22]。牛肉脂肪酸组成不仅影响其营养价值,还影响牛肉的风味^[23]。牛肉中的脂肪酸主要包括:饱和脂肪酸(豆蔻酸、棕榈酸、棕榈烯酸和硬脂酸)、单不饱和脂肪酸(油酸)、多不饱和脂肪酸(亚油酸、亚麻酸、二十碳一烯酸和花生酸)等。肌肉中饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸的含量越高,其嫩度、多汁性和香味值也越高。本研究中,W150 组肉牛背最长肌中油酸比例比对照组提高了 5.9%,但亚麻酸和二十碳一烯酸比例比对照组降低了 33.3%和 21.4%。其他研究也表明,饲料中添加 YC 有提高牛肉油酸比例和降低亚麻酸比例的趋势^[6],添加活酵母制剂提高了牛乳中单不饱和脂肪酸的含量^[24]。这表明 YC 对肉牛瘤胃的微生物氢化作用和肌肉组织的脂肪沉积形式可能有影响。

氨基酸是构成蛋白质的基本单位,氨基酸的种类和含量是决定蛋白质营养价值的重要指标。饲料中添加 YC 可提高奶牛乳蛋白产量^[3 25],但国内外都鲜见 YC 对肉牛肌肉组织氨基酸沉积影响的报道。本研究中,各组之间的总氨基酸含量以及各种氨基酸含量的差异都很小,表明饲料中添加 YC 对肉牛的氨基酸沉积没有明显的作用。

4 结 论

在本试验条件下,试验全期(第 1~120 天)添加 150 g/d YC 对提高肉牛生长性能和改善牛肉品质都有促进作用;试验后期(第 61~120 天)添加 150 g/d YC 对改善牛肉品质也有促进作用,对提高肉牛生长性能没有显著作用;试验后期(第 61~120 天)和试验全期(第 1~120 天)添加 100 g/d YC 的饲喂效果都不明显。

参考文献:

- [1] DIAS A L G ,FREITAS J A ,MICAÍ B ,et al.Effect of supplemental yeast culture and dietary starch content on rumen fermentation and digestion in dairy cows [J].Journal of Dairy Science ,2018 ,101(1) : 201-221.
- [2] DIAS A L G ,FREITAS J A ,MICAÍ B ,et al.Effects of supplementing yeast culture to diets differing in starch content on performance and feeding behavior of dairy cows [J].Journal of Dairy Science ,2018 ,101(1) : 186-200.
- [3] POPPY G D ,RABIEE A R ,LEAN I J ,et al.A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows [J].Journal of Dairy Science ,2012 ,95(10) : 6027-6041.
- [4] DESNOYERS M ,GIGER-REVERDIN S ,BERTIN G ,et al.Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants [J].Journal of Dairy Science ,2009 ,92(4) : 1620-1632.
- [5] WAGNER J J ,ENGLE T E ,BELKNAP C R ,et al. Meta-analysis examining the effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on feedlot performance and carcass traits [J].The Professional Animal Scientist ,2016 ,32(2) : 172-182.
- [6] 耿春银.活性酵母与酵母培养物饲喂育肥牛生长性能、胴体指标和牛肉品质的比较[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2015:32.
- [7] SWYERS K L ,WAGNER J J ,DORTON K L ,et al. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product as an alternative to monensin on growth performance ,cost of gain ,and carcass characteristics of heavy-weight yearling beef steers [J].Journal of Animal Science ,2014 ,92(6) : 2538-2545.

- [8] DURAND F C ,AMEILBONNE A ,WALKER N D ,et al.Effect of a live yeast ,*Saccharomyces cerevisiae* I-1077 on *in situ* ruminal degradation of alfalfa hay and fiber-associated microbes [J]. *Journal of Dairy Science* ,2010 ,93(1): 145-145.
- [9] 中华人民共和国国家技术监督局.GB/T 6432—1994 饲料中粗蛋白测定方法[S].北京: 中国标准出版社 ,1994.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 ,中国国家标准化管理委员会.GB/T 20806—2006 饲料中中性洗涤纤维(NDF)的测定[S].北京: 中国标准出版社 ,2007.
- [11] 中华人民共和国农业部.NY/T 1459—2007 饲料中酸性洗涤纤维的测定[S].北京: 农业出版社 ,2008.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 ,中国国家标准化管理委员会.GB/T 6433—2006 饲料中粗脂肪的测定[S].北京: 中国标准出版社 ,2006.
- [13] 中华人民共和国国家技术监督局.GB/T 6438—1992 饲料中粗灰分的测定方法[S].北京: 中国标准出版社 ,1992.
- [14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB/T 6436—2002 饲料中钙的测定[S].北京: 中国标准出版社 ,2002.
- [15] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB/T 6437—2002 饲料中总磷的测定 分光光度法[S].北京: 中国标准出版社 ,2002.
- [16] 韩东魁 ,耿春银 ,张敏.富硒和锗酵母培养物对延边黄牛生长性能、肌肉脂肪酸和氨基酸含量的影响[J].*动物营养学报* ,2018 ,30(7): 2850-2856.
- [17] WILLIAMS P E ,TAIT C A G ,INNES G M ,et al. Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers [J]. *Journal of Animal Science* ,1991 ,69(7): 3016-3026.
- [18] HALAS V ,DIJKSTRA J ,BABINSZKY L ,et al. Modelling of nutrient partitioning in growing pigs to predict their anatomical body composition.2. Model evaluation [J]. *British Journal of Nutrition* ,2004 ,92(4): 725-734.
- [19] SÁNCHEZ-ESCALANTE A ,DJENANE D ,TORRESCANO G ,et al. The effects of ascorbic acid ,taurine ,carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere [J]. *Meat Science* ,2001 ,58(4): 421-429.
- [20] CARLEZ A ,VECIANA-NOGUES T ,CHEFTEL J C. Changes in colour and myoglobin of minced beef meat due to high pressure processing [J]. *LWT-Food Science and Technology* ,1995 ,28(5): 528-538.
- [21] MACH N ,BACH A ,VELARDE A ,et al. Association between animal ,transportation ,slaughterhouse practices and meat pH in beef [J]. *Meat Science* ,2008 ,78(3): 232-238.
- [22] WOOD J D ,ENSER M ,FISHER A V ,et al. Fat deposition ,fatty acid composition and meat quality: a review [J]. *Meat Science* ,2008 ,78(4): 343-358.
- [23] SIMOPOULOS A P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids [J]. *Biomedicine & Pharmacotherapy* ,2002 ,56(8): 365-379.
- [24] BAYAT A R ,KAIRENIUS P ,STEFANŃSKI T ,et al. Effect of camelina oil or live yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal methane production ,rumen fermentation and milk fatty acid composition in lactating cows fed grass silage diets [J]. *Journal of Dairy Science* ,2015 ,98(5): 3166-3181.
- [25] 王卫正 ,刘青 ,张香云 ,等.酵母培养物对奶牛生产性能及抗氧化功能的影响[J]. *中国畜牧杂志* ,2016 ,52(19): 61-66.

Effects of Yeast Culture on Growth Performance , Slaughter Performance and Meat Quality of Finishing Cattle

HUANG Wenming¹ TAN Lin¹ WANG Fen² KANG Lei³ LI Xiaobo³ ZUO Fuyuan^{1*}

(1. Beef Cattle Engineering and Technology Research Center of Chongqing , College of Animal Science , Southwest University , Rongchang 402460 , China; 2. Beijing Enhalar Biotechnology Co. , Ltd. , Beijing 100083 , China; 3. Chongqing Animal Husbandry Technology Extension Station , Chongqing 401121 , China)

Abstract: The objective of this study was to determine the effects of yeast culture (YC) on growth performance , slaughter performance and meat quality of finishing cattle. Seventy-five 17-month-old Simmentals Cross-bred beef cattle with similar body weight were randomly assigned to 5 groups with 15 cattle per group. The control group (C0 group) was fed a basal diet without YC supplementation , two experimental groups were fed the basal diet supplemented with 100 (L100 group) and 150 g/d (L150 group) YC in the last experimental period (the 61th to 120th day) , respectively; and the other two experimental groups were fed the basal diet supplemented with 100 (W100 group) or 150 g/d (W150 group) YC in the whole experimental period (the 1st to 120th day) , respectively. The pre-experimental period lasted for 14 days , and the experimental period lasted for 120 days. The results showed as follows: 1) the average daily gain of cattle of W150 group was 1.02 kg/d , which was higher than C0 , L150 and W100 groups by 10.8% , 8.5% and 12.1% , respectively ($P<0.05$) , and was higher than L100 group by 7.4% ($P>0.05$) . The ratio of feed to gain of cattle of W150 group was significantly lower than that of C0 and W150 groups ($P<0.05$) . 2) The back fat thickness of cattle of L150 group was significantly higher than that of other groups ($P<0.05$) , the back fat thickness of cattle of W100 and W150 groups was significantly higher than that of C0 group ($P<0.05$) ; the marbling grade of cattle of W100 group was 2.81 , which was significantly higher than that of C0 group ($P<0.05$) . 3) The *longissimus dorsi* dripping loss of L150 group was significantly lower than that of C0 and W150 groups ($P<0.05$) , the *longissimus dorsi* cooking loss of C0 group was significantly higher than that of L150 and W150 group ($P<0.05$) . 4) The *longissimus dorsi* oleic acid percentage of W150 group was significantly higher than that of L100 group ($P<0.05$) , and the linolenic acid percentage was significantly lower than that of W100 group ($P<0.05$) . The *longissimus dorsi* twitocene-enoic acid percentage of C0 group was significantly higher than that of L100 group ($P<0.05$) . There were no significant differences in all *longissimus dorsi* amino acid contents among all groups ($P>0.05$) . In conclusion , dietary supplemented with 150 g/d YC in the whole experimental period(the 1st to 120th day) can increase the growth performance and improve the meat quality of cattle , and dietary supplemented with 150 g/d YC in last experimental period (the 61th to 120th day) can improve the meat quality of cattle. [*Chinese Journal of Animal Nutrition* , 2019 , 31(3) : 1317-1325]

Key words: yeast culture; finishing cattle; growth performance; slaughter performance; meat quality

* Corresponding author , professor , E-mail: zfuyuan@163.com

(责任编辑 武海龙)