

# 日粮中添加活性酵母产品对肉牛生长性能、养分消化率及经济效益的影响

杨昕润, 陈书琴, 陈东里, 杜红方, 解祥学\*

(广东溢多利生物科技股份有限公司, 广东珠海 519060)

**摘要:** 本试验旨在研究日粮中添加活性酵母产品对肉牛生长性能、养分消化率及育肥经济效益的影响。试验选用 30 头体重为  $(427 \pm 8)$  kg 的法系夏洛莱牛, 随机分为 3 组 (对照组、S10 组和 S20 组), 每组 10 头, 其中对照组饲喂基础日粮, S10 组、S20 组在饲喂基础日粮的同时分别添加 10 g/(头·d) 和 20 g/(头·d) 活性酵母产品。结果表明: S20 组日增重最高, 达到 1.25 kg/d, 显著高出对照组 40.70% ( $P < 0.05$ ), S10 组日增重比对照组高 25.58% ( $P > 0.05$ ); S20 组耗料增重比最低, 达到 6.80:1, 对照组最高, 为 12.18:1; S20 组瘤胃内羧甲基纤维素酶和木聚糖酶活性相对对照组显著提高, 其中, 中性洗涤纤维 (NDF) 和酸性洗涤纤维 (ADF) 表观消化率分别显著高出对照组 12.13% 和 8.72% ( $P < 0.05$ ), S10 组 NDF 和 ADF 表观消化率分别比对照组高 6.35% 和 2.91% ( $P > 0.05$ )。综上所述, 日粮中添加活性酵母产品可显著降低育肥牛耗料增重比, 降低饲养成本, 提高经济效益。在本试验条件下, 日粮中添加 20 g/(头·d) 活性酵母产品的增重效益最高。

**关键词:** 活性酵母; 肉牛; 生长性能; 消化率; 经济效益

中图分类号: S828.5

文献标识码: A

DOI 编号: 10.19556/j.0258-7033.2017-06-118

近年来, 我国肉牛业的发展得到重视, 中央财政投入逐年增加。截至 2015 年, 我国肉牛存栏量为 10 817.3 万头, 牛肉产量达到 700.1 万 t, 肉牛产业已取得较大突破<sup>[1]</sup>。但我国肉牛生产水平低下, 饲料转化率低等问题制约了肉牛养殖的可持续发展<sup>[2]</sup>。肉牛作为反刍动物, 主要依靠瘤胃中微生物发酵将粗饲料中纤维降解成为挥发性脂肪酸 (VFA)、甲烷和 CO<sub>2</sub> 等, 为其提供机体生长与生产所需的能量、蛋白合成所需的碳架和微量元素等营养物质<sup>[3]</sup>。但瘤胃发酵能力有限, 反刍动物对于日粮利用率较低, 这不仅影响肉牛的生长性能, 也造成了资源浪费。因此, 提高饲料转化率, 促进肉牛健康、快速生长, 提升肉牛生产水平是肉牛养殖迫切需要解决的问题。

国内外一些研究表明, 添加活性酵母具有提高

反刍动物日粮利用率、改善生产性能的作用<sup>[4-5]</sup>, 但也有研究效果不一致的报道<sup>[6]</sup>, 这可能是由于菌种及添加方式不同所致<sup>[7]</sup>。选择反刍专用菌及确定合理的添加量是活性酵母在反刍动物中应用的关键, 本文在肉牛日粮中添加新型活性酵母, 拟探究其对肉牛生长性能、日粮养分消化率和育肥经济效益的影响, 为活性酵母在肉牛上的应用提供理论基础。

## 1 材料与方法

**1.1 试验动物及处理** 试验于 2016 年 11 月 9 日—2017 年 1 月 8 日在广东溢多利生物科技股份有限公司产学研试验基地进行, 选用 30 头体重为  $(427 \pm 8)$  kg 的法系夏洛莱牛, 随机分为 3 组, 分别为对照组、S10 组、S20 组, 每组 10 头。试验期为 60 d。对照组饲喂基础日粮, S10 组在基础日粮中添加 10 g/(头·d) 活性酵母产品, S20 组添加 20 g/(头·d) 活性酵母产品, 活性酵母产品由广东溢多利生物科技股份有限公司提供。

**1.2 试验日粮及饲养管理** 试验基础日粮由精料和粗料组成, 粗料为象草青贮, 精料按 100% 比例提前配制后, 饲喂前与粗料按 6:4 比例混匀投喂, 日

收稿日期: 2017-05-05; 修回日期: 2017-05-23

资助项目: 农业部公益性行业 (农业) 专项 (201503134)

作者简介: 杨昕润 (1990-), 男, 贵州瓮安人, 助理工程师, 硕士, 主要从事反刍动物营养研究, E-mail: 875707678@qq.com

\* 通讯作者: 解祥学 (1984-), 男, 江苏徐州人, 博士, 高级工程师, E-mail: 282935225@qq.com

粮组成及营养成分含量见表1。

所有试验牛只均栓系式喂养,采用全混合日粮(TMR)方式饲喂,于每日08:00、14:00分2次饲喂,自由饮水,每次饲喂前将已分装好的活性酵母与100 g左右精料混合均匀,投喂给试验组牛只,对照组投喂等量精料,待牛采食完毕投喂试验基础日粮。

表1 日粮组成及营养成分(干物质基础) %

| 项目               | 含量     |
|------------------|--------|
| 原料组成             |        |
| 玉米               | 28.68  |
| 麸皮               | 8.16   |
| 豆粕               | 9.66   |
| 玉米酒精糟 DDGS       | 10.92  |
| 小苏打              | 0.54   |
| 石粉               | 0.66   |
| 食盐               | 0.30   |
| 预混料 <sup>①</sup> | 1.08   |
| 象草青贮             | 40.00  |
| 合计               | 100.00 |
| 营养成分             |        |
| 粗蛋白              | 10.98  |
| 中性洗涤纤维           | 54.95  |
| 酸性洗涤纤维           | 28.44  |
| 钙                | 0.50   |
| 磷                | 0.30   |

注:①预混料为每千克饲料提供:维生素A 2 400 IU,维生素D 275 IU,维生素E 100 IU,铜10 mg,铁51 mg,锌30 mg,锰20 mg,钴30 mg,硒0.1 mg,钴0.1 mg

### 1.3 测定指标及方法

1.3.1 饲料样品 试验期间每周采集投喂基础日粮,测定其干物质(DM)含量、粗蛋白(CP)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)、钙(Ca)和磷(P)。DM采用常压烘干减量法进行测定;CP采用凯氏定氮法利用FOSS全自动凯氏定氮仪(Kjeltec 8400)进行测定;NDF和ADF参照Van Soest等<sup>[8]</sup>的方法采用ANKOM 2000i全自动纤维分析仪测定;Ca含量的测定采用乙二胺四乙酸(EDTA)络合滴定法;P含量的测定采用钒钼黄比色法。

1.3.2 生长性能 试验期间每2周连续2 d测定1次采食量,记录每日投料量与剩料量,并采集投料与剩料样品,测定DM含量后计算DM采食量:

DM采食量 = 投料量 × 投料DM含量 - 剩料量 × 剩料DM含量

采用地磅称重,于试验开始前称重,记录肉牛

初始重,在试验结束后称重,记录肉牛终体重。计算肉牛平均日增重:

日增重 = 终体重 - 初始重 / 试验天数

试验结束后,通过DM采食量与平均日增重,计算耗料增重比。

1.3.3 酶活力测定 在试验结束当日晨饲前,每组随机挑选3头牛用胃管式瘤胃液采样器采集瘤胃液,测定羧甲基纤维素酶、木聚糖酶和微晶纤维素酶活力,采用DNS还原糖分析法测定。酶活单位(IU)定义为每分钟每毫升酶液作用于底物生成的还原糖量( $\mu\text{mol}$ )。

1.3.4 消化试验 试验结束前最后4 d进行消化试验。每组随机挑选3头牛,准确记录每天投料量和剩料量,采用全收粪法收集粪便。混合每天收集粪样,混匀,称重,取总粪重的4%加入1/4粪重的10%稀硫酸,混合均匀,65℃烘干,回潮,制成风干样以备分析,测定粪样DM、CP、NDF、ADF,方法同1.3.1。计算日粮养分全消化道表观消化率:

某养分消化率(%) =  $100 \times (\text{食入养分量} - \text{粪中养分量}) / \text{食入养分量}$

1.3.5 经济效益分析 根据市场实际情况,计算肉牛育肥利润:

利润(元/d) = (总增重(kg) × 活牛价格(元/kg) - 饲料费用支出(元) - 添加剂支出(元)) / 试验期

1.4 统计分析 试验数据通过Excel初步整理后,采用SAS软件中GLM过程进行统计分析,Duncan's法进行多重比较,结果以平均值表示,显著性水平为 $P < 0.05$ 。

## 2 试验结果

2.1 活性酵母产品对肉牛生长性能的影响 由表2可知,各处理组的初始体重与终体重均无显著差异( $P > 0.05$ ),S20组日增重最高,达到1.25 kg/d,显著高于对照组40.70%( $P < 0.05$ )。S10组的日增重比对照组高25.58%( $P > 0.05$ )。对照组DM采食量显著高于2个活性酵母产品添加组( $P < 0.05$ )。S20组的耗料增重比最低,为6.80:1,对照组最高,为12.18:1,2组间差异显著( $P < 0.05$ )。

2.2 活性酵母产品对肉牛瘤胃内纤维素分解相关酶活性的影响 由表3可知,活性酵母产品添加组羧甲基纤维素酶和木聚糖酶均高于对照组。其中,S20组羧甲基纤维素酶和木聚糖酶活性相比对照组

表 2 日粮添加活性酵母产品对肉牛生长性能的影响

| 项目          | 处理                 |                    |                   | SEM   | P     |
|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|-------|
|             | 对照组                | S10 组              | S20 组             |       |       |
| 初始重, kg     | 427.80             | 420.6              | 422.0             | 19.66 | 0.987 |
| 终体重, kg     | 475.60             | 486.0              | 497.2             | 21.93 | 0.923 |
| 日增重, kg     | 0.80 <sup>b</sup>  | 1.09a <sup>b</sup> | 1.25 <sup>a</sup> | 0.049 | 0.024 |
| DM 日采食量, kg | 09.68 <sup>a</sup> | 8.53 <sup>b</sup>  | 8.47 <sup>b</sup> | 0.181 | 0.031 |
| 耗料增重比       | 12.18 <sup>a</sup> | 7.95 <sup>b</sup>  | 6.80 <sup>b</sup> | 0.311 | 0.005 |

注: 同行数据肩标不同小写字母代表差异显著 ( $P<0.05$ ), 含有相同小写字母或无字母代表差异不显著 ( $P>0.05$ )。下表同

表 3 活性酵母产品对肉牛瘤胃内纤维分解相关酶活性的影响 IU

| 项目      | 处理                  |                      |                     | SEM    | P     |
|---------|---------------------|----------------------|---------------------|--------|-------|
|         | 对照组                 | S10 组                | S20 组               |        |       |
| 羧甲基纤维素酶 | 104.12 <sup>b</sup> | 127.63 <sup>ab</sup> | 158.81 <sup>a</sup> | 6.081  | 0.014 |
| 木聚糖酶    | 600.01 <sup>b</sup> | 762.64a              | 806.54 <sup>a</sup> | 19.291 | 0.023 |
| 微晶纤维素酶  | 76.45               | 80.41                | 85.61               | 3.533  | 0.215 |

显著提高 ( $P<0.05$ ), S10 组的木聚糖酶活性相比对照组显著提高 ( $P<0.05$ ), 而其微晶纤维素酶和羧甲基纤维素酶活性与对照组相比没有显著变化 ( $P>0.05$ )。

2.3 活性酵母产品对肉牛日粮养分表观消化率的影响 由表 4 可知, 与对照组相比, 活性酵母产品添加组的 DM 和 CP 表观消化率较高, 但 2 个试验组间无显著差异 ( $P>0.05$ )。S20 组 NDF 和 ADF 的表观消化率分别较对照组高 12.13% 和 8.72% ( $P<0.05$ )。S10 组的 NDF 和 ADF 表观消化率分别比对照组高 6.35% 和 2.91% ( $P>0.05$ )。

表 4 日粮添加活性酵母产品对肉牛日粮养分表观消化率的影响 %

| 项目  | 处理                 |                     |                    | SEM   | P     |
|-----|--------------------|---------------------|--------------------|-------|-------|
|     | 对照组                | S10 组               | S20 组              |       |       |
| DM  | 59.67              | 60.33               | 67.33              | 1.291 | 0.094 |
| CP  | 60.00              | 60.67               | 63.67              | 0.657 | 0.976 |
| NDF | 57.67 <sup>b</sup> | 61.33 <sup>ab</sup> | 64.67 <sup>a</sup> | 0.048 | 0.106 |
| ADF | 57.33 <sup>b</sup> | 59.00 <sup>b</sup>  | 62.33 <sup>a</sup> | 0.533 | 0.023 |

2.4 活性酵母产品对肉牛经济效益的影响 根据市场实际情况, 所用饲料按每千克 DM 折算价格为 1.36 元 /kg, 活牛市场价格为 25 元 /kg。由表 5 可知, 对照组总 DM 采食量显著高于活性酵母产品添加组 ( $P<0.05$ ), S20 组试验全期增重最高, 对照组试验全期总增重最低。S10 组和 S20 组的增重价值分

别为 1 635.00 元 / 头和 1 880.83 元 / 头, 对照组仅为 1 195.00 元 / 头。扣除饲料及添加剂成本, 试验期间 S20 组利润最高, 达 18.32 元 / (头 · d), 对照组最低, 为 6.75 元 / (头 · d), S10 组每头利润为 14.89 元 / (头 · d)。

表 5 日粮添加活性酵母产品对肉牛育肥经济效益的影响

| 项目           | 处理                   |                       |                      | SEM    | P     |
|--------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------|-------|
|              | 对照组                  | S10 组                 | S20 组                |        |       |
| 饲料价格, 元 /kg  | 1.36                 | 1.36                  | 1.36                 | —      | —     |
| 总 DM 采食量, kg | 580.81 <sup>a</sup>  | 512.04 <sup>b</sup>   | 508.34 <sup>b</sup>  | 8.526  | 0.031 |
| 总增重, kg      | 51.40 <sup>b</sup>   | 64.93 <sup>a</sup>    | 72.60 <sup>a</sup>   | 2.370  | 0.020 |
| 活牛价格, 元 /kg  | 25.00                | 25.00                 | 25.00                | —      | —     |
| 饲料费用支出, 元    | 789.90 <sup>a</sup>  | 696.38 <sup>b</sup>   | 691.35 <sup>b</sup>  | 11.595 | 0.031 |
| 添加剂支出, 元     | 0                    | 45.00                 | 90.00                | —      | —     |
| 增重价值, 元 / 头  | 1195.00 <sup>b</sup> | 1635.00 <sup>ab</sup> | 1880.83 <sup>a</sup> | 59.239 | 0.020 |
| 利润, 元 / d    | 6.75 <sup>b</sup>    | 14.89 <sup>a</sup>    | 18.32 <sup>a</sup>   | 1.072  | 0.012 |

### 3 讨论

活性酵母产品是一种成分复杂的微生态制剂, 它是由细胞外代谢产物、酵母细胞及变性培养基组成的混合物, 其代谢产物含有丰富的维生素、氨基酸、寡糖、小分子肽、醇类、酯类及其他一些重要的辅助因子, 可改善饲料适口性和促进动物对日粮的消化吸收<sup>[9-10]</sup>。闫晓刚<sup>[11]</sup>研究表明, 在颗粒精料日粮基础上, 每日在鲜奶中添加 20 g 酵母培养物可提高犊牛平均 DM 采食量和平均日增重。本研究结果表明, 日粮中添加新型活性酵母产品提高了肉牛平均日增重与饲料转化率, 但其采食量并未提高。这可能与菌剂类型、添加量、试验动物种类及动物所处阶段不同有关。

肉牛瘤胃内饲料主要依靠微生物分泌的各种酶对其进行分解。微生物所产生的酶活性决定了瘤胃微生物对饲料的分解程度。微晶纤维素酶是能有效分解微晶纤维素的一种外切  $\beta$ -葡聚糖酶; 羧甲基纤维素是一类作用于线性纤维素分子链内  $\beta$ -1, 4 糖苷键, 产生纤维素糊精、纤维二糖和葡萄糖的内

切葡聚糖酶；木聚糖代表一组可水解木聚糖底物生成木糖的酶类，是包括外切 $\beta$ -1,4木聚糖酶、外切 $\beta$ -1,4木聚糖酶和 $\beta$ -木糖苷酶等多组分的多酶复合体。纤维素分解是在多种纤维素酶系协同作用下完成，酶活性的高低直接影响瘤胃微生物对饲料的分解效率。作为一种耗氧菌，酵母菌可消耗瘤胃内氧气形成厌氧环境利于瘤胃发酵，同时其可显著刺激瘤胃中纤维分解菌和乳酸利用菌的增殖，提高瘤胃内纤维分解相关酶的活性，进而提高瘤胃纤维利用率<sup>[12-14]</sup>，使得日粮营养物质的消化利用率提升，从而改善动物的生长性能<sup>[15-16]</sup>。耿春银<sup>[15]</sup>研究发现，在育肥牛基础日粮中按0.8 g/头的比例添加活性酵母，饲料转化率较对照组提高了6.3%。景小平等<sup>[17]</sup>发现，日粮中添加活性酵母可提高粗饲料（苜蓿颗粒、玉米秸秆青贮、黑麦干草）NDF和ADF在肉牛瘤胃的快速降解比例，提高其有效降解率。本试验中，添加活性酵母产品不显著改变微晶纤维素酶活性，但可显著提高羧甲基纤维素酶和木聚糖酶活性。添加水平为20 g/（头·d）活性酵母产品组显著提高了肉牛饲料转化率，且羧甲基纤维素酶和木聚糖酶的活性均显著提高，其NDF和ADF表观消化率相较于对照组显著提高，与上述试验结果一致。

肉牛育肥经济效益是肉牛养殖的关键指标，耿春银<sup>[15]</sup>研究发现，活性干酵母和酵母培养物均可提高育肥牛经济效益，活性干酵母主要通过提高肉牛育肥末重、平均DM采食量及平均日增重的方式改善育肥牛增重效益，但对饲料转化率没有显著影响。仇武松等<sup>[18]</sup>研究结果表明，湖羊增重效益的获得是通过日粮转化率的提升实现，而对DM采食量没有显著影响。本试验结果表明，添加活性酵母产品显著改善了育肥牛经济效益，但肉牛增重效益的提高，主要通过饲料转化率及日粮纤维消化率的提升获得，与景小平等<sup>[17]</sup>、仇武松等<sup>[18]</sup>研究结果一致。与耿春银<sup>[15]</sup>研究结果不一致的原因可能与试验动物品种、阶段及所用活性酵母产品类型及添加量有关。

#### 4 结 论

肉牛日粮中添加活性酵母产品可显著改善肉牛生长性能，提高日增重，提高瘤胃内纤维降解酶活性，从而提升饲料转化率，降低饲养成本，显著提高肉牛

育肥经济效益。本试验条件下，添加水平为20 g/（头·d）新型活性酵母产品时效果最佳，增重效益最大。

#### 参考文献：

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京：中国统计出版社，2016.
- [2] 石自忠，王明利，胡向东，等. 我国肉牛养殖效率及影响因素分析[J]. 中国农业科技导报，2017，19(2):1-8.
- [3] 卢德勋. 发展反刍动物绿色营养技术[J]. 动物营养学报，1999，11(s1):1-16.
- [4] Pinos-Rodríguez J M, Robinson P H, Ortega M E, et al. Performance and rumen fermentation of dairy calves supplemented with *Saccharomyces cerevisiae* 1077 or *Saccharomyces boulardii* 1079[J]. Anim Feed Sci Tech, 2008, 140(3): 223-232.
- [5] Salvati G G S, Júnior N N M, Melo A C S, et al. Response of lactating cows to live yeast supplementation during summer[J]. J Dairy Sci, 2015, 98(6): 4062-4073.
- [6] Al Ibrahim R M, Kelly A K, O'Grady L, et al. The effect of body condition score at calving and supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, metabolic status, and rumen fermentation of dairy cows in early lactation[J]. J Dairy Sci, 2010, 93(11): 5318-5328.
- [7] 王典，王加启，宋丽华. 日粮中添加酵母或酵母培养物对奶牛生产性能的影响[J]. 中国畜牧兽医，2012，39(5): 82-85.
- [8] Van Soest P J, Robertson J B, Lewis B A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition[J]. J Dairy Sci, 1991, 74(10): 3583-3597.
- [9] 窦茂鑫，吴涛. 饲用微生态制剂的发展现状与应用性研究[J]. 饲料研究，2013，(1):13-17.
- [10] 陆庆泉，柴家前. 动物微生态制剂在畜牧业中的应用[J]. 饲料博览，2000，(3):28-30.
- [11] 闫晓刚. 酵母培养物和颗粒精料对荷斯坦犊牛生长发育的影响[D]. 长春：吉林农业大学，2005.
- [12] 黄庆生，王加启. 添加不同酵母培养物对瘤胃纤维分解菌群和纤维素酶活的影响[J]. 畜牧兽医学报，2005，36(2): 144-148.
- [13] 冯伟业，刘大程，卢德勋，等. 不同品质粗饲料日粮及添加酵母培养物对绵羊瘤胃内主要纤维素酶及纤维物质降解的影响[J]. 动物营养学报，2008，20(1): 108-114.
- [14] 刘彩娟，孙满吉，孙金艳，等. 饲料中添加复合益生菌对奶牛瘤胃发酵及纤维素酶活的影响[J]. 动物营养学报，2011，23(5): 821-827.
- [15] 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]. 北京：中国农业大学，2015.
- [16] Finck D N, Ribeiro F R B, Burdick N C, et al. Yeast supplementation alters the performance and health status of receiving cattle[J]. PAS, 2014, 30(3): 333-341.
- [17] 景小平，彭全辉，邹华国，等. 活性干酵母对肉牛瘤胃纤维降解率的影响[J]. 中国畜牧杂志，2015，51(14):52-55.
- [18] 仇武松，王彦芦，张振威，等. 日粮添加产朊假丝酵母与枯草芽孢杆菌对湖羊生长性能及养分消化率的影响[J]. 中国畜牧杂志，2017，53(2): 106-109.