

# 葡萄糖氧化酶对獭兔早期生产性能及屠宰率的影响

刘亚娟<sup>1,2</sup> 陈赛娟<sup>1,2</sup> 李海利<sup>3</sup> 谷子林<sup>2,3</sup> 唐兆宏<sup>4</sup>

1. 河北农业大学山区研究所, 保定 071001

2. 河北省山区农业工程技术研究中心, 保定 071001

3. 河北农业大学动物科技学院, 保定 071001

4. 保定市鲜尔康生物工程有限责任公司, 保定 071001

**摘要** 为研究葡萄糖氧化酶 (GOD) 对家兔生产性能和屠宰率的影响, 试验选择 100 只 40 d 断奶獭兔, 随机分为 5 组, I 组为对照组, 饲喂基础日粮, II、III、IV 和 V 组为试验组, 分别饲喂基础日粮加 0.1%、0.2%、0.3% 和 0.4% 的 GOD。结果表明: 日粮中添加 GOD 能够提高幼兔平均日增质量和平均日采食量, 其中 0.3% 和 0.4% 组日增质量显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ); 料重比有所下降, 但差异未达显著水平 ( $P > 0.05$ ); 各试验组的腹泻率均低于对照组, 且呈现出随着 GOD 添加剂量的增加, 腹泻率降低的趋势; 在 75 d 时屠宰率均达到 50% 以上, 但组间差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 从经济效益角度看, 以 0.2% 组的盈利最高。综合分析认为, 单从生产角度来看, 推荐 0.4% 的添加比例, 但实际生产中建议根据具体的獭兔行情和酶制剂价格确定添加比例, 以获得最佳经济效益。

**关键词** 葡萄糖氧化酶; 断乳獭兔; 生产性能; 屠宰率; 经济效益

中图分类号: S 816.79

文献标志码: A

文章编号: 1002-2813 (2014) 15-0047-03

葡萄糖氧化酶 (GOD) 作为微生物发酵的天然产物, 是一种需氧脱氢酶, 专一地催化  $\beta$ -D-葡萄糖与氧气反应生成葡萄糖酸和过氧化氢。具有降低肠道 pH, 提供厌氧环境, 抑制有害菌, 保护肠道形态结构及提高酶活性等作用。早在 1999 年就被国家农业部批准允许作为饲料添加剂使用, 但相关研究多集中于鸡和猪等畜种。近几年国内一些学者也在肉兔方面进行了探讨, 但 GOD 对獭兔早期生产性能有无影响, 应用于实际生产中经济效益如何, 目前未见相关报道。试验将就此展开研究, 筛选 GOD 的最佳添加剂量, 为其在獭兔生产中的推广应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与安排

试验动物选择 100 只体况良好且体质量大体一致的 40 d 獭兔, GOD 由保定鲜尔康生物工程有限责任公司提供, 棕黄色颗粒, 15 U/g。

饲养试验于 2013 年 8-10 月在河北农业大学试验兔场进行。

### 1.2 试验设计

试验采用单因子设计, 选择 100 只 40 d 生长獭兔, 随机分成 5 组, 每组 20 只兔, 每组设 5 个重复, 每重复 4 只兔。I 组为对照组, 饲喂基础日粮, II、III、IV 和 V 组为试验组, 在饲喂基础日粮中分别添加 0.1%、0.2%、0.3% 和 0.4% 的 GOD。所有试兔统一管理, 相同饲养环境, 自由采食和饮水。预饲期 5 d, 正试期 30 d, 试兔 75 d 时结束试验。基础日粮组成及营养水平见表 1。

收稿日期: 2014-05-23

基金项目: 国家兔产业技术体系 (CARS-44-B-3); 河北农业大学青年科学基金 (QN201302)

第一作者: 刘亚娟, E-mail: lyj8258@126.com

通信作者: 谷子林, E-mail: gzl887@sina.com

表1 基础日粮组成和营养水平 (干物质基础)

日粮组成	含量/%	营养水平	含量
玉米	10.00	消化能/(MJ·kg <sup>-1</sup> )	10.24
次粉	8.00	粗蛋白质/%	17.21
豆粕	6.00	粗纤维/%	14.35
麸皮	20.00	钙/%	0.93
花生粕	8.00	总磷/%	0.61
葵花粕	8.00	赖氨酸/%	0.86
大麦皮	12.00	蛋氨酸/%	0.59
菊花粉	10.00		
花生秧	16.00		
食盐	0.30		
石粉	1.00		
预混料	0.50		
赖氨酸	0.10		
蛋氨酸	0.10		

注: 预混料为每千克饲粮提供维生素 A 13 500 IU, 维生素 E 15、维生素 K 1.5、维生素 B<sub>1</sub> 1.8、维生素 B<sub>2</sub> 6、烟酸 13.5、泛酸 24、维生素 B<sub>6</sub> 0.3、维生素 B<sub>12</sub> 0.024、Cu 10、Fe 60、Zn 70、Mn 16、Se 0.1、生物素 0.09 和叶酸 0.3 mg; 消化能为计算值, 其他为实测值。

### 1.3 测定指标与方法

#### 1.3.1 生产性能指标测定

在试兔 45、55、65 和 75 d 时, 清晨空腹称质量, 饲养过程中, 每天准确记录每只试兔采食量, 统计试验期内的平均日增质量 (ADG)、平均日采食量 (ADFI) 和料重比 (F/G)。

$$ADFI = \text{总采食量} / \text{试验天数};$$

$$ADG = (\text{试验末体质量} - \text{试验初体质量}) / \text{试验天数};$$

$$F/G = \text{总采食量} / \text{总增质量}。$$

#### 1.3.2 腹泻指数测定

试验期间每天观察试兔排便情况, 1 只试兔腹

泻 1 天记为 1 次腹泻。

$$\text{腹泻率}/\% = [\text{试验期内腹泻只日数} / (\text{试验天数} \times \text{试验只数})] \times 100$$

#### 1.3.2 屠宰率指标测定

在试兔 75 d 试验结束时, 以重复为单位每组选择 5 只兔, 共计 25 只进行屠宰, 记录胴体质量并计算屠宰率。

$$\text{全净膛屠宰率}/\% = \text{胴体质量} / \text{活质量} \times 100\%$$

#### 1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 软件进行初步处理, 利用 SPSS18.0 统计软件进行单因素方差分析, 差异显著时采用 LSD 方法进行多重比较, 试验结果以平均值 ± 标准差表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 GOD 对幼兔生产性能及腹泻指数的影响

从表 2 可见: 从 ADG 来看, II ~ V 组分别比 I 组提高 5.00%、5.71%、6.78% 和 9.64%, 其中 IV 和 V 组与 I 组差异显著 ( $P < 0.05$ ); II ~ V 组 ADFI 均较 I 组略有增加, 但差异未达显著水平 ( $P > 0.05$ ); 综合 ADFI 和 ADG, I 组 F/G 最高, 试验组均有不同程度下降, 以 IV 组最低, 表明添加 GOD 能够提高饲料转化率。

II ~ V 的腹泻率均低于 I 组, 且呈现出随着 GOD 添加剂量的增加, 腹泻率降低的趋势, 说明 GOD 能够降低幼兔的腹泻率, 且存在剂量效应。

### 2.2 GOD 对獭兔屠宰率的影响

从表 3 可见: 在 75 d 时, II ~ V 组和 I 组獭兔

表2 GOD 对幼兔生产性能及腹泻率的影响

项目	I 组	II 组	III 组	IV 组	V 组
45 日龄体质量/g	916.00 ± 106.4	910.30 ± 90.6	917.20 ± 108.6	913.70 ± 113.9	912.90 ± 126.3
55 日龄体质量/g	1 303.20 ± 101.3	1 315.30 ± 133.3	1 318.10 ± 102.6	1 312.20 ± 117.9	1 321.10 ± 113.4
65 日龄体质量/g	1 548.70 ± 111.4	1 604.70 ± 138.1	1 612.40 ± 114.2	1 594.00 ± 133.6	1 615.00 ± 128.9
75 日龄体质量/g	1 756.30 ± 111.3	1 791.70 ± 123.7	1 805.30 ± 118.1	1 811.70 ± 118.9	1 835.00 ± 137.7
日增质量/g	28.01 ± 2.81 <sup>a</sup>	29.45 ± 2.62 <sup>ab</sup>	29.64 ± 2.84 <sup>ab</sup>	29.94 ± 2.92 <sup>b</sup>	30.75 ± 2.81 <sup>b</sup>
日均采食量/g	111.71 ± 7.34	115.22 ± 8.71	113.64 ± 9.87	114.30 ± 9.22	115.94 ± 6.44
料重比	4.02 ± 0.51	3.86 ± 0.47	3.83 ± 0.42	3.79 ± 0.44	3.88 ± 0.42
腹泻率/%	2.23	1.83	1.22	1.00	0.83

注: 同行数据肩标相同小写字母或不标字母表示差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 肩标不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表3 GOD 对獭兔屠宰率的影响

项目	I 组	II 组	III 组	IV 组	V 组
活质量/g	1 769.00 ± 21.21	1 796.00 ± 34.76	1 812.00 ± 36.79	1 807.00 ± 3.53	1 825.00 ± 12.74
胴体质量/g	893.34 ± 23.73	901.15 ± 20.98	907.63 ± 15.36	909.46 ± 13.16	919.62 ± 17.90
屠宰率/%	50.05 ± 1.38	50.17 ± 0.24	50.09 ± 0.71	50.33 ± 0.27	50.39 ± 0.40

注同表 2。

胴体质量均接近 900 g，屠宰率达到 50%，II~V 组较 I 组略有提高，但均未达到显著水平 ( $P > 0.05$ )。

### 2.3 GOD 对獭兔经济效益的影响

根据试兔饲料消耗和增质量情况进行经济效益分析，饲料价格以饲养试验期间购买原料价格和实际添加比例为标准计算，獭兔单价以饲养试验期间市场平均价格计算，GOD 价格为 60 元/kg。从表 4 可见：I 组的耗料最少，因而饲料投入最低，II~V 组随着 GOD 的添加比例的升高，饲料投入也逐渐升高，每增加 0.1% 的添加量成本增加 0.06 元/kg；II~V 组增质量均高于 I 组，且随着 GOD 的添加比例的升高呈上升趋势；按照当下活兔的销售价格 16 元/kg 计算，增质量带来的收入以 V 组最高（14.72 元/只），I 组最低（13.44 元/只）。综合饲料投入和增质量收入两者比较，以 III 组的盈利最高（6.84 元/只）。II~V 组相比 I 组分别多收入 0.24、0.31、0.22 和 0.23 元/只。值得注意的是，此效益趋势不是绝对的，一旦獭兔行情向好，价格上扬，IV 组和 V 组增质量收入会迅速上升，超过 III 组，创造更多盈利。

表 4 GOD 对獭兔经济效益分析

项目	I 组	II 组	III 组	IV 组	V 组
饲料投入					
总耗料/(kg·只 <sup>-1</sup> )	3.36	3.46	3.41	3.43	3.48
单价/(元·kg <sup>-1</sup> )	2.05	2.11	2.17	2.23	2.29
金额/(元·只 <sup>-1</sup> )	6.91	7.31	7.40	7.65	7.96
增质量收入					
总增质量/(kg·只 <sup>-1</sup> )	0.84	0.88	0.89	0.90	0.92
价格/(元·kg <sup>-1</sup> )	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
金额/(元·只 <sup>-1</sup> )	13.44	14.08	14.24	14.40	14.72
盈利/(元·只 <sup>-1</sup> )	6.53	6.77	6.84	6.75	6.76
增收/(元·只 <sup>-1</sup> )		0.24	0.31	0.22	0.23

## 3 讨论

### 3.1 GOD 对獭兔早期生产性能及腹泻率的影响

GOD 对猪和鸡等畜禽生产性能的影响已得到充分印证，杨久仙报道，断奶仔猪日粮中添加 0.1%~0.2% GOD 能够显著降低胃肠道食糜 pH ( $P < 0.05$ )，改善仔猪肠道形态结构，0.3% 水平下断奶仔猪的 ADG 显著提高 ( $P < 0.05$ )；庞家满报道，GOD 制剂对黄羽肉雏鸡的生产性能没有显著影响 ( $P > 0.05$ )，但能显著提高 36~70 d 肉鸡的生产性能 ( $P < 0.05$ )，推荐 380 g/t 的添加剂量；赵国先报道，蛋鸡日粮中添加 0.1%~0.4% GOD，产蛋

率提高 11.01%~16.06%，软蛋率和破蛋率降低 32.77%~46.99%，料蛋比降低 8.24%~10.86%，明显提高成活率。国内一些学者也在肉兔方面进行了探讨，吴艳芳报道，日粮中添加 0.2%~0.3% GOD 能够显著提高肉兔 ADG，但对 ADFI 无显著影响 ( $P > 0.05$ )。关于 GOD 对家兔腹泻的影响作用尚未见报道。在试验中，试验组 ADG、ADFI 有不同程度的增加，腹泻率明显降低，且均存在剂量效应。分析认为，獭兔在幼龄阶段，消化机能尚未健全，主要表现在胃酸和消化酶分泌不足，盲肠内有益微生物主导优势不明显，易发生“断奶综合征”，主要表现为食欲不佳，生长缓慢，甚至腹泻。日粮中添加 GOD 能够催化肠道内的葡萄糖转化成葡萄糖酸和过氧化氢。葡萄糖酸作为酸化剂能够刺激肠绒毛发育，保证肠道上皮细胞的完整，减少有害菌及寄生虫的侵入，还能降低胃肠道内的 pH。酸性环境有助于胃蛋白酶、淀粉酶和胰蛋白酶等消化酶活性增强和有益菌的增殖，从而提高饲料消化利用率；而高质量浓度的过氧化氢能够抑制大肠杆菌和沙门菌等有害菌的增殖，此过程中产生的厌氧环境，又有利于有益菌的增殖，从而保证肠道内有益菌的竞争优势，有效降低腹泻的发生概率。

### 3.2 GOD 对獭兔屠宰率的影响

虽然獭兔主要作为皮用兔被广泛饲养，但由于皮张成熟需要 5~6 个月，饲养周期较长，在价格不稳定的局势下养殖风险加大，更多养殖户开始兼顾獭兔的肉用价值。屠宰率是反映畜禽肉用性能的重要指标，试验中 II~V 组屠宰率虽略高于 I 组，但差异不显著 ( $P > 0.05$ )，表明 GOD 对獭兔屠宰率影响不大。

### 3.3 GOD 对家兔经济效益的影响

试验中，II~V 组随着 GOD 的添加量的提高，饲料成本和 ADFI 都略有上升，投入相应增加。但由于 GOD 对家兔生产性能的改善，使得家兔增质量普遍较 I 组提高。按试验期间活兔价格来看，添加 GOD 能获得更多盈利。随着国内对 GOD 酶学特性的深入了解，生产工艺的不断优化以及在畜牧业生产中作用机制的深入研究，其产量和品质都会大大提升，成本势必降低，会给养殖带来更多的经济效益。

## 4 结论

日粮中添加 0.3% 和 0.4% GOD (下转第 85 页)

- [1]邢安辉,王洪军,谷凤文,等.北虫草提取物促进运动性疲劳血生化指标恢复的实验研究[J].时珍国医国药,2010,21(10):2481-2483.
- [2]张志东,王一飞,钱垂文,等.裙带菜多糖的体外抗氧化作用研究[J].中药材,2012,35(4):620-622.
- [3]Zhang X L, Jiang B, Li Z B, et al. Catalpol ameliorates cognition deficits and attenuates oxidative damage in the brain of senescent mice induced by D-galactose[J]. Pharmacology, Biochemistry and Behavior, 2007(88):64-72.
- [4]张斌,张和平,夏作理.白花丹参对氧化应激小鼠抗氧化系统的影响[J].中成药,2007,29(6):882-883.
- [5]张桂霞,李立,张杰.红景天缓解体力疲劳作用的实验研究[J].医药论坛杂志,2005,26(23):48-52.
- [6]伊佳,嵇扬,刘俊,等.枳椇子水提取物抗疲劳作用及机制的实验研究[J].中药材,2009,32(6):962-965.
- [7]黄欣,赵海龙.青海枸杞叶水提液对小鼠耐缺氧及抗疲劳作用的研究[J].中华实用中西杂志,2007,20(15):1334.
- 通信地址:山东省威海市环翠区文化西路180号  
山东大学威海校区 264209

(上接第49页)

能够显著提高幼兔 ADG ( $P < 0.05$ ),有效减少腹泻的发生,对 ADFI、F/G 和屠宰率均有不同程度的改善。单从生产角度来看,推荐 0.4% 的添加比例,但实际生产中建议根据具体的獭兔行情和酶制剂价格确定添加比例,以获得最佳经济效益。

#### 参考文献

- [1]贡筱,高秀华,汤海鸥,等.不同剂量的葡萄糖氧化酶和复合酶对肉鸡生长性能的影响[J].饲料工业,2013,34(12):38-41.
- [2]赵国先,张晓,左晓磊,等.葡萄糖氧化酶对蛋鸡产蛋性能及血液生化指标的调控作用[J].华北农学报,2009,24(增刊):290-294.
- [3]汤海鸥,高秀华,姚斌,等.葡萄糖氧化酶在仔猪上的应用效果研究[J].中国饲料,2013(19):21-23.
- [4]吴艳芳,吕景智,戴小丹,等.葡萄糖氧化酶对断奶仔兔生产性能和免疫器官发育的影响[J].中国饲料,2012(14):35-37.
- [5]杨久仙,张荣飞,马秋刚,等.葡萄糖氧化酶对断奶仔猪生长性能及肠道健康的影响[J].中国畜牧兽医,2011,38(6):18-21.
- [6]杨久仙,张荣飞,马秋刚,等.葡萄糖氧化酶对断奶仔猪生产性能的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2011(2):56-57.
- [7]庞家满,王江,李杰,等.葡萄糖氧化酶对黄羽肉鸡生产性能和养分代谢的影响[J].中国畜牧兽医,2013,40(2):72-75.
- [8]赵国先,张小云,计成,等.葡萄糖氧化酶对蛋鸡生产性能的影响[J].河北农业大学学报,2007,30(1):89-92.
- [9]吴艳芳,吕景智,戴小丹,等.葡萄糖氧化酶对断奶仔兔生产性能和免疫器官发育的影响[J].中国饲料,2012(14):35-37.
- [10]Biagi G, Piva A, Moschini M, et al. Effect of gluconic acid on piglet growth performance, intestinal microflora, and intestinal wall morphology[J]. Journal Anim. Science, 2006, 84:370-378.
- [11]Takamitsu T, Hironari K, Masaaki O, et al. Stimulation of butyrate Production by gluconic acid in batch culture of pig cecal digesta and identification of butyrate-producing bacteria[J]. Journal of Nutrition, 2002, 8(132):2229-2234.
- [12]宋海彬,赵国先,刘彦慈,等.葡萄糖氧化酶对肉鸡肠道形态结构和消化酶活性的影响[J].中国畜牧杂志,2010,46(23):56-59.
- [13]Sandip B B, Mahesh V B, Rekha S S, et al. Glucose oxidase—An overview[J]. Biotechnology Advances, 2009(27):489-501.
- [14]赵国先,宋海彬,马可为,等.葡萄糖氧化酶制剂对肉鸡肠道 pH 及盲肠微生物的影响[J].河北农业大学学报,2009,32(4):83-87.
- 通信地址:河北省保定市南市区灵雨寺街289号 071001