

# 添加不同水平 酵母 $\beta$ -防御素 对肉鸡生产性能的影响

■ 山东信得科技股份有限公司 / 赵凤立 乔彦良  
山东莱阳农学院 / 朱连勤

现有研究资料表明,饲用抗生素添加剂可引起药物残留问题<sup>[1, 4]</sup>和对机体免疫功能的破坏,引起动物内源感染和二重感染<sup>[5, 6]</sup>。降低畜禽产品中抗生素的含量成为饲料添加剂的工作重点,寻找一种替代品已刻不容缓。

$\beta$ -防御素是抗菌肽的一种,是一类富含精氨酸的阳离子低分子短肽,广泛分布于动物、植物和昆虫体内。研究结果发现其具有无毒副作用<sup>[7]</sup>、无残留、无致细菌耐药性、广谱等特点<sup>[8, 9, 10, 11]</sup>,体外抑菌试验表明,防御素能对革兰氏阳性和阴性细菌、真菌、分枝杆菌、螺旋体、被膜病毒等病原微生物产生较强的杀伤作用,甚至对支原体、衣原体、螺旋体以及一些恶性细胞(如肿瘤细胞)和艾滋病病毒也有杀伤作用。是抗生素的一种理想替代品,但是人工合成数量少成本高,不能实现工业化生产。鸡的 $\beta$ -防御素作为 $\beta$ -防御素的一种<sup>[12]</sup>,有研究报道其具有广谱抗菌性<sup>[13]</sup>,但同样存在上述问题。运用基因工程技术表达而大量生产的防御素无毒副作用,也不会使病原微生物菌株变异而产生抗药性,且有广泛的抗性谱,具有重要的开发应用前景<sup>[14-16]</sup>。本研究是以酵母表达的产物酵母 $\beta$ -防御素为饲料添加剂,通过在肉鸡日粮中添加不同浓度水平的酵母 $\beta$ -防御素,研究其对肉鸡生产性能等指标的影响。确定日粮中酵母 $\beta$ -防御素的适宜添加水平,为酵母 $\beta$ -防御素作为饲料添加剂提供依据,并探索酵母 $\beta$ -防御素提高鸡体生产性能的作用机理。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验动物及处理

选择360只1d健康AA肉仔鸡,随机分为8组,每个组设3个重复,每个重复15只鸡,1组为对照组,饲喂基础日粮;2~5组为酵母 $\beta$ -防御素试验组,在基础日粮中分别添加2mg/kg、6mg/kg、10mg/kg、14mg/kg酵母 $\beta$ -防御素;6组为酵母组,在基础日粮中添加酵

母6mg/kg;7组为黄霉素组,在基础日粮中添加黄霉素6mg/kg;8组为 $\beta$ -防御素组,在基础日粮中添加 $\beta$ -防御素6mg/kg。试验期为42d。试验鸡均自由采食,自由饮水,4层笼养,鸡舍通风良好,温度、湿度等条件均按饲养规程控制。进行常规免疫。每天观察记录肉鸡的生长发育情况及其它异常情况。

### 1.2 试验日粮

AA鸡基础日粮组成及营养成分,见表1。

### 1.3 检测指标和方法

#### 1.3.1 生产性能与存活率

在试验前和试验结束时,禁食12h,清晨空腹称取各组受试鸡的体重(包括死鸡),采用清箱底法称量试验鸡剩料。记录鸡群健康状况,若有死亡时,记录鸡只死亡时间、体重、死亡原因等,计算增重、日增重、料重比、死亡率。

#### 1.3.2 脏器的检查

免疫器官指数的测定:宰杀后迅速剥离两侧胸腺、脾

脏和法氏囊称其鲜

重,小心剔除胸腺

周围的脂肪组织,

称重,并计算胸腺、

脾脏和法氏囊指数。

计算公式为:免

疫器官指数=免疫

器官鲜重(mg)/体

重(g)×100%。

测定肠壁的厚

度(包括十二指肠、

空肠、回肠、盲肠)。

消化器官指数

的测定:宰杀后测

定消化道从咽到泄

表1 基础日粮组成及营养成分

日粮组成(%)	1~21d	22~45d
玉米	55.56	61.65
豆粕	39.65	33.7
豆油	1	1
石粉	1.2	1.2
磷酸氢钙(CaHPO <sub>4</sub> )	1.7	1.5
食盐	0.37	0.37
蛋氨酸	0.15	0.16
赖氨酸	0.05	0.1
氯化胆碱	0.1	0.1
维生素	0.02	0.02
微量元素	0.2	0.2
营养成分(%)		
ME(MJ/kg)	12.13	12.55
CP	21	19
Lysine	1.09	0.94
Met+Cys	0.84	0.68
Na	0.37	0.35
Ca	1	0.9
AP	0.45	0.4

殖腔各器官的重量。

计算公式为：

消化器官指数=消化器官鲜重(mg)/体重(g)×100%。

尸体剖检：检查各肠段剖检变化，如出血、坏死、渗出、肠肿胀等。

胴体品质的检查：包括称量活体的重量，屠宰后腹脂率、屠宰率、半净膛率、全净膛率等。

### 1.3.3 制作组织切片

每组取2只鸡，取1cm×1cm×1cm大小肝脏块，放入10%中性福尔马林中固定，进行石蜡包埋、切片、H.E染色，显微镜下观察病理变化情况。

肠黏膜形态的观察及测定：每组取3只鸡扑杀，截取十二指肠升段2cm左右，置波恩液（苦味酸、甲醛混合液）固定24h，按照固定组织→冲洗组织→脱水→透明→浸蜡→包埋→切片→染色→封片的石蜡切片制作程序，制作小肠组织样本切片，整个过程尽量避免损伤绒毛膜，在普通光学显微镜下观察肠黏膜形态，并用测微尺测定300μm处肠绒毛直径，同时测定肠绒毛长度。

## 2 结 果

### 2.1 日粮中添加不同水平的酵母β-防御素对肉仔鸡生产性能的影响

结果显示，第5组受试鸡增重显著高于其余各组(P<0.05)，第6组增重显著高于1、2、3、4、7、8组(P<0.05)，第3、4、7、8组显著高于对照组(P<0.05)。各组受试鸡料重比相近。见表2-1。

第1、3、4组半净膛率显著高于第6组(P<0.05)，第4组全净膛率显著高于第6组(P<0.05)，各组腹脂率、屠宰率差异不显著(p>0.05)，见表2-2。

### 2.2 日粮中添加不同水平的酵母β-防御素对肉仔鸡小肠壁厚度和消化器官指数的影响

对照组咽指数显著高于第5组(P<0.05)，对照组盲肠指数显著高于第5组(P<0.05)；第4、5组十二指肠、空肠、回肠、盲肠、直肠指数比1、2、3、6、7、8组小，见表2-3。

对照组回肠肠壁厚厚度显著厚于第3、4、5、6、7组(P<0.05)；第4、5组十二指肠、空肠、回肠、盲肠肠壁厚厚度比其他浓度组薄，见表2-4。

### 2.3 日粮中添加不同水平的酵母β-防御素对肉仔鸡小肠粘膜组织学变化的影响

表 2-1 酵母β-防御素对肉仔鸡生产性能的影响

指 标	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组	第6组	第7组	第8组
耗料量(g/羽)	3305.08	3446.67	3421.96	3416.33	3880.29	3652.72	3608.25	3654.91
增重(g/羽)	1559.1±20.7 <sup>d</sup>	1603.1±20.8 <sup>cd</sup>	1637.3±20.7 <sup>c</sup>	1650.4±22.6 <sup>c</sup>	1839.0±27.0 <sup>a</sup>	1764.6±28.1 <sup>b</sup>	1684.3±21.7 <sup>c</sup>	1686.1±22.7 <sup>c</sup>
料重比	2.12	2.15	2.09	2.07	2.11	2.07	2.14	2.17
死亡率	4	2	2	0	3	3	3	0

注：各组数值均用 $\bar{x} \pm s$ 表示。同行右上角标有不同小写字母表示差异显著(P<0.05)，标有相同小写字母表示差异不显著。

表 2-2 酵母β-防御素对肉仔鸡屠宰指标的影响(%)

指 标	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组	第6组	第7组	第8组
半净膛率	85.501±0.533 <sup>a</sup>	83.125±1.319 <sup>ab</sup>	85.664±0.710 <sup>a</sup>	87.865±0.497 <sup>a</sup>	82.498±1.910 <sup>ab</sup>	78.652±1.503 <sup>b</sup>	83.811±1.943 <sup>ab</sup>	82.554±2.334 <sup>ab</sup>
屠宰率	88.087±2.824	89.719±3.548	93.145±0.377	92.219±1.072	92.327±0.646	88.066±2.782	91.401±1.967	89.570±0.771
全净膛率	65.167±1.581 <sup>b</sup>	69.085±0.657 <sup>ab</sup>	70.264±0.671 <sup>ab</sup>	73.336±0.165 <sup>a</sup>	68.176±1.652 <sup>ab</sup>	69.902±0.388 <sup>ab</sup>	68.668±1.534 <sup>ab</sup>	68.138±2.129 <sup>ab</sup>
腹脂率	1.272±0.090	1.672±0.186	2.034±0.186	1.269±0.271	1.807±0.237	1.666±0.290	1.381±0.210	1.638±0.285

注：各组数值均用 $\bar{x} \pm s$ 表示。同行右上角标有不同小写字母表示差异显著(P<0.05)，标有相同小写字母表示差异不显著。

表 2-3 酵母β-防御素对肉仔鸡消化器官指数的影响(%)

指 标	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组	第6组	第7组	第8组
咽指数	0.076±0.001 <sup>a</sup>	0.057±0.005 <sup>ab</sup>	0.070±0.003 <sup>ab</sup>	0.056±0.005 <sup>ab</sup>	0.045±0.004 <sup>b</sup>	0.057±0.004 <sup>ab</sup>	0.056±0.010 <sup>ab</sup>	0.061±0.011 <sup>ab</sup>
食管指数	0.238±0.007	0.217±0.019	0.194±0.012	0.198±0.012	0.188±0.013	0.229±0.013	0.186±0.019	0.187±0.022
嗦囊指数	0.555±0.049	0.468±0.067	0.490±0.006	0.473±0.021	0.371±0.099	0.472±0.067	0.475±0.044	0.410±0.062
腺胃指数	0.471±0.038	0.375±0.046	0.411±0.045	0.408±0.021	0.524±0.069	0.501±0.056	0.467±0.025	0.408±0.025
肌胃指数	1.548±0.130	1.440±0.086	1.254±0.134	1.364±0.195	1.129±0.0391	1.170±0.070	1.202±0.076	1.332±0.048
十二指肠指数	0.613±0.022	0.502±0.039	0.603±0.019	0.554±0.052	0.498±0.067	0.587±0.025	0.491±0.051	0.490±0.061
空肠指数	1.206±0.040	1.025±0.028	1.152±0.024	1.021±0.062	0.971±0.058	1.041±0.050	1.056±0.084	1.079±0.111
回肠指数	1.052±0.053	0.748±0.107	0.990±0.047	1.093±0.181	0.918±0.053	0.711±0.083	0.913±0.1207	0.930±0.118
盲肠指数	0.541±0.039 <sup>a</sup>	0.442±0.041 <sup>ab</sup>	0.366±0.022 <sup>bc</sup>	0.382±0.047 <sup>bc</sup>	0.280±0.025 <sup>c</sup>	0.290±0.015 <sup>bc</sup>	0.361±0.049 <sup>bc</sup>	0.369±0.029 <sup>bc</sup>
直肠指数	0.232±0.016	0.181±0.010	0.171±0.013	0.213±0.007	0.183±0.025	0.176±0.013	0.231±0.047	0.226±0.062

注：各组数值均用 $\bar{x} \pm s$ 表示。同行右上角标有不同小写字母表示差异显著(P<0.05)，标有相同小写字母表示差异不显著。

表 2-4 酵母  $\beta$ -防御素对肉仔鸡肠壁厚度的影响 (mm)

指 标	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组	第6组	第7组	第8组
十二指肠肠壁厚度	1.925 $\pm$ 0.250	0.930 $\pm$ 0.261	0.925 $\pm$ 0.228	0.805 $\pm$ 0.150	0.785 $\pm$ 0.082	0.980 $\pm$ 0.078	0.970 $\pm$ 0.410	0.835 $\pm$ 0.194
空肠肠壁厚度	0.875 $\pm$ 0.146	0.862 $\pm$ 0.031	0.795 $\pm$ 0.066	0.6200 $\pm$ 0.014	0.720 $\pm$ 0.082	0.742 $\pm$ 0.062	0.735 $\pm$ 0.083	0.895 $\pm$ 0.182
回肠肠壁厚度	0.872 $\pm$ 0.111 <sup>a</sup>	0.715 $\pm$ 0.043 <sup>ab</sup>	0.622 $\pm$ 0.0165 <sup>b</sup>	0.600 $\pm$ 0.050 <sup>b</sup>	0.625 $\pm$ 0.022 <sup>b</sup>	0.630 $\pm$ 0.023 <sup>b</sup>	0.635 $\pm$ 0.023 <sup>b</sup>	0.707 $\pm$ 0.071 <sup>ab</sup>
盲肠肠壁厚度	0.695 $\pm$ 0.055	0.610 $\pm$ 0.010	0.640 $\pm$ 0.045	0.540 $\pm$ 0.035	0.680 $\pm$ 0.027	0.685 $\pm$ 0.059	0.670 $\pm$ 0.063	0.755 $\pm$ 0.093

注 各组数值均用  $\pm s$  表示。同行右上角标有不同小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ ), 标有相同小写字母表示差异不显著 ( $P>0.05$ )。

表 2-5 酵母  $\beta$ -防御素对肉仔鸡肠绒毛的影响 ( $\mu m$ )

指 标	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组	第6组	第7组	第8组
肠绒毛长度	648.43 $\pm$ 50.316 <sup>b</sup>	808.50 $\pm$ 19.80 <sup>ab</sup>	819.93 $\pm$ 43.94 <sup>ab</sup>	1022.4 $\pm$ 43.857 <sup>a</sup>	899.96 $\pm$ 82.49 <sup>ab</sup>	882.0 $\pm$ 123.34 <sup>ab</sup>	659.86 $\pm$ 53.257 <sup>b</sup>	855.17 $\pm$ 108.9 <sup>ab</sup>
肠绒毛直径	53.083 $\pm$ 4.547 <sup>a</sup>	45.733 $\pm$ 3.266 <sup>b</sup>	32.667 $\pm$ 4.321 <sup>bc</sup>	29.400 $\pm$ 2.829 <sup>c</sup>	42.467 $\pm$ 1.633 <sup>abc</sup>	34.300 $\pm$ 2.829 <sup>bc</sup>	29.40 $\pm$ 2.829 <sup>c</sup>	35.933 $\pm$ 1.633 <sup>bc</sup>

注 各组数值均用  $\pm s$  表示。同行右上角标有不同小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ ), 标有相同小写字母表示差异不显著 ( $P>0.05$ )。

结果显示, 第4组肠绒毛长度显著长于对照组和第7组 ( $p<0.05$ ); 对照组肠绒毛直径显著粗于第3、4、6、7、8组 ( $p<0.05$ ), 第2组显著粗于第3、7组 ( $p<0.05$ ), 见表2-4、表2-5。

### 3 讨 论

#### 3.1 添加酵母 $\beta$ -防御素对肉仔鸡生产性能的影响

在饲料中添加酵母  $\beta$ -防御素可显著提高受试鸡增重, 酵母  $\beta$ -防御素浓度 14mg/kg 组的试验鸡平均日增重显著高于其他各组 ( $P<0.05$ ), 酵母组显著高于 1、2、3、4、7、8组 ( $P<0.05$ ), 3、4、7、8组显著高于对照组 ( $P<0.05$ )。日粮中添加酵母  $\beta$ -防御素, 不仅提高了肉鸡的生产性能, 还提高了肉仔鸡的半净膛率、全净膛率和屠宰率等, 从而提高了肉仔鸡的胴体品质。黄永彤等<sup>[7]</sup>, 2004 年从柞蚕蛹中分离出抗菌肽应用于鸡饲料, 研究发现可促进动物生长, 提高饲料利用率。这主要是通过改善机体的肠道微结构, 从而提高了机体的吸收能力; 另一方面, 增强了机体的抵抗力, 进而提高了饲料报酬。在饲料中添加酵母  $\beta$ -防御素可提高受试鸡的抵抗能力, 增强机体吸收能力, 从而提高了受试鸡的生产性能。

#### 3.2 添加酵母 $\beta$ -防御素对肉仔鸡肠道发育状况的影响

本试验发现, 酵母  $\beta$ -防御素组的腺胃重量比其他组的大, 这是因为腺胃重量的增加主要是为了提供更多的消化酶, 以适应饲料进食量和体重的快速增加, 从而促进机体生长, 我们可以看出, 酵母  $\beta$ -防御素降低肠壁厚度、减轻肠壁重量、增加单位面积内肠绒毛数量, 从而促进营养物质在肠道的吸收。研究表明, 小肠不仅是家禽体内重要的消化吸收器官<sup>[7]</sup>, 还是机体防御外来有害因素侵害的重要屏障<sup>[17]</sup>。同时, 肉鸡胃肠道的消化能力是影响肉鸡采食量的制约因素<sup>[18、19]</sup>, 肠道发育状况良好, 肉鸡生长状况、生产性能就将有所提高。由于肠道的代谢活动与其它组织关系密切, 因此影响消化系统能量效率的因素,

对全身能量利用效率会产生极大的影响。

### 4 小 结 与 展 望

结果显示, 添加酵母  $\beta$ -防御素可降低肠壁厚度、减轻肠壁重量, 提高肠绒毛长度, 改善肉鸡对饲料的消化率, 并可以提高了肉鸡的屠宰品质。从而提高了鸡的生产性能。由于抗生素的乱用与滥用, 许多细菌产生了耐药菌株, 而新型抗生素的研发速度又不够快, 因此矛盾日益突出抗菌肽独特的抗菌机理为这一问题的解决提供了可能, 因此极有希望开发成为一类新型的高效抗菌药物另外, 抗生素在畜产品中的残留问题也越来越引起人们的重视, 随着研究的进一步深入, 抗菌肽将为解决以上问题做出重要的贡献。

### 参考文献

- 1 邱建武. 抗菌类药物在断奶仔猪的正确应用. 中国饲料, 1999, (4): 11~12.
- 2 Rod S. Resistance transfer research designed to help maximize protect antibiotic use. Feedstuffs. 1991, (4): 18.
- 3 李德培. 抗菌促生长药物耐药和残留的危害和预防. 兽药与饲料添加剂, 1999, (3): 19~21.
- 4 陈德华. 要重视肉鸡生产中的药物残留问题. 畜牧与兽医, 1993, (3): 137.
- 5 石现瑞, 高峰. 抗生素添加剂的负面效应. 饲料博览, 2000, (3): 24~26.
- 6 薛恒平. 医用抗生素作为饲料添加剂的负面效应及其替代品的研究. 饲料博览. 1998, (9): 22~24.
- 7 黄永彤, 黄自然, 黄建清. 抗菌肽与抗生素喂肉鸡的效果比较. 广东饲料, 2004, 13 (2): 24~25.
- 8 Zhao C, Wang L, Lehrer R I. Widespread expression of  $\beta$ -defensin hBD-1 in human secretory glands and epithelial cells. FEBS Lett, 1996, 396: 319~322.
- 9 Harder J, et al. Genomics. 1997, 46(3): 472~475.
- 10 钟德钰等. 防御素在口腔医学中的应用. 华西口腔医学杂志, 1998, 16: 26~28.
- 11 Quinones-Mateu M E, Lederman M M, Feng Z, et al. Human epithelial  $\beta$ -defensins 2 and 3 inhibit HIV-1 replication. AIDS. 2003, 17: 39~48.
- 12 齐珂珂, 康相涛, 陈丽颖. 鸡  $\beta$ -防御素及其应用前景. 广东农业科学, 2005, 6, 79~81.
- 13 Zhang G, Wu H, Shi J, et al. Molecular cloning and tissue expression of porcine  $\beta$ -defensin-1. FEBS Lett, 1998, 424: 37~40.
- 14 王静华, 李有志, 汪以真. 哺乳动物体内的防御素. 中国兽医学杂志, 2004, 40(1): 45~47.
- 15 王伯瑶, 吴琦. 内源性抗菌肽—天然免疫的重要介质. 生命科学, 1999, 6(11): 64~66.
- 16 宋愿智, 杜小英, 李伟. 防御素研究进展. 中国新医药, 2003, 2(9): 42~44.
- 17 柳汉荣, 花天放. 谷氨酰胺和肠道免疫. 肠外与肠内营养, 1999, 6(3): 168~172.
- 18 McCarthy J C, Siegel P B. A review of genetical and physiological effects on selection in meat type poultry. Animal Breeding Abstracts, 1983, 51: 87~94.
- 19 Leenstra F R. Effect of age, sex, genotype and environment of fat deposition in broiler chickens—a review. World's Poultry Science Journal, 1986, 41: 12~25.