

不同水平发酵豆粕对肉鸡肠黏膜结构的影响

柯祥军 瞿明仁 易中华 武 帅 许兰娇

有研究表明, 鱼粉在鸡日粮中配比过高会引起胃肠组织糜烂, 严重时导致死亡。豆粕因含有较多的抗营养因子, 直接饲喂会导致动物(尤其是幼龄动物) 腹泻, 生长缓慢、停滞甚至死亡。发酵豆粕是利用现代生物工程发酵技术, 以优质豆粕为主要原料, 将大豆蛋白降解为小分子蛋白、小肽、游离氨基酸和 UGF(未知生长因子) 等物质, 同时彻底将抗营养因子消除, 这易于被幼龄动物消化吸收。发酵豆粕作为一种新开发的优质植物蛋白质原料在肉鸡的试验方面报道较少, 本试验研究了不同水平发酵豆粕对肉鸡小肠黏膜结构的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

发酵豆粕(商品名: 纯金肽) 由江西亨达实业有限公司提供, 营养成分见表 1。

1.2 试验时间和地点

试验时间: 2007 年 1 月 5 日至 2007 年 2 月 16 日; 试验地点: 江西农业大学动物营养实验室。

1.3 试验设计

选择 1 日龄 AA 肉仔鸡 240 羽, 按公母各半, 体重相近的原则, 随机分成 4 个处理, 每组 6 个重复, 每个重复 10 只(4×6×10)。

按玉米- 豆粕型设计日粮(表 2), 对照组为不含鱼粉但添加普通豆粕的肉仔鸡日粮; 试验、 、 组日粮中分别添加 5%、10%、15% 的发酵豆粕。

柯祥军: 江西省武宁县农业局, 硕士, 畜牧兽医师。
瞿明仁、易中华、武帅、许兰娇: 江西农业大学动物科学技术学院。

1.4 饲养管理

1.4.1 试验鸡 4 层立式笼养, 采用 24h 光照, 第 1 周控温 32 , 以后每周下降 2 , 第 1 周饮水中加入电解多维和 2‰的 KMnO₄, 饲喂粉料, 自由采食和饮水, 勤通风, 每 3d 清粪 1 次。

1.4.2 免疫程序为 7 日龄接种鸡新支二联苗, 14 日龄接种鸡法氏囊苗。

1.5 测定方法及指标

饲养结束后, 将鸡宰杀, 剖开腹腔, 分离十二指肠、空肠、回肠, 挤出消化道内容物, 用生理盐水冲洗净残余物, 滤纸吸干消化器官残余水分, 剪取肉仔鸡十二指肠中段、空肠前段(前 1/4 处) 和回肠中段等部位的肠道组织 2cm 左右, 用生理盐水冲洗净内容物, 置于 10%甲醛磷酸缓冲液中固定 (37%~40%福尔马林 100mL: NaH₂PO₄·H₂O 6.5g: Na₂HPO₄ 4.0g 加水定容至 1 000mL), 用于肠黏膜形态指标的测定。将固定的标本经梯度酒精 (50%、60%、75%、85%、95%、100%、100%) 脱水透明(无水酒精: 二甲苯为 1: 3、2: 3、二甲苯) 浸蜡 包埋等处理后, 在室温下切成 5 μm 厚的切片, 最后用苏木精- 伊红染色法(HE) 染色。在低倍镜下观测切片, 选择典型视野, 用 Leica Qwin 图象进行系统分析, 每个样品观察 10 个非连续性 5 μm 的纵切片, 每张切片测量 5 个最长肠绒毛高度、最深隐窝深度和最厚肠壁厚度。

绒毛长度: 游离于肠腔内的部分(绒毛顶端至绒毛基部);

隐窝深度: 肠腺底部至两绒毛之间基部开口处的距离;

肠壁厚度: 肠外部至肌层与粘膜下层交接处的距离(浆膜厚度加肌层厚度)。

1.6 试验数据处理

采用 spss1.2.0 统计软件的 One- Way 过程对

表 1 发酵豆粕的主要营养成分

| 成分 | 总能/(kcal/kg) | 粗蛋白质/% | 粗灰分/% | 粗纤维/% | 粗脂肪/% | 总磷/% | 乳酸/% | 益生菌/(CFU/g) | 小分子肽/% | 蛋白酶/(u/g) |
|----|--------------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------------|--------|-----------|
| 含量 | 4 300 | 50 | 7.0 | 7.0 | 3.0 | 0.67 | 3.0 | 5.0×107 | 70 | 100 |

蛋白酶活力单位定义: 在 40℃, pH3.0 条件下, 1min 水解酪素产生相当于 1ug 酪素的酶量, 规定为一个酶活单位(u)。

表 2 试验饲粮组成和营养成分

| 饲粮组成 | 0~3 周龄 | | | | 3~6 周龄 | | | | % |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| | 对照组 | | | | 对照组 | | | | |
| 玉米 | 52.20 | 53.74 | 55.15 | 56.80 | 56.58 | 57.70 | 59.15 | 60.64 | |
| 普通豆粕 | 39.20 | 32.84 | 26.74 | 20.60 | 35.21 | 29.25 | 23.15 | 17.03 | |
| 发酵豆粕 | - | 5.00 | 10.00 | 15.00 | - | 5.00 | 10.00 | 15.00 | |
| 植物油 | 4.17 | 4.03 | 3.75 | 3.28 | 4.32 | 4.16 | 3.81 | 3.44 | |
| 石粉 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | |
| 磷酸氢钙 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | |
| 食盐 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | |
| 赖氨酸 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | |
| 蛋氨酸 | 0.17 | 0.15 | 0.12 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | |
| 胆碱 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | |
| 预混料 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| 合计 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| 干物质 | 87.67 | 88.18 | 88.32 | 88.43 | 87.99 | 87.97 | 87.82 | 87.97 | |
| 代谢能/(MJ/kg) | 12.55 | 12.55 | 12.55 | 12.55 | 13.15 | 13.15 | 13.15 | 13.15 | |
| 粗蛋白质 | 21.04 | 20.98 | 21.01 | 21.03 | 18.82 | 18.79 | 18.89 | 18.88 | |
| 粗灰分 | 6.53 | 6.51 | 6.65 | 6.56 | 5.78 | 5.73 | 5.62 | 5.68 | |
| 钙 | 1.01 | 1.05 | 1.00 | 1.04 | 0.90 | 0.93 | 0.92 | 0.91 | |
| 总磷 | 0.62 | 0.61 | 0.62 | 0.63 | 0.56 | 0.57 | 0.58 | 0.56 | |
| 有效磷 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | |
| 赖氨酸 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| 蛋氨酸 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | |

注: 1) 粗蛋白质、粗灰分、钙、总磷为实测值, 其他指标为根据《中国饲料数据库- 中国饲料成分及营养价值》(2004 年修订版) 的计算值。
2) 预混料可为每千克配合饲料提供: VA 5 500 IU; VD₃ 650 IU; VE 35 mg; VK₃ 2.5 mg; 核黄素 7.5 mg; 泛酸 18.6 mg; 尼克酸 45.0 mg; 生物素 0.25 mg; VB₁₂ 100 μg; 锰 180 mg; 铁 240 mg; 锌 120 mg; 铜 25 mg; 碘 0.3 mg; 硒 0.5 mg。

试验数据进行统计分析, 采用 Duncan's 法进行多重比较。试验结果数据以“平均值±标准差”形式表示。

2 试验结果

2.1 发酵豆粕对肉鸡十二指肠组织形态发育的影响

从表 3 可知: 添加发酵豆粕对肉鸡十二指肠形态发育的变化(第 6 周末)有差异。(1) 肠绒毛长度。对照组肠绒毛长度为 1 115.46um, 各试验组绒毛高度分别为 1 262、1 380、1 259um, 与对照组比较相应增长了 13.18%(p<0.05)、23.77%(p<0.01)、12.91%(p<0.05), 试验各组间差异不显著(P>0.05)。(2) 隐窝深度。对照组隐窝深度为 165.54um, 各试验组与其比较隐窝分别变浅

8.33%、15.42%(p<0.05)、10.99%, 试验各组间差异不显著(P>0.05)。(3) 肠壁厚度。对照组肠壁厚度为 189.71um, 试验 、 、 组与对照组比较分别变薄 16.92%(p<0.05)、21.38%(p<0.01)、16.26%(p<0.05), 试验各组间差异不大(P>0.05)。(4) 绒毛高度/隐窝深度(V/C)。试验 、 、 组与对照组比较分别高 33.43%(p<0.01)、45.85%(p<0.01)、26.48%(p<0.05), 其余各组间差异不显著(P>0.05)。

由十二指肠组织切片可以看出: 十二指肠肠绒毛呈叶状, 对照组的小肠绒毛缺损, 脱落严重, 宽度明显较宽, 单位面积上肠绒毛数减少; 而发酵豆粕组的肠绒毛明显变长, 单位面积上肠绒毛数量多(图 1)。

| 表 3 各试验组对肉鸡肠黏膜组织形态的影响 | | | | um, % |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 处理 | 对照组 | 组 | 组 | 组 |
| 十二指肠绒毛长度 | 1115.46 ±125.58 ^{Aa} | 1262.02 ±11.26 ^{Bb} | 1380.46 ±128.91 ^B | 1259.8 ±80.52 ^{Bb} |
| 隐窝深度 | 165.54 ±16.28 ^a | 151.74 ±13.69 ^{ab} | 140.02 ±7.62 ^b | 147.34 ±8.12 ^{ab} |
| 肠壁厚度 | 189.71 ±26.56 ^{Aa} | 157.62 ±12.76 ^{Bb} | 149.15 ±1.67 ^B | 158.96 ±14.64 ^{Bb} |
| V/C | 6.76 ±0.87 ^{Aa} | 9.02 ±0.64 ^B | 9.86 ±0.63 ^B | 8.55 ±1.28 ^{Bb} |
| 空肠绒毛长度 | 991.48 ±161.28 | 1148.57 ±257.18 | 1174.59 ±222.71 | 1102.75 ±124.32 |
| 隐窝深度 | 157.39 ±17.20 ^{Aa} | 132.26 ±7.87 ^{Bb} | 126.84 ±12.60 ^B | 130.19 ±8.91 ^B |
| 肠壁厚度 | 166.47 ±50.57 | 145.21 ±35.01 | 143.93 ±15.39 | 150.87 ±1.82 |
| V/C | 6.34 ±1.16 ^a | 8.23 ±1.85 ^{ab} | 9.28 ±2.18 ^b | 8.46 ±1.01 ^{ab} |
| 回肠绒毛长度 | 728.56 ±97.59 ^a | 854.8 ±158.76 ^{ab} | 892.50 ±95.90 ^b | 844.32 ±71.89 ^{ab} |
| 隐窝深度 | 142.78 ±0.12 ^a | 127.99 ±1.12 ^{ab} | 125.11 ±19.89 ^{ab} | 112.24 ±19.61 ^b |
| 肠壁厚度 | 169.53 ±19.77 ^a | 146.12 ±22.00 ^{ab} | 136.63 ±21.84 ^b | 135.99 ±18.16 ^b |
| V/C | 5.72 ±0.75 ^a | 6.66 ±0.39 ^{ab} | 7.15 ±1.38 ^b | 7.53 ±1.41 ^b |

注:1) 同行肩标含不同小写字母表示差异显著(p<0.05); 2) 同行肩标含不同大写字母表示差异极显著(p<0.01); 3) 同行肩标含相同字母表示差异不显著(p>0.05), 下表同。



图 1 组织切片

2.2 发酵豆粕对肉鸡空肠组织形态发育的影响

对肉鸡空肠发育的变化(第 6 周末)有差异。

(1) 肠绒毛长度。试验 、 、 组与对照组比较

分别长 15.84%、18.47%、11.20%，但差异不显著(P>0.05)。(2) 隐窝深度。对照组隐窝深度为 157.39um，各试验组与其比较分别变浅 15.97%(p<0.05)、19.41%(p<0.01)、17.28%(p<0.01)，各组间差异不显著(P>0.05)。(3) 肠壁厚度。试验 、 、 组与对照组比较分别变薄 12.77%、13.53%、9.37%差异均不显著，试验各组间差异不大(P>0.05)。(4) 绒毛高度/隐窝深度(V/C)。试验 、 、 组与对照组比较分别高 29.81%、46.37%(p<0.05)、33.43%，其余各组间差异不显著(P>0.05)。

由空肠组织切片可以看出：空肠肠绒毛呈指状，对照组的肠绒毛缺损，宽度明显较宽，变短变粗，绒毛顶上有部分脱落；而发酵豆粕组的肠绒毛呈指状明显变长，绒毛排列整齐、光滑，形态一致，单位面积上绒毛数量较多(图 1)。

2.3 发酵豆粕对肉鸡回肠组织形态发育的影响

对肉鸡回肠发育的变化(第 6 周末)有差异。

(1) 肠绒毛长度。试验 、 、 组与对照组比较分别长 17.33%、22.50%(p<0.05)、15.89%，其他各试验组差异不显著。(2) 隐窝深度。各试验组与对照组比较隐窝分别变浅 10.36%、12.38%、20.84%(p<0.05)，各组间差异不显著(P>0.05)。(3) 肠壁厚度。试验 、 、 组与对照组比较分别变薄 13.81%、19.41%(p<0.05)、19.78%(p<0.05)，试验各组间差异不显著(P>0.05)。(4) 绒毛高度/隐窝深度(V/C)。试验组与对照组比较分别高 16.43%、25.00%(p<0.05)、31.64%(p<0.05)，其余各组间差异

不显著($P>0.05$)。

由回肠组织切片可以看出:回肠肠绒毛呈柱状,对照组回肠绒毛明显较短而粗糙、有部分脱落严重;发酵豆粕组绒毛长而光滑,绒毛排列整齐,单位面积上正常绒毛数量较多(图 1)。

3 分析讨论

3.1 发酵豆粕对肉鸡肠组织形态发育的影响

3.1.1 发酵豆粕对肉鸡绒毛高度、隐窝深度、V/C 的影响

小肠的正常结构与功能是营养物质被充分消化与吸收的基本保证,特别是小肠的肠绒毛高度、隐窝深度、肠壁厚度、V/C 及绒毛总表面积是衡量小肠消化吸收功能的重要指标。肠绒毛高度与细胞数量呈显著相关,在指状绒毛中,绒毛的长度与其肠上皮细胞数量有关,当绒毛变长时,肠上皮细胞数量增多,绒毛短时成熟的绒毛细胞减少,对养分的吸收能力低。隐窝深度反映了细胞生成率,细胞不断从隐窝基部向绒毛端部迁移、分化,以补充绒毛上皮的正常脱落。如果此过程减慢,基部的细胞生成率降低,使隐窝变浅,隐窝变浅表明肠上皮细胞成熟率上升,吸收功能增强。因此,隐窝可被视为绒毛的加工厂,隐窝变深说明组织代谢加快,这意味着所需维持营养增加,动物生产效率下降。隐窝细胞生长速度的快慢,在形态上表现为隐窝深度大小的变化,在功能上将影响消化吸收机能。V/C 反映了小肠的功能状态,比值上升,则黏膜改善,消化吸收功能增强,生长发育加快;比值下降,表明消化吸收功能下降,黏膜受损,消化吸收功能降低。

试验组添加发酵豆粕对肉鸡肠道 V/C 的比值均有明显的增加作用。小肠黏膜层结构良好,绒毛高度/隐窝深度的比值较对照组高,说明发酵豆粕有利于肠道上皮细胞生长,进而使得吸收面积增大,营养物质的吸收效率提高,同时也有利于重要物质的形成。由于发酵豆粕是大豆多肽产品,能影响小肠黏膜生长,使小肠绒毛长度增加,隐窝变浅,从而促进肉鸡对营养物质的消化吸收,提高肉鸡的生长性能且降低腹泻指数。对照组日粮中含较高抗原性物质,对肉鸡肠道产生应激反应,过敏反应使肠道黏膜上皮绒毛长度变

短,隐窝深度增高,绒毛损伤。据报道,绒毛的损伤可能与大豆中的植物凝集素有关,大豆中植物凝集素主要与绒毛上部的成熟细胞结合,导致细胞损伤,这意味着绒毛成熟的细胞数量减少,需要增生细胞的增多,肠道黏膜萎缩,造成吸收能力下降。随着发酵豆粕用量的增加,饲料中的抗原比例下降,易消化的成分增多,肠道黏膜上皮细胞得到改善,因而吸收能力加强。

由组织切片可以看出:添加发酵豆粕的十二指肠肠绒毛明显变长,单位面积上肠绒毛数量多;空肠的肠绒毛呈指状明显变长,绒毛排列整齐、光滑,形态一致,单位面积上绒毛数量较多;回肠的肠绒毛长而光滑,绒毛排列整齐,单位面积上正常绒毛数量较多。由此可以推断,日粮较多比例的抗原对肉鸡肠道造成应激反应较大,致使肠绒毛上皮细胞中成熟细胞减少,V/C 比值下降,消化吸收面积减少,消化能力下降,未被消化吸收的物质不仅使肠道中渗透压升高,引起渗透性腹泻,而且还使肠道中大肠杆菌等腐败菌大量繁殖,后者反过来又分泌肠毒素,加剧对肠黏膜形态结构的损害,使动物的生长性能下降。添加发酵豆粕能改善肉鸡的肠道组织结构的形态发育,V/C 比值增加,消化吸收能力加强,有利于营养物质的吸收,进而促进肉鸡的生长。本试验组中以 组的 V/C 比值最高,消化吸收功能最强,因而增重最高。

3.1.2 发酵豆粕对肉鸡肠壁厚度的影响

消化道内营养物质的吸收是物质转运的一种形式,是食物的消化产物以及水分、盐类等通过上皮细胞进入血液和淋巴的过程。吸收的主要部位是十二指肠,吸收的常见方式为简单扩散,其通路可能有 4 种:(1) 通过上皮细胞膜;(2) 通过小肠上皮的冲水管道,主要是小分子水溶性物质;(3) 通过细胞间不紧密的结合点,主要是水和小分子电解质;(4) 通过细胞挤压出现的间隙,主要是一些大分子颗粒。可见肠壁增厚,会影响营养物质的吸收和转运,影响肉鸡的生长速度。关于肠壁变薄的原因,Vissek 认为氨是引起机体肠壁增厚和体增重变慢的原因,氨使肠壁组织周转代谢速度增强,小肠黏膜内核酸和蛋白质合成速

(下转第 50 页)

(龙头和源头)，还要管控好中间这个生产现场。生产现场管理要求做到：

3.1 认识要到位

首先是我们企业的最高管理者，要对生产现场管理给予高度的关注，改变以前一味地强调市场重要性的做法。企业在市场中的竞争是企业综合实力的体现，迈克尔·波特在《竞争优势》一书中强调了成本领先战略，不难看出成本对产品参与市场竞争尤为重要，况且是饲料市场竞争激烈的今天。靠什么来降低成本？配方技术日益趋同，原料的信息化和畅通的物流保障，使价差在缩小。这种情况下，现场管理对降低成本将有着重要意义。现场管理对企业的意义有多大？丰田公司日本质量管理专家大野耐一曾说过“降低成本只有依靠生产现场”，大野对现场管理提出了一系列行之有效的管理理论和方法，比如：目视管理、标准作业、遵守既定程序、去除不产生附加值的工作，等等。现在的饲料企业吨料加工成本相差很大，几十元乃至上百元不等，这里面有很大潜力可以挖掘。

3.2 制度要到位

没有规矩不成方圆，生产现场管理要建立一套严格的管理制度和执行标准（如推行 5S 管理），企业要用制度和标准去约束和评价管理者的行为。另外，企业可根据生产流程的实际情况制定原料和成品的分类区域和堆码标准，确保原料和成品的安全存放和合理使用；制定设备巡查

和检修制度；制定安全生产防范制度；制定环境卫生管理制度等。

3.3 管理要到位

一些企业缺乏的并不是制度，而是管理的严重缺失，执行力差。一是企业老板对生产现场管理的认识不足，重视不够，高高在上，平时很少到现场察看，现场管理者没有压力；二是现场管理者对自身要求不高，得过且过，认识偏差。什么成本、质量等是财务、质管部门的事，事不关己，只要能完成下达的生产计划就行。对生产过程控制重视的不够，造成跑冒滴漏，效率下降，往往正是这些过程拉大了企业间的差距。企业要做到生产现场管理到位，就要监管好生产流程的每一个环节，要明确责任，责任到人（岗）。现在一些企业也在生产现场推行 5S 管理，这说明当前的管理者已认识到生产现场管理的重要性，标志着饲料企业生产现场管理迈出了重要的一步。

3.4 监督要到位

监督是企业管理不可缺少的环节。在管理实践中的现场管理执行者因缺乏有效监督，一些管理制度和标准要求只能是挂在墙上，停在口头上，不能得到有效的落实。监督到位就是要使企业所定的制度不折不扣地贯彻下去；工作标准一点没有折扣地执行到位。监督到位，一是要有制度和标准，做到有章可依；二是要有明确的责任和责任人，将工作落实到人；三是要监督检查，对作业现场要加强督查，及时纠正偏差，长期保持。

(上接第 28 页)

度增加，肠壁增厚，进而影响营养物质的吸收和转运效率，饲料利用率下降。此外，小肠肠壁变薄，还可减少机体内脏器官的维持需要，更有利于生长。

本试验结果表明，试验各组与对照组比较，肉鸡十二指肠肠壁均有所变薄，其中添加 10% 的发酵豆粕组有差异性，通过试验结果推测这可能是由于发酵豆粕中含有的益生菌、乳酸及小肽等活性物质，通过抑制肠道有害微生物，从而降低肠内细菌毒素和氨浓度的缘故。而对照组饲粮含较多比例大豆抗原刺激肠道上皮黏膜，引起上皮细胞损害，加速组织细胞的增生，因而肠壁增厚。

空肠肠壁略有改善，但差异不大。试验 、 组的回肠肠壁变薄与对照组有差异，表明 、 组的回肠仍有较高的消化吸收能力，促进生长。因此，添加发酵豆粕可使肉鸡的十二指肠、空肠、回肠变薄，有利于营养物质的消化吸收和转运，提高饲料报酬。

4 结 论

通过组织切片观察，发酵豆粕可改善肉鸡十二指肠、空肠、回肠的小肠绒毛组织结构形态，提高 V/C 比值，使肠壁变薄，促进消化吸收功能。试验结果表明，以添加 10% 的发酵豆粕较显著。

(参考文献略)