

不同水平发酵豆粕对肉鸡生产性能及血清生化指标的影响

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。所以,植物蛋白在鸡日粮中有重要的作用。豆粕因含有较多的抗营养因子,直接饲喂动物(尤其是幼龄动物)会导致腹泻,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,同时能将抗营养因子消除,有利于幼龄动物消化吸收。试验通过研究不同水平发酵豆粕对肉鸡饲料生产性能及血清生化指标的影响,确定发酵豆粕在肉鸡中的适宜添加

量。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1.1.1 试验动物及分组

选择1日龄AA肉仔鸡240只,按公母各半、体重相近的原则,随机分成4个处理组,对照组,试验、组,每组6个重复,每个重复10只。

1.1.2 试验日粮

按玉米—豆粕型设计日粮,对照组为添加普通豆粕的肉仔鸡日粮,试验、组日粮中分别添加了5%、10%、15%的发酵豆粕,具体组成见表1。

表1 试验饲料组成与营养水平

项目	0-3周龄				3-6周龄			
	对照组	试验组	试验组	试验组	对照组	试验组	试验组	试验组
饲料组成(%)								
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
营养水平								
代谢能(MJ/kg)	12.55	12.55	12.55	12.55	13.15	13.15	13.15	13.15
干物质(%)	87.67	88.18	88.32	88.43	87.99	87.97	87.82	87.97
粗蛋白(%)	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、粗灰分、钙、总磷为实测值,其它指标为根据《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. 预混料可为每千克饲料提供维生素A 5 500 IU、维生素D₃ 650 IU、维生素E 35 mg、维生素K₃ 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、维生素B₁₂ 100 μg、锰 180 mg、铁 240 mg、锌 120 mg、铜 25 mg、碘 0.3 mg、硒 0.5 mg。

1.2 发酵豆粕的营养成分

柯祥军,江西省武宁县农业局畜牧局,332300,江西省武宁县。

瞿明仁、易中华、武帅、许兰娇,江西农业大学。

收稿日期:2007-07-16

发酵豆粕由江西亨达实业有限公司提供,营养成分见表2。

1.3 试验时间和地点

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

1.4 饲养管理

试验鸡采用4层立式笼养,采用24 h光照,第一

表 2 发酵豆粕主要营养成分

项目	总能(MJ/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	17.97	50	7.0	7.0	3.0	0.67	3.0	5.0×10^7	70	100

周控温 32℃, 以后每周下降 2℃, 第一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 3 d 清粪 1 次。

免疫程序为第 7 日龄接种鸡新支二联苗, 第 14 日龄接种鸡法氏囊苗。

试验记录各组鸡生长前、中、后期体重以及每日投料量、腹泻情况、死亡情况和饲养情况。腹泻标准以拉水样稀粪便, 肛门残留有腹泻物为依据。记录每天每组鸡的腹泻只数。

腹泻指数(%)=(腹泻只数×腹泻天数)/(总只数×饲养天数)。

1.5 测定方法及指标

1.5.1 生产性能的测定

饲养期间, 于 1、21、42 日龄上午 6:00 分别按每笼进行称重, 于 21、42 日龄按每笼为重复单位结算饲料消耗量, 分别计算各处理组肉仔鸡的平均日增重(ADG)、平均日采食量(ADFI)和料重比(F/G)。

1.5.2 血样的采集与测定

饲养试验结束后, 从每笼中随机选取 1 只接近平均体重的试验鸡, 心脏采集血样 5 ml 于离心管, 经

4 000×g 离心 10 min, 分离血清于 2 ml 塑料安培管中, -20℃ 冷冻保存备测。

尿酸(SUN)含量的测定采用尿酸酶-过氧化物酶法; 白蛋白(ALB)含量的测定采用溴甲酚绿法; 总蛋白(TP)含量的测定采用双缩脲法; 血清葡萄糖(GLU)含量的测定采用葡萄糖氧化酶法, 试剂盒均购于南京建成生物工程有限公司。

1.6 试验数据处理

采用 spss12.0 统计软件的 One-Way 过程对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 发酵豆粕对肉鸡生产性能的影响(见表 3)

由表 3 可以看出, 0~3 周龄的肉鸡日增重, 试验 1、2、3 组与对照组相比分别提高 0.49%、7.87%、5.18%, 差异不显著(P>0.05); 3~6 周龄的肉鸡日增重, 试验 1、2、3 组与对照组相比分别提高 20.36%、17.90%、12.62%, 差异均极显著(P<0.01); 0~6 周龄的肉鸡日增重, 试验 1、2、3 组与对照组相比分别提高 14.13%、14.55%、10.13%, 差异均极显著(P<0.01)。

表 3 发酵豆粕对肉鸡生产性能的影响

项目	对照组	试验 1 组	试验 2 组	试验 3 组
日增重(g/只)				
0~3 周龄	28.58±1.63	28.72±2.47	30.83±2.55	30.06±1.53
3~6 周龄	56.09±2.66 ^B	67.51±3.28 ^A	66.13±4.19 ^A	63.17±3.95 ^A
0~6 周龄	42.33±1.86 ^B	48.31±1.15 ^A	48.49±1.40 ^A	46.62±2.10 ^A
日采食量(g/只)				
0~3 周龄	41.66±2.38	40.46±3.43	41.28±2.55	39.36±1.48
3~6 周龄	114.40±6.62 ^B	125.35±8.33 ^A	122.32±3.78 ^A	122.78±2.18 ^A
0~6 周龄	78.04±2.99 ^B	82.91±4.27 ^A	81.79±1.89 ^A	81.07±1.56 ^{AB}
料肉比				
0~3 周龄	1.46±0.09 ^B	1.41±0.10 ^{ab}	1.35±0.12 ^{ab}	1.31±0.06 ^b
3~6 周龄	2.05±0.94 ^A	1.86±0.73 ^B	1.86±0.70 ^B	1.95±0.73 ^{BA}
0~6 周龄	1.85±0.02 ^A	1.72±0.08 ^B	1.69±0.05 ^B	1.74±0.08 ^B

注: 同行数据肩标小写字母不同表示差异显著(P<0.05); 大写字母不同表示差异极显著(P<0.01); 字母相同表示差异不显著(P>0.05)。下表同。

0~3 周龄的肉鸡日采食量, 试验 1、2、3 组与对照组相比分别下降 2.88%、0.9%、5.52%, 差异均不显著(P>0.05); 3~6 周龄的肉鸡日采食量, 试验 1、2、3 组与对照组相比分别提高 9.57%、6.92%、7.33%, 差异均极显著(P<0.01); 0~6 周龄的肉鸡日采食量, 试验 1、2、3 组与对照组相比分别提高 6.24%(P<0.01)、4.81%(P<0.01)、3.88%(P>0.05)。

0~3 周龄的肉鸡的料肉比, 试验 1、2、3 组与对照组相比均有所下降, 仅试验 1 组差异显著(P<0.05), 其余各组间差异不显著(P>0.05); 3~6 周龄的肉鸡的料肉比, 试验 1、2 组与对照组相比下降 9.27%、9.27%, 差异均极显著(P<0.01), 试验 3 组与对照组相比下降 4.88%(P>0.05); 0~6 周龄的肉鸡的料肉比, 试验 1、2、3 组与对照组相比分别下降 7.03%、8.65%、5.94%, 差

异均极显著($P<0.01$),各试验组间差异不显著。

2.2 发酵豆粕对肉鸡腹泻、死淘率的影响(见表4)

表4 发酵豆粕对肉鸡腹泻、死淘率的影响(%)

项目	对照组	试验组	试验组	试验组
腹泻指数	6.90	5.48	5.71	2.62
死淘率	0	0	0	0

由表4可以看出,肉鸡腹泻率随着发酵豆粕添加量的增加呈下降趋势,试验、组与对照组相比分别下降20.58%、17.25%、62.03%,尤其是试验组腹泻指数仅为2.62%。整个试验期均无死亡,死淘率为0。

2.3 发酵豆粕对肉鸡血清生化指标的影响(见表5)

表5 发酵豆粕对各试验组肉鸡血清生化指标的影响

项目	对照组	试验组	试验组	试验组
总蛋白(g/l)	35.24 \pm 9.21	40.04 \pm 3.89	41.03 \pm 1.21	40.41 \pm 9.76
白蛋白(g/l)	15.76 \pm 4.80	19.19 \pm 5.46	19.83 \pm 2.63	15.95 \pm 3.67
尿酸(mg/l)	127.29 \pm 46.84 ^a	107.04 \pm 26.44 ^{ab}	85.20 \pm 19.52 ^b	115.57 \pm 32.70 ^{ab}
葡萄糖(mg/dl)	260.50 \pm 24.11	234.21 \pm 48.69	236.02 \pm 47.17	260.17 \pm 61.37

由表5可以看出,总蛋白含量,试验、组与对照组相比分别提高13.62%、16.43%、14.67%,但差异均不显著($P>0.05$);白蛋白含量,试验、组与对照组相比分别提高21.76%、25.83%、1.2%,差异均不显著($P>0.05$);尿酸含量,试验、组与对照组相比分别降低15.91%、33.07%、9.21%,其中组与对照组相比差异显著($P<0.05$),其余各组间差异均不显著($P>0.05$);葡萄糖含量,试验、组与对照组相比分别降低10.09%、9.39%、0.12%,差异均不显著($P>0.05$)。

3 分析讨论

3.1 发酵豆粕对肉鸡生长性能的影响

在初始体重一致的情况下,随着发酵豆粕在日粮中用量的增加,发酵豆粕组相对于对照组在各阶段不同程度地提高了肉鸡的日采食量与日增重,降低了料肉比,并且在后期日增重效果非常显著($P<0.01$)。分析原因主要有:豆粕经发酵后,微生物把豆粕中的抗营养因子有效去除,并对蛋白质进行一定程度的降解,形成一种含有降解多肽、小肽、氨基酸等的优质蛋白原料,其吸收消化性比蛋白质更佳,吸收速度快,利用率高,加速蛋白质的沉积,促进动物生长。这与刘春雪(2005)^[1]、潘木水等(2005)^[2]在仔猪试验中的报道一致。发酵豆粕中富含小肽等多种活性物质还可直接或间接发挥生理作用,促进营养物质吸收,使得肉鸡生长潜能得以更好发挥。同时微生物分泌大量蛋白酶,产生大量益生菌、乳酸、UGF(未知生长因子)等物质,促进肠道中乳酸菌、双歧杆菌、酵母菌及其它有益菌的增殖,维持肠道内菌群平衡,提高免疫力,同时改善适口性、提高采食量。

对照组生产性能较低是因为使用了大量的普通豆粕的结果,对肉鸡生长速度和平均日采食量有明显影响。这可能与其饲料中存在各种抗营养因子及其数

量多少有关。热敏感抗营养因子(抗胰蛋白酶)、热稳定抗营养因子(大豆寡糖及聚球蛋白等)对鸡生长速度均有负效应,且同时存在时,这种负效应会产生迭加^[3],从而严重影响生长发育。陈代文等(2003)^[4]推荐在断奶仔猪日粮中未经处理的豆粕含量最好不要超过25%。在本试验中,肉鸡饲料中使用10%的发酵豆粕替代部分豆粕,普通豆粕含量未超过25%(全期的平均含量为24.95%),该试验组生长性能发挥最佳。

随着发酵豆粕用量的增加,试验组各项生长性能指标(日增重、日采食量、料肉比)并不表现增加趋势,反而略低于、组。其原因可能有:

现已证实,以动物蛋白为酶解底物降解后的产物多为肽类,以植物蛋白为酶解底物降解后的产物多为游离氨基酸类。本试验在饲料总氮一致的原则下,则饲料中完整蛋白氮含量高低顺序依次为 > >

组,游离氨基酸的含量高低顺序依次为 > > 组。按现代肽营养理论认为,当动物采食以理想氨基酸模式配制的纯合日粮或按氨基酸平衡配制的低蛋白日粮时,并不都能获得最佳的生产性能,日粮中必须提供一定比例的完整蛋白质或小肽,才能保持正常的生长性能(Jensen, 1991; Kephart 等 1990)^[5-6]。李富伟等(2005)^[7]试验表明,当日粮中总氮100%由氨基酸提供时,无论是增重还是饲料利用率,均显著低于完整酪蛋白组。消化生理方面的研究表明,寡肽吸收速度快、耗能低,而FAA吸收耗能高^[8]。因此,当日粮中的游离氨基酸比例过大,肠道吸收氨基酸需要消耗大量能量,减缓了肉鸡生长速度,体内营养物质降解率提高,料肉比增大。

Colnago 等(1991)^[9]研究认为,当饲料完整蛋白与游离氨基酸比例低于15:1时,肉鸡生长就会减慢,随着饲料FAA含量升高,动物生长速度、饲料利用效率降低^[10,11]。小肽和游离氨基酸两种吸收机制对动物

的氨基酸吸收贡献率以及两种吸收机制在蛋白质营养吸收体系中所处地位,尚无试验进行直接研究和确证。二者在蛋白吸收体系中的地位和作用可能会随着动物品种、年龄不同,日粮蛋白原料以及肠道吸收底物中肽所占的比例、数量和肽链长度的不同而出现差异(李富伟等,2006)^[12]。0~6周龄试验组的日增重、日采食量均低于试验组、组,而料肉比升高,这可能是由于试验组的完整蛋白质与FAA比例低于15:1。因条件所限,本试验各组完整蛋白氮、肽氮、游离氨基酸氮占饲料总氮及它们之间的比例不清楚,不能进一步探讨其在肉鸡饲料中的最佳比例。因而只能确定本试验的发酵豆粕在肉鸡中最适宜添加量为10%。

3.2 发酵豆粕对肉鸡腹泻指数、死淘率的影响

对照组肉鸡腹泻指数高,分析其原因可能是由于对照组饲料中含有较高比例的大豆抗营养因子,因雏鸡的消化器官尚未发育完善,各种消化酶分泌不足,当采食含胰蛋白酶抑制因子、免疫球蛋白抑制因子等抗营养因子的日粮时能引起肠道过敏性损伤,引起过敏性腹泻(陈代文等,1995)^[13],这是导致对照组肉鸡腹泻明显的主要原因。试验组随着发酵豆粕的添加量加大,腹泻率呈现降低趋势。这可能是豆粕经发酵处理后有效降低大豆蛋白中的抗营养因子,尤其是发酵降解产生大量小分子多肽有利于肉鸡的消化吸收而呈现出降低腹泻指数的良好效果。此外,也可以认为发酵豆粕中乳酸、益生菌等多种有益活性物质具有降低肉鸡腹泻指数的综合作用效果。试验组腹泻指数高于试验组,是由于采食过度、胃肠发育不完善所导致,但随消化器官发育完全,腹泻指数明显降低。试验组腹泻指数最低,可能是因饲料中易消化的营养物质恰好适应幼龄肉鸡消化道未发育完善的需求。同时饲料中的有益菌发挥活性作用,加强有益菌群的繁殖,增强了抗病力。可见发酵豆粕能改善肉鸡的肠道关系,降低腹泻,促进生长发育。

3.3 发酵豆粕对肉鸡血清生化指标的影响

3.3.1 发酵豆粕对肉鸡血清总蛋白含量的影响

血清总蛋白由肝脏合成,在某种程度上受饲料蛋白质的影响,血清总蛋白含量的高低直接反映出饲料状况和动物生长发育及生理状态。在一定范围内血清总蛋白含量升高,表明肝脏合成加强,使其与组织蛋白质保持动态平衡的正向作用加强。试验组血清总蛋白含量显著高于对照组,说明肝脏对蛋白质正向合成作用较对照组强,分解代谢较低,加快体蛋白的沉积,促进生长。对照组的血清总蛋白含量低,表明肝脏合成蛋白的正向作用相对降低,其原因可能是饲料中较高比例的抗营养因子引起肠道中消化酶分泌不足,使

得消化吸收不完全,促使体蛋白分解代谢以保持与组织蛋白质的动态平衡,导致血清总蛋白浓度下降。因此,添加发酵豆粕有利于提高采食量,提高血清总蛋白含量,保持与组织蛋白质的正向动态平衡作用加强,促进肉鸡生长。

3.3.2 发酵豆粕对肉鸡血清白蛋白含量的影响

白蛋白是由肝脏合成,分子量为66450,约占血浆总蛋白的40%~60%,主要生理功能是维持血管胶体渗透压、作为内源氨基酸的营养源和一种载体起运输及贮存的重要作用。血清白蛋白也是参与机体免疫机能的血清蛋白,是衡量肝脏功能和机体营养状况的重要指标。试验各组血清白蛋白浓度较对照组升高,说明添加发酵豆粕对提高机体免疫力有积极作用,从而保证机体正常代谢,降低发病率,其内在机理及特异性免疫的关系有待进一步研究。

3.3.3 发酵豆粕对肉鸡血清尿酸含量的影响

尿酸是禽类蛋白质代谢的终产物,尿酸水平的高低是反映机体的营养状况及蛋白质代谢水平的一个很灵敏的参考指标,能直接反映动物体内蛋白质分解代谢水平(Scott等,1982)。一般来说,血清中尿酸含量降低表明蛋白质分解代谢下降,形成氮的正平衡,最终使动物肌肉蛋白沉积增加^[14]。本试验中,试验组血清中尿素氮含量最低,可能是饲料中完整蛋白和游离氨基酸完全满足了肉鸡体蛋白合成的需要,采食量增加,形成正氮平衡,氮沉积率升高,脱氨基代谢率相对较低,氮的排出量少于摄入量,血液中尿酸含量低。对照组血清尿素氮含量较高,这与豆粕中各种抗营养因子浓度较高及高含量寡糖有关,采食量下降导致蛋白质摄入不足,体内蛋白质消耗多于补充,形成氮的负平衡,脱氨基代谢率相对升高,氮的排出量多于摄入量,血液尿酸含量增高。这表明发酵豆粕能够有效地促进肉鸡对蛋白质的利用。

3.3.4 发酵豆粕对肉鸡血清葡萄糖含量的影响

Mayer J(1953)提出了“血糖稳衡理论”,该理论认为动物采食后,血糖浓度上升,触发葡萄糖受体,使动物食欲受到抑制,从而使动物产生饱感,采食停止,这种作用机制在单胃动物上比较明显^[15]。Nelssen等(1985)发现,采食水平、营养因素影响血清葡萄糖浓度^[16]。本试验中对照组血清葡萄糖浓度高于试验组、组,则动、静血糖浓度差升高,触发葡萄糖受体,使动物食欲受到抑制,采食停止。反过来说明与对照组饲料含有较高比例抗营养因子,引起采食量下降的结论相一致。

4 结论

发酵豆粕可以提高肉鸡的日采食量、日增重,降低料肉比和腹泻率,血清中总蛋白、白蛋白含量略有

微生物益生菌粉在肉鸡日粮中的应用效果

赵新海 朱会林 于雅芝

1 材料与分组

试验用鸡:选择北京“艾维茵”0~56日龄的肉鸡,共计1600只。

“微生物益生菌粉”辽宁省微生物研究所生产,粗蛋白40.55%、总菌数135亿个/g、酵母菌总数35亿个/g。

试验分组与添加量:将试验用鸡随机分成A、B、C、D 4组,每组400只,各组的基础日粮中,分别添加不同的“微生物益生菌粉”替代等量的豆粕,其比例分别为0、2%、3%、5%。A组(对照组)日粮成分及营养水平见表1。

2 试验地点

在朝阳市饲料研究所示范场进行试验。

3 饲养方式

各组鸡均采用一致的较粗放的饲养管理条件,地面平养,砖面上铺5cm厚锯末,自然通风,全程自由饮用凉开水。最初3d育雏温度为32~34℃,同时根据鸡群的状况,随日龄增加适当降低舍内温度,但环境温度不低于18℃;每天光照时间在20~22h之间,夜间舍内用60W的白炽灯照明。0~3日龄将料均匀撒在塑料布上喂食,日喂8次,每次间隔3h,从4日

龄改为自由采食,0~21日龄采用雏鸡料,22日龄后改用大鸡料。

表1 对照组日粮配方组成及营养水平

项目	0~3周	4~8周
原料组成(%)		
玉米	62.45	66.26
豆粕	32.70	26.50
棉粕	-	2.00
鱼粉	3.50	3.00
植物油	0.60	1.50
罗维2305	0.55	0.50
蛋氨酸	0.10	0.12
金霉素(15%)	0.05	0.06
盐霉素	0.05	0.06
营养水平		
代谢能(MJ/kg)	12.08	12.41
Ca(%)	0.89	0.90
有效磷(%)	0.45	0.43
蛋氨酸(%)	0.45	0.44

消毒及免疫程序:鸡入室前,室内铺好垫料及全部用具放入舍内用3倍量福尔马林熏蒸消毒;2~3d清洗食槽及饮水器,3~5d用多浓碘带鸡喷雾消毒;7、30日龄滴鼻点眼新城疫疫苗,14、24日龄滴口法氏囊苗。

4 试验方法

4.1 称重时间与方法

每间隔7d进行1次称重。用天平逐只称重确定0~2周每组鸡重,取平均值;3~7周每组用盘秤随机称重100只鸡,取平均值;8周称各组鸡群总重量,取平均值。

赵新海,辽宁省微生物科学研究院,122000,辽宁省朝阳市双塔区文化路二段22号。

朱会林,朝阳市动物疫病预防控制中心。

于雅芝,朝阳市饲料研究所饲料厂。

收稿日期:2007-07-23

提高,降低血清中尿酸和葡萄糖含量。本试验以添加10%的发酵豆粕为最佳。

参考文献

- 刘春雪,李绍章,黄少文等.发酵豆粕配制抗断奶应激仔猪饲养试验[J].湖北畜牧兽医,2005,5:15~17
- 潘木水,付畅国,周凤珍.断奶仔猪日粮中发酵豆粕替代乳粉的研究[J].广东饲料,2005,14(4):30~31
- Maynard L A, et al. Animal nutrition. Mc Graw- Hill Book Company. New York, 1979. 32~33
- 陈代文,唐仁勇.仔猪营养研究进展及无公害化饲养与饲料配制[J].饲料工业,2003,9:23~25
- Jensen. Are peptides needed for optimum animal nutrition [J]. Feed management, 1991, 114: 1122~1129
- Kephart, Sheritte. Performance and Nutrient balance in growing swine fed low-protein diet supplemented with amino acids and potassium [J]. Anim Sci., 1990, 68(7): 1999~2008
- 李富伟,蔡辉益. 肽对肉鸡生长性能的影响及其生理机理研究[J]. 动物营养学报, 2005, 17(1): 40~44
- Webb K E J r. Intestinal absorption of protein hydrolysis products: A

Review [J]. Anim. Sci., 1990, 68: 3 011~3 022

- Colnago G L, et al. Effect of responses of starting broiler chicks to incremental reduction in intact protein on performance during the grower phase [J]. Poul. Sci., 1991, 70(Abstr.)
- Pinchasov Y, et al. broiler chicken response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids [J]. Poul. Sci., 1990, 69: 1 950~1 955
- Mendonca C X J r, Jensen L S. Influence of valine level on performance of older broilers fed a low protein diet supplemented with amino acids [J]. Nutr. Rep. Inter., 1989, 40: 247~252
- 李富伟,蔡辉益. 日粮中肽和氨基酸比例对肉鸡生长性能和生理生化指标的影响 [J]. 中国饲料, 2006, 16: 18~21
- 陈代文. 补料及开食料中不同种类蛋白质对仔猪过敏反应及腹泻程度的影响 [J]. 畜牧兽医学报, 1995, 26(3): 200~206
- 刘杰,韩正康. 粗酶制剂添加于大麦日粮中对鸡生长和血液生化值的影响 [J]. 动物营养学报, 1999, 11(2): 30~37
- 杨凤主编. 动物营养学(第二版). 中国农业出版社, 2001. 206
- Nelssen J L, et al. Effect of dietary energy intake during lactation on performance of primiparous sows and the litters [J]. J. Anim. Sci., 1985, 61(5): 1 164~1 171

(编辑:高雁, snowyan78@tom.com)