

商云霞,朱晓庆,谷新利,等. 中药复方多糖对鸡红细胞免疫功能和 SOD 活性的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):214-217.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.04.078

# 中药复方多糖对鸡红细胞免疫功能和 SOD 活性的影响

商云霞,朱晓庆,谷新利,李效振,乔海博,贾书红,张东升

(石河子大学动物科技学院,新疆石河子 832000)

**摘要:**将 300 羽雄性良凤青脚麻鸡随机分为 6 组,即对照组、盐酸左旋咪唑组、黄芪多糖组、高、中、低剂量一定纯度中药复方多糖组,每组 50 羽。分别于 8 日龄皮下注射生理盐水及盐酸左旋咪唑、黄芪多糖和不同剂量的一定纯度中药复方多糖,连续 7 d,在免疫后 8、14、21、35、42 d 采血,测定外周血中红细胞  $C_3b$  受体花环率、红细胞免疫复合物花环率、SOD 含量。试验结果表明,黄芪多糖和一定纯度中药复方多糖均能显著升高红细胞 -  $C_3b$  花环率和红细胞 - IC 花环率,增强 SOD 活性,最佳纯度中药复方多糖组免疫效果优于黄芪多糖,以中剂量中药复方多糖效果最好。

**关键词:**鸡;中药复方多糖;黄芪多糖;盐酸左旋咪唑;红细胞免疫功能;超氧化物歧化酶

**中图分类号:** S858.312.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)04-0214-03

中医药与免疫学的关系极为密切。我国古代就已认识到疾病的发生和机体的抵抗力(免疫力)密切相关,在世界上最早应用免疫学的方法防治疾病。免疫学对中医药的发展具有极其重要的推动作用,在阐明中医药防病、治病机理,研究中药有效成分,提高中药临床疗效等方面都具有十分重要的意义。随着现代免疫学和分子生物学的发展,人们发现许多中草药中的多糖成分能通过促进淋巴细胞增殖、转化和抗体生成,增加红细胞数量,升高红细胞 -  $C_3b$  花环率、红细胞 - IC 花环率及红细胞补体受体 1(CR1)数量和活性等方式来提高机体免疫力,改善机体免疫状态。并且红细胞上的多种免疫相关的物质,如超氧化物歧化酶(SOD)、CR1、CR3<sup>[1]</sup>等分工合作,使红细胞具有识别、黏附、浓缩抗体和清除免疫复合物、增加 LAK 细胞数量、激活 NK 细胞,参与机体免疫调控作用<sup>[2]</sup>。与此同时,从中草药提取的粗提物中含有大量杂质,影响在应用时的稳定性<sup>[3]</sup>。本研究通过比较已证实能增强小鼠免疫力的经 AB-8 大孔吸附树脂吸附解吸附后得到的对小鼠免疫增强效果最好的一定纯度中药复方多糖(cCHMPS)、单味中药多糖黄芪多糖(APS)、人工合成免疫增强剂盐酸左旋咪唑(LM)对鸡红细胞  $C_3b$  受体花环率、红细胞免疫复合物花环率和 SOD 活性的动态变化,为筛选出一定纯度中药复方多糖的最适免疫增强剂量提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 药物

中药复方由党参、山植、熟地、川芎、何首乌、当归等 11 味中药组成,各单味药均购自新疆石河子市医药公司;中药复方多糖粗提物是从中药复方中采用水提-醇沉法提取。纯化后中药复方多糖是中药复方多糖粗提物经 AB-8 大孔吸附树脂吸附解吸附后获得。多糖含量采用苯酚-硫酸法测定,纯

化后中药复方多糖的含糖量为 77.10%。用灭菌蒸馏水将纯化后中药复方多糖配制成高、中、低(50、25、12.5 mg/mL)3 个剂量浓度,经 0.22  $\mu\text{m}$  微孔滤膜滤过后 4  $^{\circ}\text{C}$  储存备用;黄芪多糖由石河子大学化工学院采用水提-醇沉法提取,含糖量为 29.42%,用灭菌蒸馏水配制成 25 mg/mL 的剂量浓度,经 0.22  $\mu\text{m}$  微孔滤膜滤过后 4  $^{\circ}\text{C}$  储存备用;盐酸左旋咪唑注射剂购自上海申亚动物保健品有限公司;鸡新城疫疫苗(La Sota 株和 CS2 株)购自新疆石河子市八师兽医站;冻干补体致敏酵母多糖和未致敏酵母多糖由第二军医大学长海医院免疫室提供;鸡超氧化物歧化酶试剂盒(ELISA)购自上海蓝基生物科技有限公司。

### 1.2 动物及分组

一定纯度中药复方多糖组(1)高剂量(cCHMPS<sub>H</sub> 50 mg/mL);(2)中剂量(cCHMPS<sub>M</sub> 25 mg/mL);(3)低剂量(cCHMPS<sub>L</sub> 12.5 mg/mL);(4)黄芪多糖组(25 mg/mL APS);(5)盐酸左旋咪唑组 50 mg/mL LM 唑;(6)生理盐水组(对照)。1 日龄雄性良凤青脚麻鸡由新疆石河子市某养鸡场提供,临床检查健康。将试验鸡于 7 日龄时随机分为 6 组,每组 50 羽。于 8 日龄分别皮下注射,0.2 mL/羽,连续注射 7 d。

所有试验鸡于 7 日龄时用鸡新城疫活疫苗(La Sota 株)滴鼻、点眼免疫,27 日龄用鸡新城疫疫苗(CS2 株)进行二免。

### 1.3 饲养管理

饲料购自新疆天康饲料厂,0~4 周龄,饲料中粗蛋白质 $\geq 20.0\%$ 、粗纤维 $\leq 4.5\%$ 、钙 0.80%~1.30%、总磷 $\geq 0.60\%$ 、食盐 0.30%~0.80%;5~8 周龄,饲料中粗蛋白质 $\geq 19.0\%$ 、粗纤维 $\leq 5.5\%$ 、钙 0.70%~1.20%、总磷 $\geq 0.60\%$ 、食盐 0.30%~0.80%。

6 组鸡采用相同的饲养方法、饲养条件、环境、饲料品质及饲养管理进行常规饲养。

### 1.4 试验方法

1.4.1 红细胞  $C_3b$  受体花环率测定 每组随机抽取 5 羽试验鸡,于免疫后 8、14、21、28、35、42 d 翅静脉采血 0.1 mL,按照文献[4-6]方法进行致敏酵母多糖和红细胞悬液的制备,红细胞  $C_3b$  受体花环数的计数和红细胞  $C_3b$  受体花环百分率

收稿日期:2014-12-17

基金项目:国家自然科学基金(编号:30960291)。

作者简介:商云霞(1965—),女,新疆奎屯人,高级实验师,研究方向为动物疫病防治。E-mail:shangyunxia@shzu.edu.cn。

的计算。

1.4.2 红细胞 IC 花环率测定 把“1.4.1”节中的致敏酵母多糖改为酵母多糖,其他操作相同,计算出红细胞 IC 花环百分率。

1.4.3 超氧化物歧化酶(SOD)含量测定 每组随机抽取 5 羽试验鸡,于免疫后 8 d 心脏采血,14、21、28、35、42 d 翅静脉采血,常规分离血清。用 SOD ELISA 检测试剂盒在酶标仪 450 nm 处检测 D 值,并绘制标准曲线,根据标准曲线计算鸡 SOD 的浓度。

1.5 数据分析

各项免疫指标数据结果以“平均数±标准差”(x±s)表示,用 SPSS 13.0 进行单因素方差分析和多重比较。

2 结果与分析

表 1 不同处理红细胞 C<sub>3</sub>b 花环率的动态变化

处理	首免后不同时间红细胞 C <sub>3</sub> b 花环率(%)					
	8 d	14 d	21 d	28 d	35 d	42 d
cCHMPS <sub>H</sub>	6.63 ± 0.28bA	7.20 ± 0.72abAB	8.03 ± 0.42bcAB	7.90 ± 0.53abcABC	7.80 ± 0.26bcAB	7.43 ± 0.09cC
cCHMPS <sub>M</sub>	6.70 ± 0.25bA	8.07 ± 0.23bB	8.93 ± 0.32cB	8.63 ± 0.43cBC	8.73 ± 0.66cB	7.77 ± 0.44cC
cCHMPS <sub>L</sub>	6.23 ± 0.20abA	7.10 ± 0.53abAB	7.90 ± 0.32bcAB	8.17 ± 0.50bcABC	7.60 ± 0.29abcAB	7.33 ± 0.54cC
APS	6.17 ± 0.50abA	7.30 ± 0.53abAB	7.70 ± 0.52abAB	7.90 ± 0.12abcABC	7.37 ± 0.09abAB	7.00 ± 0.06bcBC
LM	5.60 ± 0.32aA	6.30 ± 0.25aB	6.77 ± 0.19aA	7.30 ± 0.47abAB	6.23 ± 0.64aA	5.63 ± 0.12abAB
对照	5.47 ± 0.23aA	6.07 ± 0.22aA	6.67 ± 0.34aA	6.73 ± 0.33aA	6.30 ± 0.46aA	5.40 ± 0.47aA

注:同列数据后小写、大写字母不同者分别表示差异显著(P<0.05)、极显著(P<0.01)。表 2、表 3 同。

2.2 红细胞 IC 花环率的动态变化

不同日龄雏鸡红细胞免疫复合物(RBC-IC)花环率测定结果见表 2。由表 2 可知,不同处理均能不同程度地提高鸡 RBC-IC 花环率。首免后 8 d,cCHMPS<sub>M</sub> 组 RBC-IC 花环率显著高于对照组和 LM 组;首免后 14 d,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组、LM 组和 APS 组,显著高于 cCHMPS<sub>L</sub> 组;首免后 21 d,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组和 LM 组,显著高于 APS 组,cCHMPS<sub>H</sub> 组和 cCHMPS<sub>L</sub> 组极显著高于对照组和 LM

2.1 红细胞 C<sub>3</sub>b 花环率的动态变化

不同日龄雏鸡红细胞 C<sub>3</sub>b 受体(RBC-C<sub>3</sub>b)花环率测定结果见表 1。由表 1 可知,不同处理均能不同程度地提高鸡 RBC-C<sub>3</sub>b 花环率。并且首免后 8 d,cCHMPS<sub>M</sub> 组、cCHMPS<sub>H</sub> 组 RBC-C<sub>3</sub>b 显著高于对照组和 LM 组;首免后 14 d,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组,显著高于 LM 组;首免后 21 d,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组和 LM 组,显著高于 APS 组,cCHMPS<sub>H</sub> 组、cCHMPS<sub>L</sub> 组显著高于对照组和 LM 组;首免后 28 d,cCHMPS<sub>L</sub> 组显著高于对照组,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组,显著高于 LM 组;首免后 35 d,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组和 LM 组,显著高于 APS 组,cCHMPS<sub>H</sub> 组显著高于对照组和 LM 组;免疫后 42 d,APS 组极显著高于对照组,显著高于 LM 组,各剂量 cCHMPS 组均极显著高于对照组和 LM 组。

组;首免后 28 d,APS 组显著高于对照组,cCHMPS<sub>L</sub> 组显著高于对照组和 LM 组,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组和 LM 组,显著高于 cCHMPS<sub>L</sub> 组和 APS 组,cCHMPS<sub>H</sub> 组极显著高于对照组和 LM 组;首免后 35 d,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组和 LM 组,cCHMPS<sub>H</sub> 组显著高于对照组;首免后 42 d,APS 组显著高于对照组,cCHMPS<sub>L</sub> 组显著高于对照组和 LM 组,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组和 LM 组,cCHMPS<sub>H</sub> 组显著高于对照组。

表 2 不同处理红细胞 IC 花环率的动态变化

处理	首免后不同时间红细胞 IC 花环率(%)					
	8 d	14 d	21 d	28 d	35 d	42 d
cCHMPS <sub>H</sub>	8.63 ± 0.35abA	9.53 ± 0.28abcAB	10.63 ± 0.46bcB	10.80 ± 0.32abcABC	9.67 ± 0.43bcAB	8.83 ± 0.38bcAB
cCHMPS <sub>M</sub>	8.93 ± 0.23bA	10.70 ± 0.46cB	11.10 ± 0.36cB	11.73 ± 0.61cC	10.43 ± 0.33cC	9.87 ± 0.17cC
cCHMPS <sub>L</sub>	8.47 ± 0.28abA	9.27 ± 0.33abAB	10.33 ± 0.30bcB	10.17 ± 0.23cAB	9.40 ± 0.67abcABC	9.10 ± 0.12ccAB
APS	8.10 ± 0.36abA	8.83 ± 0.52aA	9.67 ± 0.43abAB	9.97 ± 0.47abcABC	9.27 ± 0.19abcABC	8.93 ± 0.35bcAB
LM	7.93 ± 0.33aA	8.53 ± 0.34aA	8.80 ± 0.31aA	8.93 ± 0.43abAB	8.40 ± 0.72abAB	8.03 ± 0.48abAB
对照	7.77 ± 0.23aA	8.37 ± 0.44aA	8.63 ± 0.24aA	8.67 ± 0.15aA	8.17 ± 0.32aA	7.67 ± 0.39aA

2.3 SOD 活性的动态变化

不同日龄雏鸡血清中 SOD 含量结果见表 3。由表 3 可知,首免后 14 d,APS 组中 SOD 含量极显著高于其他各组,cCHMPS<sub>H</sub> 组显著高于 LM 组,cCHMPS<sub>M</sub> 组显著高于对照组和 LM 组;首免后 21 d,APS 组极显著高于对照组、LM 组,显著高于 cCHMPS<sub>H</sub> 组和 cCHMPS<sub>L</sub> 组,cCHMPS<sub>H</sub> 组、cCHMPS<sub>L</sub> 组显著高于对照组和 LM 组,cCHMPS<sub>M</sub> 组极显著高于对照组和 LM 组;首免后 28 d,不同多糖组均极显著高于对照组和 LM 组,cCHMPS<sub>M</sub> 组显著高于 APS 组和 cCHMPS<sub>L</sub> 组;首免后

35 d,各剂量 cCHMPS 组极显著高于其他各组;首免后 42 d,各剂量 cCHMPS 组极显著高于其他各组,cCHMPS<sub>H</sub> 组和 cCHMPS<sub>M</sub> 组显著高于 cCHMPS<sub>L</sub> 组。

3 讨论与结论

3.1 LM、APS 和 cCHMPS 对雏鸡红细胞免疫功能的影响

Nelson 发现红细胞具有免疫黏附作用<sup>[7]</sup>后,西方国家随即对其进行了深入研究。1981 年 Siegel 等在前人研究的基础上发现了红细胞的多种免疫功能,提出了“红细胞免疫系

表 3 不同处理组 SOD 含量的动态变化

处理	首免后不同时间 SOD 含量(μg/mL)					
	8 d	14 d	21 d	28 d	35 d	42 d
cCHMPS <sub>H</sub>	56.29 ± 2.63aA	67.69 ± 4.34abAB	75.59 ± 4.18bcABC	91.03 ± 2.54bcB	141.27 ± 13.96bB	173.88 ± 8.69cC
cCHMPS <sub>M</sub>	56.36 ± 2.16aA	68.52 ± 2.88bAB	78.66 ± 2.55cdBC	93.29 ± 3.97cB	154.21 ± 14.59bB	176.22 ± 11.95cC
cCHMPS <sub>L</sub>	60.64 ± 3.23aA	66.57 ± 2.18abAB	74.40 ± 2.41bcABC	82.75 ± 3.85bB	140.41 ± 10.91bB	144.85 ± 6.82bBC
APS	64.26 ± 4.84aA	82.24 ± 1.79cC	88.66 ± 3.24dC	82.21 ± 4.57bB	77.21 ± 1.77aA	64.48 ± 2.12aA
LM	56.42 ± 2.47aA	57.01 ± 2.65aA	63.62 ± 3.46aA	65.43 ± 2.66aA	67.22 ± 2.36aA	59.32 ± 3.21aA
对照	54.91 ± 4.15aA	57.92 ± 1.83abAB	59.46 ± 1.97aA	60.73 ± 1.11aA	61.45 ± 1.37aA	59.60 ± 2.70aA

统”的概念<sup>[8]</sup>,从而更新了人们对红细胞功能的认识,促进了红细胞免疫研究工作的迅速发展。众多研究表明,红细胞具有清除循环免疫复合物、增强吞噬细胞的吞噬功能、调控 T 淋巴细胞和淋巴因子、识别、储存和提呈抗原等作用<sup>[9-10]</sup>。红细胞的这些免疫功能主要是通过免疫黏附来实现,红细胞膜上的 CR1(即 C<sub>3</sub>b 受体)是免疫黏附的物质基础,因此判断红细胞免疫功能的主要指标为 CR1 活性。郭峰在红细胞免疫的基础理论和应用研究方面取得了许多突破性进展,建立了一系列红细胞免疫功能的监测方法<sup>[5]</sup>。目前常用 C<sub>3</sub>b 受体花环试验、红细胞免疫复合物(IC)花环、血清红细胞免疫黏附促进因子测定等方法测定红细胞膜上 CR1 活性。研究表明,许多中药复方制剂和多糖可显著提高红细胞免疫水平<sup>[11-13]</sup>。本试验发现,高、中、低剂量一定纯度中药复方多糖、黄芪多糖组与对照组相比,均能提高雏鸡红细胞 - C<sub>3</sub>b 受体花环率和红细胞 - IC 受体花环率,增强红细胞膜上 C<sub>3</sub>b 活性,并且中剂量一定纯度中药复方多糖组的效果最佳。而盐酸左旋咪唑组与对照组相比无明显差别,原因可能是盐酸左旋咪唑具有促进免疫细胞增殖,增强机体抗体水平等免疫调节作用,而对红细胞无明显免疫调节作用。

3.2 LM、APS 和 cCHMPS 对雏鸡抗氧化能力的影响

动物机体在生命活动的氧化代谢过程中不断产生各种活性氧自由基,它们独立存在含有 1 个或多个不成对电子或分子<sup>[14]</sup>。正常情况下,机体内活性氧自由基的产生和消除保持着一种动态平衡,当该平衡一旦被打破,机体内急剧积累的氧自由基便会对细胞产生巨大的破坏作用,使核酸主键断裂、氢键破坏、蛋白质失活和降解,脂质发生过氧化等<sup>[15]</sup>,导致细胞坏死、细胞程序性死亡、过敏反应、癌变或其他病理过程<sup>[16]</sup>。SOD 是活性氧清除反应过程中第一个发挥作用的抗氧化酶,它可将超氧物阴离子自由基快速歧化为过氧化氢(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)和分子氧,之后 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 在过氧化氢酶(CAT)、各种过氧化物酶(如 APX)和抗坏血酸谷胱甘肽循环系统的作用下转变为水和分子氧,在保护细胞免受氧化损伤过程中具有十分重要的作用<sup>[17]</sup>。血液中 SOD 活性的高低可间接反映机体清除活性氧自由基的能力,用来衡量机体抗氧化作用的大小。试验证明,植物多糖能通过提高体内抗氧化酶活性来发挥抗氧化作用<sup>[18]</sup>,左旋咪唑能通过体内的代谢产物(d)-2-氧-3(-2-硫乙基)-5-苯丙硫咪唑啉(OMPI)与活细胞内的氧化产物结合,清除活性氧自由基,起到保护细胞的作用<sup>[19]</sup>。本试验结果表明,高、中、低剂量一定纯度中药复方多糖、黄芪多糖与对照相比,均能显著提高雏鸡血清中 SOD 含量。表明纯化后的中药复方多糖和黄芪多糖均具有明显抗氧化活性,本结论与徐小芳等报道的中药复方多糖和黄芪多糖均能显著升高

血清中 SOD 含量,提高鸡抗氧化能力的试验结果<sup>[20]</sup>一致。而盐酸左旋咪唑对雏鸡血清中 SOD 含量影响不大,可能其抗氧化机制与代谢产物 OMPI 有关,而与提高机体 SOD 含量无关。

本试验通过 LM、APS 和 cCHMPS 对红细胞免疫功能和 SOD 活性的比较,验证了中药多糖能够通过增强红细胞免疫黏附力和 SOD 活性提高机体抵抗病原的能力。总体而言,各剂量一定纯度中药复方多糖,尤其是中剂量一定纯度中药复方多糖的免疫增强效果均优于黄芪多糖,表明中药复方多糖各组分间有协同增效作用,可大大提高中药复方多糖的免疫活性,多糖的生物活性不是剂量越大越好,提高剂量并不能增强其免疫活性。

参考文献:

[1]谷新利,罗 燕,邵永斌. 红细胞免疫在中医药学上的研究进展[J]. 畜牧兽医科技信息,2004(10):8-9.

[2]陶大勇. 枸杞多糖的免疫调节作用[J]. 安徽农业科学,2007,35(22):6816-6818.

[3]Kong X F,Hu Y L,Rui R,et al. Effects of Chinese herbal medicinal ingredients on peripheral lymphocyte proliferation and serum antibody titer after vaccination in chicken[J]. International Immunopharmacology,2004,4(7):975-982.

[4]郭 峰,钱宝华,张乐之. 现代红细胞免疫学[M]. 上海:第二军医大学出版社,2002:1-113.

[5]郭 峰,钱宝华. 红细胞天然免疫功能及其测定方法[J]. 现代医学仪器与应用,2003,15(2):1-4.

[6]钟妮娜,李 超,殷中琼,等. 青刺果多糖对鸡红细胞免疫及外周血淋巴细胞免疫功能的影响[J]. 安徽农业科学,2007,35(31):9937-9938.

[7]Nelson R A. The immune adherence phenomenon[J]. Science,1953,118:773.

[8]Siegel I,Liu T L,Gieicher N. The red-cell immune system[J]. Lancet,1981,12(2):556-559.

[9]徐海花,牛钟相,张万福,等. 红细胞免疫功能的研究进展[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2004,35(1):150-153,158.

[10]翟 瑄,夏佐中. 红细胞免疫功能研究进展[J]. 重庆医学,2008,37(20):2365-2367.

[11]杨海燕,张传美,汤 薇,等. 中药复方制剂对鸡红细胞免疫功能影响的研究[J]. 辽宁畜牧兽医,2004(5):8-10.

[12]王旭贞,李宏全,孙 杰. 黄芪多糖对接种 NDIV 雏鸡红细胞免疫功能的影响[J]. 中兽医医药杂志,2011,13(4):29-33.

[13]李星艳,罗 燕,谷新利. 中药复方多糖对鸡红细胞免疫功能的影响[J]. 上海畜牧兽医通讯,2008(4):30-31.

[14]俞慧红,竺巧玲,戴 飞,等. 多糖抗氧化作用的研究现状[J]. 食品研究与开发,2008,29(3):172-176.

李 佳,袁洪水,王 伟,等.棉籽饼脱酚饲料在肉鹅养殖中的应用效果[J].江苏农业科学,2015,43(4):217-219.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.04.079

# 棉籽饼脱酚饲料在肉鹅养殖中的应用效果

李 佳,袁洪水,王 伟,郝志敏,朱宝成

(河北农业大学生命科学学院,河北保定 071001)

**摘要:**利用前期试验成果制备的脱酚棉籽饼粉饲料产品,采用国标法测定其棉酚含量,并考察其在肉鹅饲养过程中的应用效果。试验结果表明:本实验室制备的脱酚棉籽饼粉饲料中棉酚残存量低于 10 mg/kg,符合我国规定的安全标准。以之代替常规饲料对肉鹅进行饲喂,所饲肉鹅与对照组相比,其生长发育、器官发育、血液指标等均未发现异常,说明采用本实验室制备的脱酚棉籽饼粉饲料饲喂肉鹅并未发现棉酚中毒现象。上述结果初步认定该饲料脱酚效果良好,符合应用于肉鹅养殖的饲用安全标准。

**关键词:**棉籽饼;游离棉酚;脱毒;饲料;肉鹅

**中图分类号:** S816.43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)04-0217-03

鹅是一种经济价值很高的食草水禽,耐粗饲,适应性强,生长快,饲料报酬率高。通常,农民养 1 羽肉用仔鹅可盈利 10~15 元<sup>[1]</sup>。因此,肉鹅养殖作为一项投入少、产出多、效益好、产品绿色、安全的致富项目,近年来在我国发展迅速,目前我国已成为世界上养鹅最多的国家之一。然而,随着我国畜牧业的发展,蛋白质饲料资源不足的问题日益突出。利用各种饼粕类物质代替原有蛋白质饲料资源,成为新的畜牧业饲料蛋白质来源逐渐成为解决上述问题的理想方法<sup>[2]</sup>。其中棉籽饼因其所含氨基酸种类丰富、比例合理而成为目前的研究热点之一<sup>[3-4]</sup>,然而棉籽饼中含有具有毒性的游离棉酚,制约了其在畜牧业中的应用<sup>[5]</sup>。生物发酵法因其在脱毒的同时还可提高棉籽饼营养价值和适口性,被普遍认为是目前成本较低、效果较好的脱毒方法<sup>[6-8]</sup>。在前期研究中,我们已成功制备棉籽饼粉脱毒饲料产品,在本试验中我们将研究该产品在肉鹅饲养过程中的实际应用效果,旨在为棉籽饼这一丰富优质的蛋白资源能早日高效安全地应用于肉鹅养殖业生产中提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

收稿日期:2014-06-09

基金项目:保定市科学研究与发展计划(编号:12ZN003、13ZN028)。

作者简介:李 佳(1982—),女,山西山阴人,硕士,讲师,研究方向为农牧微生物学。E-mail:qilan82@126.com。

通信作者:朱宝成,教授,博士生导师,主要从事农牧微生物学研究。

E-mail:zhu2222@126.com。

1.1.1 菌种来源 本课题组筛选得到的枯草芽孢菌(*Bacillus subtilis*)菌株 L-9 和酵母菌(*Saccharomyces cerevisiae*)菌株 C-4。

1.1.2 棉籽饼粉来源 普通压榨棉籽油饼:购自河北省保定市某榨油厂。棉籽饼粉:由上述棉籽油饼粉碎加工成为粒度为 10~12 目的颗粒,酚含量约为 2 200 mg/kg。

1.1.3 试验动物 肉鹅:孵化 5 d 的狮头鹅鹅苗,购自河北省保定市某孵化场。

### 1.2 试验方法

1.2.1 棉籽饼脱酚饲料产品的制备 在经粉碎、过筛等工序加工成的棉籽饼粉中加入 3% 的蔗糖,按 1:0.7 的料水比加水充分搅拌均匀,混入菌粉,酵母菌菌株 C-4 与芽胞杆菌菌株 L-9 的比例为 1:3,物料充分搅拌。常温发酵 15 d。

1.2.2 脱酚棉籽饼饲料棉酚残余量的测定 取发酵前后的饲料样品,采用国标法测定其中棉酚含量。

1.2.3 肉鹅饲喂试验 (1)雏鹅的选择与分组:选择 5 日龄体重相近的健康雏鹅 120 羽。按每小组 20 羽,公母各半,随机分组,每 3 组组成个大组,即设 3 个平行。第一组为试验组,第二组为对照组。试验组饲料:发酵棉籽饼粉饲料与常规饲料比例为 2:3;对照组饲喂常规饲料。

(2)饲喂期管理:预饲期为 5 d,饲喂期为 75 d。预饲期各组雏鹅均饲喂常规饲料,使试验雏鹅适应环境。日常管理则按照农场常规管理模式对试验雏鹅进行管理<sup>[9-10]</sup>。

(3)测定指标。分别对不同组所饲肉鹅的生长性能指标、内脏发育指标、血液指标和饲料中粗蛋白质与粗脂肪等营养物质的利用率进行测定。生长性能指标:在饲喂期记录各

[15] 吕厚东,李荣华. 活性氧自由基与免疫应答[J]. 生物学通报, 1995,30(6):25.

[16] Mates J M. Francisca Sanchez-Jimenez. antioxidant enzymes and their implications in pathophysiologic processes[J]. Frontiers in Bioscience, 1999,4:339-345.

[17] 马旭俊,朱大海. 植物超氧化物歧化酶(SOD)的研究进展[J]. 遗传,2003,25(2):225-231.

[18] 魏炳栋,于 维,陶 浩,等. 黄芪多糖对 1~14 日龄肉仔鸡生长性能、脏器指数及抗氧化能力的影响[J]. 动物营养学报, 2011,23(3):486-491.

[19] 李 振,许贵宝. 左旋咪唑的免疫调节作用及在动物生产上的应用[J]. 兽药与饲料添加剂,2006,11(1):13-15.

[20] 徐小芳,罗 燕,赵 民,等. 中药复方多糖对鸡抗氧化功能的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(2):706-713.