|  |  |
| --- | --- |
| 分类号：S831.5 | 密 级 ： |
| U D C ：636.5 | 学 号 ：2111102211 |

广 东 海 洋 大 学

硕 士 学 位 论 文

黄酮锌对肉仔鸡Th长性能及免疫指的影响

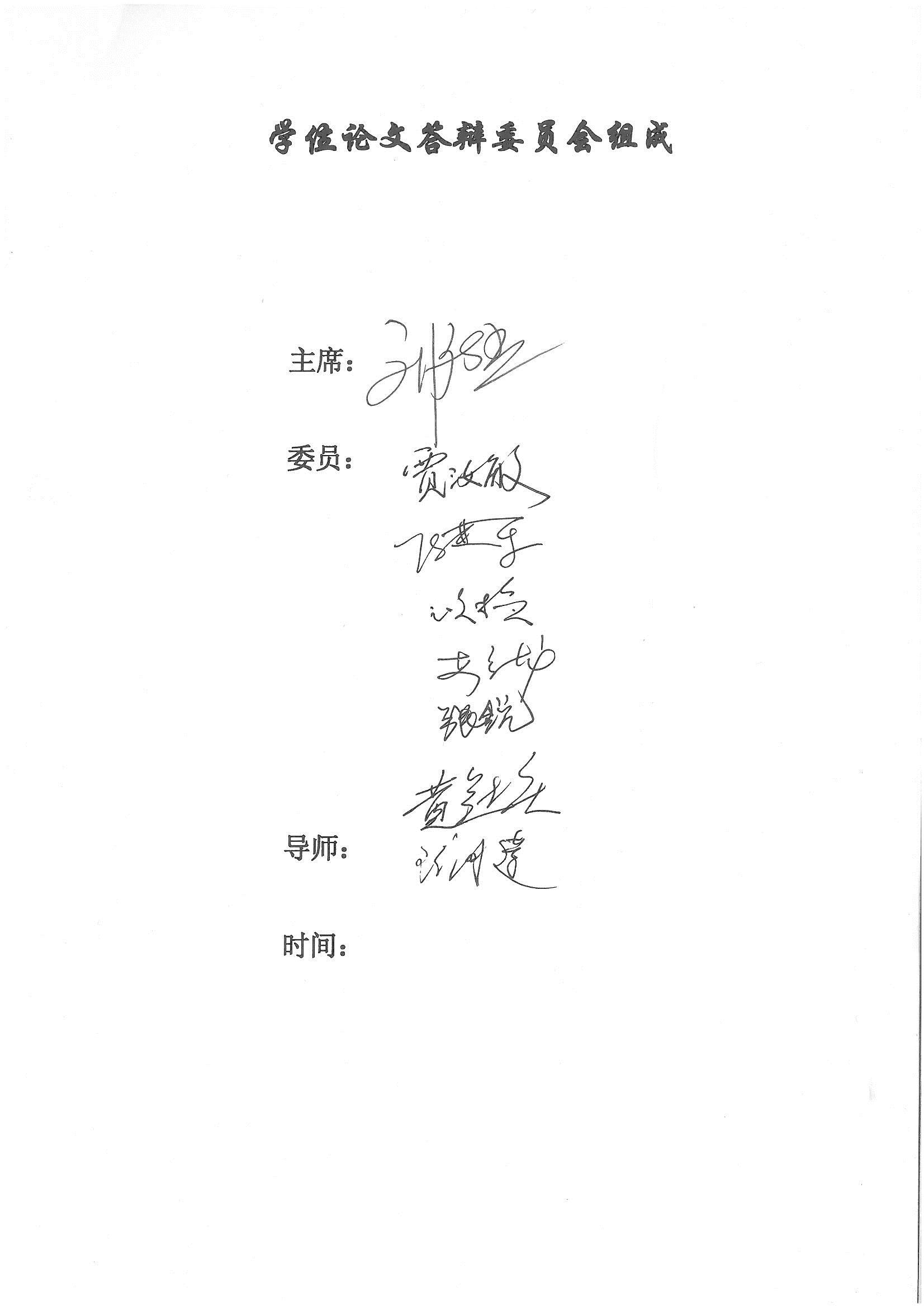
王喜红

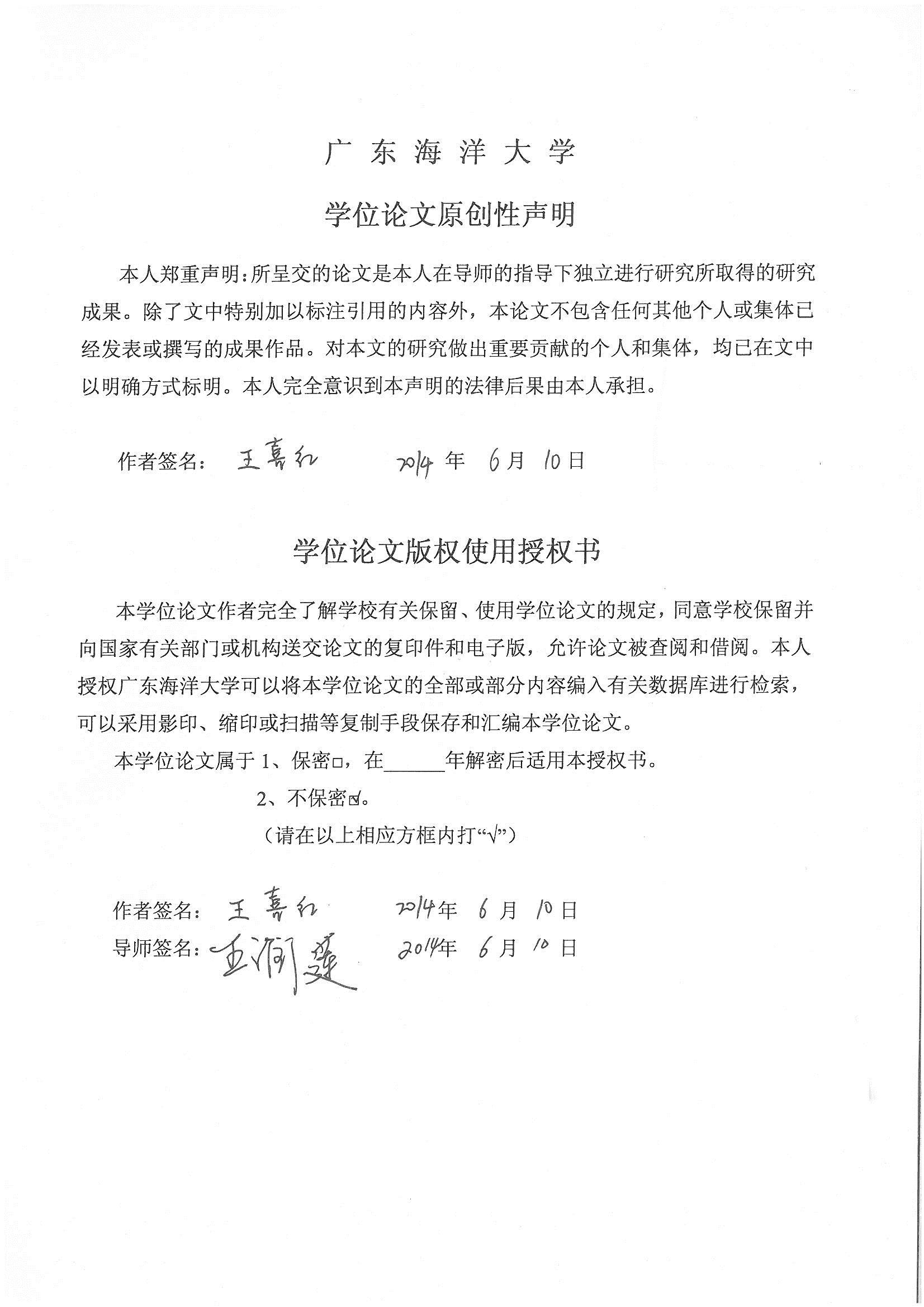
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 指 | 导 | 教 | 师：王润莲 教授 |
| 申 | 请 学 | 位 类 | 别：农学硕士 |
| 专 | 业 | 名 | 称：动物营养与饲料科学 |
| 研 | 究 | 方 | 向：动物营养与代谢调控 |
| 学 | 院 | 名 | 称：农学院 |

中国·湛江

2014 年 6 月

2014 年 6 月 7 号





# 黄酮锌对肉仔鸡Th长性能及免疫指标的影响

摘 要

本试验通过在肉仔鸡玉米-豆粕型饲粮中添加不同水平黄芩黄酮锌（简称黄酮锌）对肉仔鸡生长性能、血清生化指标、免疫功能、抗氧化指标、屠宰性能和肉品质及肠道菌群的影响，以评价黄酮锌产品对肉仔鸡的生长性能及免疫指标的影响，确定黄酮锌在肉仔鸡饲粮中的适宜添加水平。采用完全随机试验设计，将630只 1

日龄AA肉公鸡按体重随机分成7个处理组，每组6个重复，每个重复15只鸡。设定了1个空白对照组（0 mg/kg的黄酮锌）、1个黄芩黄酮组（添加180 mg/kg的黄芩黄酮有效成分）和1个抗生素组（20 mg/kg杆菌肽锌）及4个黄芩黄酮锌处理组（添加水平分别为60、120、180和240 mg/kg），共7个试验处理组，试验期42

天，分为1-21日龄和22-42日龄两个阶段。结果表明：

（1）试验各处理组对1-21日龄肉仔鸡生长性能各指标及22-42日龄平均日增重（ADG）、平均日采食量（ADFI）和死亡率均没有显著（*P*> 0.10）影响，但与空白对照组和黄芩黄酮组比，120 mg/kg黄酮锌组显著（*P*<0.10）降低了1-21日龄肉仔鸡死亡率，与其他黄酮锌组间差异不显著（*P*> 0.10）；22-42日龄耗料增重比（F/R）抗生素组与60、120 mg/kg黄酮锌组间差异不显著（*P*> 0.10），但显著（*P*<0.10）低于空白组和其他处理组。

（2）试验各处理组对42 日龄肉仔鸡腹脂率、腿肌失水率和腿肌b 值有显著

（*P*<0.10）影响，但对其他屠宰性能指标、肉品质各指标及免疫器官指数的影响均不显著（*P*> 0.10）。180 mg/kg的黄酮锌组腹脂率显著（*P*<0.10）低于240 mg/kg黄酮锌组和抗生素组，腿肌失水率显著（*P*<0.10）低于空白组，与其他组间差异不显著；120

mg/kg 黄酮锌组腿肌b 值显著（*P*<0.10）低于抗生素组，与其他组间差异不显著

（*P*> 0.10）；180 mg/kg黄酮锌处理组法氏囊指数最高，但差异不显著（*P*> 0.10）。

（3）试验各处理组除对42日龄肉仔鸡血浆IgM有显著（*P*<0.10）影响外，对

21和42日龄肉仔鸡的其他各项血清生化指标均无显著影响（*P*> 0.10）。

（4）试验各处理组对42日龄肉仔鸡肝脏中总超氧化物歧化酶（TSOD）和谷

胱甘肽过氧化物酶（GSH-PX）活性有显著（*P*<0.10）影响，而对42日龄肝脏中丙二醛（MDA）含量、42日龄胸肌及21、42日龄血浆各氧化指标均无显著（*P*>0.10）影响。180 mg/kg黄酮锌组肝脏中GSH-PX活性最高；抗生素组肝脏TSOD活性显著（*P*<0.10）高于空白组，而与黄酮锌各处理组及黄芩黄酮组间差异均不显著

（*P*> 0.10）。

（5）试验各处理组对21和42日龄肉仔鸡新城疫抗体滴度、T淋巴细胞转化率

和42日龄肉仔鸡禽流感抗体滴度均无显著影响（*P*> 0.10）。180 mg/kg黄酮锌处理组新城疫抗体滴度略高于空白组和其他各处理组，但差异不显著。

（6）试验各处理组对42日龄肉仔鸡盲肠中大肠杆菌、沙门氏菌、双歧杆菌及乳酸杆菌数量均无显著影响（*P*> 0.10），从数值上看，180 mg/kg黄酮锌处理组乳酸杆菌数量最多。

综上所述，建议1-21日龄肉仔鸡玉米-豆粕实用饲粮中黄酮锌添加水平为120 mg/kg; 22-42日龄玉米-豆粕实用饲粮中黄酮锌添加水平为180 mg/kg。

**关键词**：肉仔鸡； 黄酮锌； 生长性能； 免疫指标

**The Study on Performance and Immune Parameters of Skullcapflavone Zinc Complex on Broilers**

# **Abstract**

The experiment was conducted to investigate the influence of dietary supplemented with Skullcapflavone-Zinc Complex (referred to SZC) levels on growth performance, serum biochemical parameters, immune function, antioxidant indicators, carcass quality, muscle and intestinal flora in broilers for estimating the biological effectiveness of SZC, then determine proper SZC level of dietary in broilers. A total of 630 1-day-old male broilers were randomly assigned to 7 treatments, which consisted of 6 replicates with 15 birds in each using a completely randomized experimental design. Seven diets were prepared to 4 levels of SZC (60,120,180 and 240 mg/kg), Skullcapflavone group (180 mg/kg skullcapflavone), antibiotics control group (20 mg/kg bacitracin zinc) and control group, the trial period were divided into 1-21 and 22-42 old days .

Results showed that:

(1) There were no significant differences (*P*> 0.10) in ADG, ADFI and mortality for 1-21and 22-42 days. But, compared with the control group, the 120 mg/kg SZC level significantly (*P*<0.10) reduced the mortality of broilers during 1-21 days, also with other groups; the antibiotic significantly reduced significantly (*P*<0.10) the F/R of broilers during 22-42 days compared with other groups excluding 60,120 mg/kg SZC levels(*P*<0.10).

(2) There were no significant differences (*P*> 0.10) in slaughter performance, meat quality, and immune organ index but the abdominal fat, leg muscle loss and yellowness (*P*<0.10) for 42-day-old broilers, the abdominal fat in 180 mg/kg SZC level was significant (*P*<0.10) lower than 240 mg/kg and antibiotic group, also the leg muscle loss was significant (*P*<0.10) lower than other groups, which did not affected significantly (*P*> 0.10) each other; while, the yellowness in 120 mg/kg SZC level were significantly (*P*<0.10) lower than the antibiotic group, but not significant (*P*> 0.10) in other groups.

(3) The serum biochemical indicators were not influenced (*P*> 0.10) in broilers for 21 and 42 days but the IgM (*P*<0.10) for 42 old days.

(4) There were significant differences (*P*<0.10) in liver TSOD and GSH-PX activity but the content of MDA and plasma antioxidation indicators were not (*P*> 0.10) for 21 or 42 days. As see, the liver GSH-PX in 180 mg/kg of SZC was higher than others, also the

Liver SOD activity (*P*<0.10) higher in antibiotic group than control group, but not significant (P> 0.10) than others.

(5) There were no significant difference (*P*> 0.10) in Newcastle disease antibody titers, T lymphocyte transformation rate and avian influenza antibody titers for 21 or 42 days. 180 mg/kg SZC level looks better slightly, but not significant (*P*> 0.10).

(6) The number of E. coli, Salmonella, bifidobacteria and lactobacilli were not significantly affected (*P*> 0.10) for 42 old days, the number of lactobacilli in 180 mg/kg SZC level looks better than others.

In summary, 120 mg/kg SZC level was suggested for 1-21 day-old and 180 mg/kg was suggested in corn-soybean meal diet for broilers.

**Key Words:** broilers; Skullcapflavone zinc complex (SZC); Performance; Immune parameters

**英文缩略表**

**(Abbreviations)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **英文缩写** | **英文全称** | **中文名称** |
| SZC | Skullcapflavone zinc complex | 黄酮锌 |
| ADG | Average Daily Gain | 平均日增重 |
| ADFI | Average Daily Feed Intake | 平均日采食量 |
| F/R | Feed Conversation Rate | 耗料增重比 |
| MDA | Malondialdehyde | 丙二醛 |
| TSOD | Total Superoxide Dismutase | 总超氧化物歧化酶 |
| GSH-Px | Glutathione Peroxidase | 谷胱甘肽过氧化物酶 |

目 录

[黄酮锌对肉仔鸡Th长性能及免疫指标的影响](#_Toc686200443) 3

[摘 要](#_Toc686200444) 3

**[Abstract](#_Toc686200445)** 3

**[1](#_Toc686200446)** [绪论](#_Toc686200446) 6

[1.1 黄芩属植物](#_Toc686200447) 6

[1.2 黄芩](#_Toc686200448) 6

[1.3 黄酮类化合物](#_Toc686200449) 6

[1.3.1 黄酮类化合物结构及其化学成分](#_Toc686200450) 6

[1.3.2 黄酮类化合物提取工艺](#_Toc686200451) 6

[1.3.3 黄芩黄酮类化合物主要有效成分](#_Toc686200452) 6

[1.3.4 黄芩黄酮类化合物的Th物学活性](#_Toc686200453) 6

[1.4 锌及其螯合物](#_Toc686200454) 7

[1.4.1 锌的Th物学功能](#_Toc686200455) 7

[1.4.2 螯合锌研究现状及其在动物Th产中的应用研究](#_Toc686200456) 7

[1.5 黄酮金属配合物](#_Toc686200457) 7

[1.5.1 黄酮类金属配合物研究概况](#_Toc686200458) 7

[1.5.2 黄芩甙锌的Th物学活性](#_Toc686200459) 7

[1.5.3 黄酮锌在动物Th产中的研究和应用](#_Toc686200460) 7

[1.6 论文研究的立题依据和目的](#_Toc686200461) 8

[1.6.1 论文研究的立题依据](#_Toc686200462) 8

[1.6.2 论文研究的目的](#_Toc686200463) 8

[1.7 论文的研究内容与技术路线](#_Toc686200464) 8

[1.7.1 论文的研究内容](#_Toc686200465) 8

[1.7.2 技术路线](#_Toc686200466) 8

**[2](#_Toc686200467)** [试验研究](#_Toc686200467) 10

[2.1 材料与方法](#_Toc686200468) 10

[2.1.1 试验动物与饲养管理](#_Toc686200469) 10

[2.1.2 试验饲粮](#_Toc686200470) 10

[2.1.3 试验设计与处理](#_Toc686200471) 12

[2.1.4 样品采集与制备](#_Toc686200472) 12

[2.1.5 样品分析](#_Toc686200473) 12

[2.1.6 数据统计和处理](#_Toc686200474) 13

[2.2 结果与讨论](#_Toc686200475) 13

[2.2.1 不同水平黄酮锌对肉仔鸡Th长性能和死亡率的影响](#_Toc686200476) 13

[2.2.2 不同水平黄酮锌对肉仔鸡屠宰性能的影响](#_Toc686200477) 15

[2.2.3 不同水平黄酮锌对肉仔鸡肉品质的影响](#_Toc686200478) 16

[2.2.4 不同水平黄酮锌对肉仔鸡血清Th化指标的影响](#_Toc686200479) 18

[2.2.5 不同水平黄酮锌对肉仔鸡免疫器官的影响](#_Toc686200480) 19

[2.2.6 不同水平黄酮锌对肉仔鸡血浆、肝脏和胸肌抗氧化能力的影响](#_Toc686200481) 19

[2.2.7 不同水平黄酮锌对肉仔鸡抗体滴度和T淋巴细胞转化率的影响](#_Toc686200482) 24

[2.2.8 不同水平黄酮锌对肉仔鸡盲肠微Th物的影响](#_Toc686200483) 27

**[3](#_Toc686200484)** [结论及建议](#_Toc686200484) 28

[3.1 结 论](#_Toc686200485) 28

[3.2 创新点](#_Toc686200486) 28

[3.3 有待进一步研究的问题](#_Toc686200487) 28

[参考文献](#_Toc686200488) 28

[个人简介](#_Toc686200489) 33

[导师简介](#_Toc686200490) 33

# **1** 绪论

近年来，我国畜牧业已经由家庭副业逐渐发展为最具活力的支柱产业，畜牧养殖规模不断扩大，动物感染各种疾病的危险性也大大增加。为了预防动物疾病，促进畜禽的生长发育，提高生产性能和饲料利用率，养殖生产中长期、大量使用化学合成类药物、抗生素以及违禁激素类添加剂，其负面效应日益显现。畜禽机体产生的抗药性和药物残留等问题对人类健康和生态平衡构成威胁，造成严重的影响。具体有以下几个方面的危害：一是导致细菌产生抗药性，传染病难以控制；二是导致动物机体免疫力下降，对疫苗的的接种产生不良影响。三是因感染引起动物体内菌群失调；四是在畜产品和环境中造成残留，威胁人类健康及公共卫生安全。鉴于上述，生产“绿色禽畜产品”，预防疫病，降低并防止畜禽产生耐药性和化学药品在其体内的残留等，是当前畜禽业急需解决的问题。考虑到食品安全以及防治疾病，人们开始寻找“安全、高效、稳定、可控”的可用于畜禽饲料中的添加剂。

中草药添加剂因其来自天然、生产绿色，功能性强，毒副作用小，利于环保等诸多优点，成为了众多科研人员和养殖商户的极为关注的焦点[1]。中草药有效成分兼有药用和营养的双向作用，在畜禽生产中具有较高的应用价值。目前已知的中草药有效成分主要有蛋白质、氨基酸、糖类、维生素、油脂、各种微量元素以及大量的有机酸类，酶、多糖、生物碱、挥发油、鞣质等多种起促进生长和营养作用的活性物质[2]。全面理解和正确认识中药的有效成分并将中药中的有机成分和微量元素结合起来，也成为研究的热点。中药所含的多数有机成分含有羟基、羧基、羰基、氨基等基团可作为配体，大多微量元素可作为中心离子与有机分子形成配合物[3]，产生协同、拮抗或新的生物学作用。曹治权教授[4]通过一列的研究指出，中药中的有机成分和微量元素形成配合物后在仍能保持原有生物活性，而且产生新的生物活性的特性、提高某一成分的生物活性或降低其毒副作用。由此有机成分和金属离子的配合为传统中药的开发利用和新药研发提供方向。

中药黄芩主要有效成分黄酮类化合物是重要的典型代表，近年来对黄芩及其黄酮类化物合的药理学特性研究日益深入。黄酮类化合物因其特殊的空间结构满足形成配合物的条件，和某些金属离子具有很强的螯合作用，能够形成稳定的配位络合物。目前金属配合物研究中，对黄酮类配合物和金属离子锌配合而成的黄酮锌化合物研究较多，但其在畜牧业生产中的应用研究目前未见报道。在明确黄酮类化合物及其黄酮类配合物药理作用的前提下，对黄酮锌在饲料中添加应用方面有待进一步的研究探索。

本文主要概述了与本论文研究内容相关的如下方面：（1）黄芩属植物；（2）黄芩；（3）黄酮类化合物；（4）锌及其螯合锌；（5）黄酮金属配合物。

## 1.1 黄芩属植物

黄芩属（*Scutellaria*.）是唇形科下的一个属，为多年生或一年生草本或亚灌木植物，少数为灌木植物，匍匐上升或披散至直立。黄芩属植物的茎叶多有齿状，有的羽状分裂，有的全缘。其花腋生、对生或互生，花序呈总状或穗状，多长在植株顶端或侧部。果实是小坚果，形状呈卵圆形或扁球形。该属共有约300余种，广布于世界，

但非洲少见，我国黄芩属植物资源丰富，约100 余种，南北均产之，其中黄芩（*S.*

*baicalensis*）为传统中药材。在对黄芩属植物开发利用中，多限于根为黄色的品种，如甘肃黄芩、粘毛黄芩、滇黄芩等，另外对含有与黄芩类似化学成分的黄芩属植物地上部分的研究也较少。因此，需要对黄芩属植物其他类品种及其地上部分进行全面研究，以便寻找更好更多新的药物及药物成分。该属植物有较高的药用价值，黄酮和二萜为黄芩属植物主要的活性成分，传统应用中多具清热燥湿、泻火解毒的功效。通过对黄芩属植物单体化合物的活性或提取物组分进行大量体内体外药理试验研究，结果表明，黄芩属植物具有广泛的药理作用。

## 1.2 黄芩

黄芩是黄芩属植物黄芩的干燥根，最早记载在《神农本草经》，又可称为ft茶根、经芩、尾芩等。黄芩主要产于甘肃，河北，内蒙古，ft西，陕西，河南等地，是常用的中国药材之一。黄芩有较强的生态适应性，耐寒耐旱，其主要来源于野生黄芩和人工栽培的黄芩[5]。黄芩的根、茎、叶均主要含有黄酮类成分，其地上部分和与根部有明显差异，但茎、叶部位差别不明显[6]。黄芩是临床中常用中草药，有性寒、味苦药物特性，在清热、燥湿、泻火、[解毒](http://baike.baidu.com/view/350041.htm)、[止血](http://baike.baidu.com/view/132990.htm)和[安胎](http://baike.baidu.com/view/605437.htm)等方面有很好的作用效果，可用于呼吸道感染、尿道感染、痢疾、肝炎、高血压、心血管等疾病的治疗中。

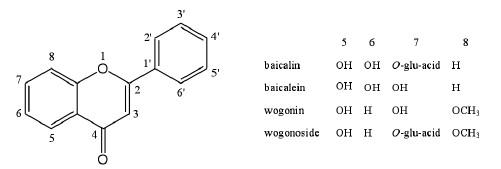
国内外学者对黄芩做了比较广泛的研究，尤其在黄芩甙化学成分和药理学作用方面研究更为突出。黄芩中的化学成分主要为酚性化合物（黄酮、苯乙醇甙等）和萜类化合物（二萜、三萜等）。此外还有氨基酸、多糖、微量元素，生物碱和有机酸等。其中黄酮类化合物是黄芩发挥药理活性的基础，它的种类最多、生物活性最显著，其次是二贴类化合物[7]。黄芩中含有比较丰富的铜、铁、锰、锌等微量元素，它们是多种酶的活化中心，铅和镉被认为是有害健康的元素，其在黄芩中的含量都很低，可能与黄芩低毒有关[8, 9]。目前研究发现黄芩有多种药理作用，主要是清除超氧自由基、抗氧化、抗炎镇痛、抗肿瘤、抗菌抗病毒等，而且对心脑血管、神经系统、肝损伤、心肌损伤、免疫和消化均有保护增益的作用[10, 11]。特别是因黄芩突显的抗氧化、清除氧自由基、抗HIV的生理作用，在国际上备受关注，近几年对黄芩的研究呈现持续上升的趋势[12]。

## 1.3 黄酮类化合物

### 1.3.1 黄酮类化合物结构及其化学成分

黄酮类化合物也被称为维生素P，通常情况下维生素C与之多相伴存在，是一类植物次级代谢的产物，其分子量较低，广泛分布于自然界中[13]。黄酮类化合物具有C6-C3-C6的母核结构如下图所示[14]。天然的黄酮类化合物多是母核的衍生物，其中包括黄酮的同分异构体及其氢化还原产物。常见的取代基为-OH, -OCH3 和类异戊二烯侧链等[15]。不同的取代基则有其特定的药理活性，从而体现出不同的生物学活性。黄酮类化合物的生物活性与其独特的化学结构密切相关性，研究者提出对其进行结构修饰或优化，以期研发一些更强药理活性的黄酮类新药[16]。按照其分子结构的不同，可将黄酮化合物分为黄酮类、异黄酮类、黄酮醇类等[17]。大多数黄酮类化合物呈晶体状，并具有一定颜色，很少的一部分如黄芩苷类黄酮化合物呈无定形粉末状。因为其分子结构和存在状态的不同，黄酮化合物的溶解度表现为不同，一般情况下，黄酮和黄酮醇在水溶液中很难溶解，而在乙醇、乙醚、乙酸乙酯等有机溶剂中比较容易溶解

[18]. 在植物中，黄酮类化合物主要是以游离态存在，也可以与糖类结合，合成的的甙



类大多数是单糖类甙，双糖类甙很少见，与其结合的糖多是葡萄糖或葡萄糖醛酸。

### 1.3.2 黄酮类化合物提取工艺

黄酮类化合物的提取、分离、纯化直接影响其临床效果，是实际生产中很关键的环节，既有传统的方法，又有一些新技术的应用。黄酮类化合物的传统提取方法主要是水蒸气蒸馏法和溶剂提取法，其中溶剂提取法又包括渗泡法、煎煮法、浸渍法、索式连续提取法、热回流提取法、系统溶剂提取法等[19]。随着科学技术的进步，现代高新提取技术相继出现，如微波萃取技术、超微粉碎技术法等[20-23]。黄酮类化合物分离与纯化技术包括柱层析法、高效液相色谱法、铅盐沉淀法、重结晶法等。近年来，应用高效液相色谱法提取越来越常见。用在液-液提取方法提取的黄芩黄酮比常用水提取法要高，可以作为黄芩有效提取其有效成分的新方法[18]。根据提取成分及提取比例的不同，可以选择运用不同的提取方法。由于黄芩的药理作用广泛，其主要苷及其苷元作用效果各有侧重，徐晓英等[24]提出通过设定酶解条件，可以灵活调节黄芩中黄芩素和黄芩苷提取比例，以期有倾向性的发挥其药理活性，但是黄芩黄酮类化合物各成分比例也会因提取工艺方法不同而不同。

### 1.3.3 黄芩黄酮类化合物主要有效成分

从黄芩中目前发现的黄酮类化合物主要有黄芩苷（baicalin）、汉黄芩苷

（wogonoside）、黄芩素（baicalein）、汉黄芩素（wogonin）。

黄芩苷是黄芩的主要有效成分之一，我们目前的药典中黄芩苷含量作为评价黄芩质量的标准，也是黄芩的主要质量控制及其制备成分[25]。文献报道多以黄芩苷为主，许多的复方中草药用黄芩苷作为中药黄芩的代用品，如“双黄连粉针剂”、“银黄注射液”等，其在呼吸道感染方面有较好的治疗效果。黄芩苷呈针晶，颜色为淡黄色，其在水中的溶解度非常低，但在脂溶剂中比较易溶，且在碱性条件下溶解更大[26]。由于黄芩苷在脂、水中较低的溶解度限制了临床应用，可以利用新技术和新剂型增加其在脂、水中的溶解度，以提高黄芩苷的生物学利用度[27]。黄芩苷具有清除超氧阴离子、调节免疫、减轻组织缺血再关注损伤、促进细胞凋亡、抑菌抗炎、螯合金属离子和神经保护等药理作用，尤其在抗肿瘤、抗HIV、抗氧化和治疗心血管疾病等方面存在潜在的开发应用价值[28, 29]。黄芩苷在临床上多有的应用，常用作治疗肝炎、肺炎、感染、高血压等疾病[30]。

除黄芩苷外，其他黄酮类化合物同样具有较显著的生物活性。如黄芩素是黄芩的重要单体，有诸多的药理作用，如抑制胰酶活性、保肝利胆、抗氧化、抗凝血和抗血栓形成等，是目前临床上用于治疗急性胰腺炎效果较好的药方“清胰汤”的重要组分[31, 32]。魏建文[33]采用DDPH和邻苯三酚法自氧化法的体外抗氧化活性研究方法，并建立肝损伤模型的体内抗氧化活性研究方法，对黄芩素和黄芩苷的抗氧化活性进行了研究，发现黄芩素无论是体内还是体外，其抗氧化活性均高于黄芩苷。其原因可能与黄芩素A环上3个邻位羟基有密切的关联性[34]。宋成岩等[35]研究也表明，黄芩苷元是黄芩抗氧化活性主要成分之一。

### 1.3.4 黄芩黄酮类化合物的Th物学活性

从黄芩中提取的黄酮类化合物在植物中广泛存在，有很多中种类别，毒性较小，具有广谱的生物活性和药理活性，有着很大的开发应用前景[36]。黄酮类化合物有显著的抗氧化、抗炎、抑菌、抗变态反应、调节免疫系统等作用，临床上用于治疗急性咽炎、肺炎、急慢性扁桃腺、呼吸道感染和痢疾等疾病，并对急慢性肝炎有明显的治疗效果。近年来，对黄酮类化合物抗肿瘤和抗HIV-1病毒的研究也越来越深入[37-39]。近几年，由于黄酮化合物在医药方面的研究的重视，促进其在食品工业中均也有广泛的应用，主要应用在天然甜味剂、天然抗氧化剂、天然色剂和保健食品等方面[40]。

#### 1.3.4.1 抗氧化抗衰老

自由基在体内沉积过多可以破坏组织细胞的结构和功能，甚至引起快速老化、癌症和某些心血管等疾病。目前研究发现，黄酮类化合物具有清除自由基活性，可能与其结构中所含的酚羟基数目和结构密切相关[41, 42]，相比黄芩中其他有效成分，黄芩苷的酚羟基数量更多，其A环含有邻二酚结构，因此清除自由基的活性比较强。杨滨

等[43]通过建立大鼠肝脏微粒体脂质过氧化模型，对黄芩及其主要成分黄芩苷、黄芩素和汉黄芩素对样品的脂质抗氧化作用作了研究，结果表明，抗脂质过氧化其活性方面黄芩素最强，黄芩苷次之，汉黄芩素最低。另外其活性也与产品有效成分的浓度及其组成比例密切相关。杨涛等[44]研究发现中草药提取物黄芩中含有抗脂类过氧化的某些成分，其对脂类过氧化有明显的抑制作用，并随着提取物浓度的降低其作用效果也降低。S. H. Jung等[45]试验研究表明黄酮类化合物黄芩苷对视网膜细胞的缺血有改善作用，对其氧化以及脑膜的脂质过氧化有抑制作用。

#### 1.3.4.2 增强免疫

植物免疫调节剂的开发研究已受到国内外学者的注目，近年来，免疫功能和神经内分泌的调节日益受到重视。黄酮类化合物因其有效成分比例、添加量等因素的不同对动物机体免疫功能方面有增强、抑制的双向调节[46]。张荣庆[47]等研究指出，黄酮类化合物对机体免疫功能有增强作用，对血清中β-内啡肽水平有提高作用。张响英等

[48]发现黄酮具有增强机体细胞免疫功能的功效。张艳[49]对黄芩苷和黄芩素抗炎及免

疫调控作用进行了研究，结果显示黄芩素和黄芩苷均在小鼠体内表现出抗炎、免疫抑制、淋巴细胞促凋亡的的体内效应。谷子林等[50]试验饲粮添加黄酮能显著提高产蛋鸡脾脏指数和新城疫抗体滴度，以上说明植物中黄酮类化合物有助提高畜禽的免疫功能。

#### 1.3.4.3 抗炎镇痛

有关黄酮类化合物的镇痛作用报道的比较少，部分研究已表明黄酮类化合物对抗炎和镇痛同时起作用[51]。炎症性疾病目前非常普遍，因炎症反应的生理、病理反应过程和产生炎症介质的网络很复杂，作用单一的单靶点抗炎药物往往难以取得满意的治疗效果，因此，医学上应用多靶点抗炎药物显得尤为重要。黄芩中的黄酮类化合物，其有效成分黄芩素、黄芩苷、汉黄芩素等表现出多重炎症介质抑制作用[52]，其中黄芩苷和黄芩素已是多种药剂的主要抗炎成分，在临床实践中已被研究应用，可能的抗炎机制主要有花生四烯酸途径、细胞信号转导途径、细胞因子与受体等。朱伟等[53]报道通过常温高压方法提取得到的黄酮类化合物黄芩甲醇提取物能抑制炎症介质的产生、干扰淋巴细胞的功能，从而发挥其抗炎作用。王丽娟等[54]应用化学刺激、热板刺激和二甲苯致耳廓肿胀的方法对黄芩抗炎镇痛作用做了实验研究，通过观察发现黄芩提取物有一定的抗炎和镇痛的作用。候艳宁[55]等以大鼠的腹腔白细胞为试验材料，对黄芩苷的抗炎机理进行了研究，得出结论，黄芩苷对白细胞的多种功能有显著影响，提示黄芩苷的抗炎作用与此有关。Liao等[56]的以小鼠为试验研究黄芩素和黄芩苷有较强的镇定作用，可能是黄芩苷通过结合炎症趋化因子发挥其抗炎活性，从而减少了机体疼痛。Li等[57]认为黄芩苷通过结合炎症趋化因子而发挥其抗炎活性，具体作用机理有待进一步研究与探索。

#### 1.3.4.4 抗菌

黄芩抗菌范围广，对常见的大肠杆菌、金葡菌、肺炎球菌等均有抑菌作用，体现了黄芩清热、燥湿、泻火、解毒的药物活性。目前，研究发现黄芩总的提取物及单一活性成分如黄芩素、黄芩苷、汉黄芩素等均对燥湿止痢有显著作用[58]。魏述永等[59]通过煎煮法和乙醇回流法提取黄芩有效成分对沙门氏菌的抑菌活性进行了比较，研究发现两种方法提取的黄芩有效成分对沙门氏菌均有抑菌活性，且乙醇回流法的抑菌效果是煎煮法的2倍。李敬等[60]研究了黄芩苷对脂多糖致小鼠死亡试验的作用，结果发现黄芩苷有抗内毒素作用，作用效果呈剂量依赖性。

#### 1.3.4.5 抗病毒

黄酮类化合物抑制病毒活性的作用较强，常用在为起抗病毒作用的中药有效成分

[61]. 张清等[62]对黄芩中总黄酮对甲型流感病毒核蛋白（NP）的表达是否干预做了研

究，结果表明，黄芩总黄酮对NP的基因及其表达都没有影响。由于总黄铜中含有多种成分，对抗NP的主要药理成分和其作用靶点有待进一步的研究。宋琳莉等[63]研究结果表明，不同产地来源的黄芩提取物对流感病毒均有良好的抗性作用，能降低流感病毒引起的小鼠死亡率，降低小鼠的肺指数，延长生存期。王建超[64]研究发现黄芩苷对鸡、猪的病毒病均有抑制作用，且无毒副作用，在禽病预防和治疗上有其潜在的开发利用价值。Katsuhiko等[65]试验表明，相比黄连解毒糖，从黄芩中提取的纯的黄芩苷可作为体外的一种抗HIV-1药剂，Qian等[66]研究得出与之相类似的结论。

#### 1.3.4.6 抗肿瘤

目前，从黄酮化合物中提取分离并用于抗肿瘤的活性成分的研究已引起国内外的广泛关注。大量体外试验研究表明，黄芩提取物、黄芩素、黄芩苷等能抑制肿瘤细胞的增殖[67]。莫金钢[39]对黄芩苷结构修饰的研究发现黄芩苷及其不同酯化产物的抗肿瘤活性有明显差异。Ikemoto等[68]研究发现黄芩及其有效成分黄芩素、黄芩苷和汉黄芩素对膀胱癌细胞系有抗癌抗菌作用。

#### 1.3.4.7 肝损伤的保护作用

肝细胞在肝脏中大量存在，是履行肝功能特性极为关键的细胞，被很多活性氧作为靶细胞而攻击损伤。魏建文[33]研究表明，黄酮类化合物主要活性成分黄芩素和黄芩苷均能降低肝组织MDA含量，增加肝细胞的SOD活性，降低肝损伤程度。崔雄等[69]研究了黄芩苷对CCl4、D-氨基半乳糖致大鼠急性肝损伤的影响，结果表明黄芩苷可使大鼠急性肝损伤血清中的GSH-PX、SOD活性明显升高，MDA含量降低，说明黄芩苷对肝损伤有保护作用，其机制可能与黄芩苷的抗自由基脂质过氧化作用有密切关系。Zhao等[70]研究发现黄芩苷能降低因铁过量导致肝损伤小鼠的肝脏铁含量、肝脏率和肝脏脂质过氧化，另外，黄芩苷能增强过氧化氢酶活性、总抗氧化能力，提高血液铁含量，并呈剂量效应。推测黄芩苷损伤肝脏有保护作用的可能原因是黄芩苷的抗氧化性及其络合铁特性。

## 1.4 锌及其螯合物

### 1.4.1 锌的Th物学功能

微量元素是酶等活性蛋白的必需组成部分或是其激活因子，参与一系列的生命代谢活动，有着重要的生物学意义。锌是动物的必需微量元素之一，有生命元素之称。锌元素是脑细胞生长的关键，锌含量的不足会使脑细胞减少，从而影响脑的功能；生物体会因为锌不足而使味觉下降，表现出厌食、挑食；锌在免疫器官胸腺的发育中扮演着很重要的角色，是形成胸腺重要的营养素之一，保证了锌含量的充足才能更有效地促进胸腺的正常发育，增强免疫功能；体内锌在人体患病时可以调整并重新分布，增强机体抗感染能力起到抗炎抗菌的作用；另外，锌与核酸、蛋白质和多种酶的合成密切相关，可以增强细胞分裂，促进上皮细胞修复[71-73]。

### 1.4.2 螯合锌研究现状及其在动物Th产中的应用研究

早期研究主要集中在不同形式的无机锌，但因无机锌的有效利用率较低，人们开始展开对有机锌的研究，一般认为有机锌效果优于无机锌。在家禽日粮中是以无机锌的形式来补加锌，但在体内真正发生作用的是锌的有机络合物形式或螯合物形式，而不是游离的无机锌离子，说明无机态的锌的生物学效价取决于其转化成有生物活性的有机锌的能力。因此若日粮中直接添加有机锌，更接近于在体内的作用形式，更有利于机体对锌的吸收与利用。许多报道已经证实，动物日粮中添加有机锌更能有效的改善动物的生长、繁殖和健康状况。在实际生产中有机锌或螯合锌的应用广泛，作为饲料添加剂应用于动物营养中的有机锌主要有蛋白锌、氨基酸锌和酵母锌等[74]。

螯合锌有可溶性强、吸收率高、稳定性好等特点[72]。虞泽鹏等[73]试验研究表明，

AA肉鸡饲粮中添加蛋氨酸锌形式的锌的相对生物学效价比饲料级硫酸锌更好。董晓慧等[75]研究了硫酸锌、蛋氨酸螯合锌和赖氨酸螯合锌对大鼠的生物学影响，试验结果显示，相比蛋氨酸螯合锌和赖氨酸螯合锌，硫酸锌的相对生物学效价要低。杨月欣等研究指出硫酸锌的相对生物学利用率低于葡萄糖酸锌和甘氨酸锌的相对生物学利用率。锌源的生物学效价差异，其根本原因是其化学形式的不同。所以，开发利用营养价值好、效率高的能应用于畜牧业实际生产的锌源显得尤为重要。卢昊等[76]在研究谷氨酸锌对AA肉仔鸡的生长性能、血清含锌酶活性、免疫器官指数的影响时，结果表明40 mg/kg的谷氨酸锌组比对照组（80 mg/kg硫酸锌）显著提高了试鸡平均日增重，改善了耗料增重比，60 mg/kg 谷氨酸锌显著增加了血清碱性磷酸酶活性，胸腺指数和脾脏指数也显著增加。成廷水[77]研究表明，肉仔鸡饲粮中添加氨基酸锌组比硫酸锌组能提高胫骨锌浓度，增加锌的存留率，降低锌排泄。梁建光[78]研究了7种不同有机锌源对奶牛生物活性的影响，结果表明，相比硫酸锌组，有机锌源组提高了奶牛血浆锌含量较高，增强了血清碱性磷酸酶活性、总过氧化物歧化酶、铜锌过氧化物歧化酶活性，提升了抗体滴度作用效果。

## 1.5 黄酮金属配合物

### 1.5.1 黄酮类金属配合物研究概况

黄酮类化合物有着超离域度的空间结构，整个分子就是一个大π键共轭体系，其分子中氧原子的配位能力较强[79]。天然药物中黄酮类化合物因其特殊的空间结构满足形成配合物的条件，和某些金属离子具有很强的螯合作用，能够形成稳定的配位络合物。目前金属配合物研究中，对黄酮类配合物的研究较多，主要有黄芩苷、槲皮素、芦丁、白杨素等化合物。

用于合成配合物的金属元素主要是锌、铜、铁等过渡元素，铝、钙等主族元素以及一些稀土金属元素，因其化学结构中有空轨道，可接纳配体提供的孤对电子，从而形成配合物[80, 81]。金属离子在核酸、酶、蛋白质、激素等许多生物大分子中具有特异的生理功能，是生物体进行正常的新陈代谢必不可少的催化剂，而且对调控机体和药物结构间的生理、生化过程起着重要的作用[82]。

李思睿等[83]利用正交实验法对黄芩苷-铁(II)配合物的进行了合成；邓毅等[84]首次合成了黄芩苷-铬配合物，有望开发为降糖新药。胡道道等[85]利用pH电位法对黄芩甙（H3B）、组氨酸（His）和铜、锌的混配配合物体系进行了研究，结果表明其配合物种类主要M(His)（B）2-，M(His)（B）H-，而且具有较强的稳定性。顾志远等[86]利用常规方法提取黄芩甙，与锌盐络合制成了黄芩甙锌配合物并进行了鉴定。高珉之等[87]在孕鼠饲料中添加高中低剂量的黄酮锌产品做了致畸试验的安全性评价，结果表明，试验期间没有发现黄酮锌对大鼠具有明显的母体毒性、胚胎毒性及致畸作用，说明可以安全饲喂。

### 1.5.2 黄芩甙锌的Th物学活性

因黄芩甙分子中具有黄酮类母核，能够与Zn2+、Cu2+等金属离子形成螯合配合物研究推测该类配合物可能会对机体的某些酶活性产生一定的积极影响[88]，国内外介绍黄芩甙及其与金属离子配合物的临床研究相对较多。黄芩甙锌产品是黄芩中提取的黄酮类化合物与金属离子锌螯合形成的有机配合物，属饲料级产品，呈棕黄色固体粉末结晶，适用于畜禽和水产等养殖动物，可作为饲料添加剂直接掺入饲料。据介绍，产品黄酮锌能提高动物的适口性显著提高动物的采食量，促进动物生长，提高畜禽肉的味道，增强机体免疫功能，对腹泻有一定的预防作用，另外，还能提高锌离子的利用率。

#### 1.5.2.1 清除超氧自由基的作用

超氧自由基（O2-）是生物体内产生的重要自由基之一，是机体进行有氧代谢的产物[89]。超氧自由基是导致机体产生许多疾病和生物体衰老的重要原因。它会引起生物大分子的氧化破坏，能诱导膜脂质过氧化，降低膜的流动性。房喻等[90]通过核黄素

—甲硫光照还原模型对黄芩甙及其铜（II）、锌（II）配合物清除超氧自由基（O2-）的

活性和对完整的红细胞和红细胞膜的保护作用进行了研究，结果发现，黄芩甙及其铜

（II）、锌（II）配合物-有明显清除O2的作用，并呈现量效关系，其中活性最高的是铜配合物。可能或SOD的存在是因为黄芩苷、黄芩甙锌使O2-红细胞和红细胞膜的破坏作用受到抑制。武荣兰等[91]通过研究了黄芩苷及其与Cu2+、Zn2+、Fe2+、A13+、Mn2+、Ni2+7种金属离子作用的抗氧化活性的变化情况，研究发现，金属离子均促进了黄芩苷的抗氧化效果，但其作用机制有所不同的。

#### 1.5.2.2 免疫功能

舒荣华等[92]将黄芩甙锌对小鼠免疫功能的影响作了研究，结果发现，黄芩甙锌对小鼠腹腔巨噬细胞数量、吞噬指数、血清内溶菌酶含量和红细胞C3b受体酵母花环率指标均有显著的影响，但对T淋巴细胞百分率没有显著影响，由此说明黄芩甙锌对红细胞免疫系统和非特异性免疫系统均有显著的增强作用，且效果较黄芩甙为强，对细胞免疫和体液免疫功能的影响有待进一步研究。

#### 1.5.2.3 抗炎抗变态反应作用

贾秀荣等[93]试验表明黄芩甙锌配合物能有效抑制二甲苯引起的炎性水肿，增强机体的抗变态反应，减少SRS-A慢性反应物质的释放作用。蔡仙德等[94]研究也发现，黄芩甙锌络合物能抑制二甲苯引起的I型变态反应，具有抗过敏作用，且作用效果比同剂量的黄芩甙表现为强。

#### 1.5.2.4 抗病毒作用

赖翔宇等[95]报道黄芩苷锌兼有低毒性和高活性的特点，且黄芩苷锌较黄芩苷抗HIV-1的特性明显增强，说明黄芩苷与金属离子锌配合起到了协同增益的作用。Wang等[66]通过实验研究得出了与上述相同的结论。

相比黄芩苷单体，黄芩苷与金属离子形成的配合物对其生物活性有积极的影响作用，在某些方面表现出更强的生物学活性，究其原因可能是黄芩苷金属离子配合物有较大的极性，加大了其在水中的溶解性，使生物学利用率提高所致[96]，是否是黄芩甙和金属离子锌产生的协同作用有待进一步研究。目前黄芩甙锌处于研发阶段，对黄芩甙金属络合物制剂的文献报道较少，尚需通过生物药剂学和药代动力学方面对黄芩甙锌药理作用及作用机制进行探究考证。

### 1.5.3 黄酮锌在动物Th产中的研究和应用

针对抗生素类添加剂对畜牧业健康发展的制约，研究者们已致力于寻找高效、无残留的绿色新型饲料添加剂并将其应用于畜禽生产中。黄芩黄酮锌是黄芩提取物黄酮类化合物和锌螯合而成的新产品，药理学研究已证明，黄芩黄酮锌具有抗氧化、清除自由基、提高免疫等功能，且药效强于黄芩黄酮。但目前在畜禽生产上多见于黄芩、黄芩黄酮类化合物及不同锌源的研究与应用，黄芩黄铜锌还未见报道。

黄芩在畜禽生产中的应用多以中草药复合添加剂的形式出现在畜禽饲粮中。王应权等[97]选择黄芩含量为17 % 的复方中草药研究对关岭母猪产后仔猪生长性能的影

响，结果发现中草药添加剂能够提高哺乳仔猪的泌乳力，提高哺乳仔猪25日龄窝重，能够显著降低死亡率。用含黄芩甙提取物、黄芪提取物和淫羊藿提取物按一定比例组成的复方黄芩饲喂45日龄的杂交仔猪，以五疫康和土霉素分别作抗生素对照组，结果表明，复方黄芩对照组显著提高了仔猪的日增重，降低了耗料增重比[98]。丁月云[99,

100]研究发现以黄芪、黄芩、麦芽、甘草、党参、茯苓、白术7 种单味中药按

2∶1∶1∶1∶2∶2∶2比例制成的中草药水煎剂对猪致病性巴氏杆菌、金黄色葡萄球菌和沙门氏菌有不同程度的抑菌作用，其中对金黄色葡萄球菌的抑菌效果最强，该中草药复方还能显著提高断奶仔猪的日增重降低料重比，且有抗腹泻效果。李振等[101]在研制抗高温药物时，在蛋鸡饲粮中添加含黄芩0.7 %的中草药复合制剂能显著提高夏季产蛋率和蛋重，提高饲料报酬，还增加了蛋壳厚度，降低了软蛋壳率。蛋鸡饲粮中该中草药还能明显提高蛋鸡血清中总蛋白、白蛋白质量浓度，降低血清中谷草转氨酶、谷丙转氨酶、乳酸脱氢酶和肌酸磷酸激酶活性及皮质醇含量，还能提高血清中碱性磷酸酶活性。此外，牟明生[102]在肉鸡饲粮中单独添加不同水平的中草药黄芩，添加水平分别设为0.1 %、0.2 %、和0.4 %，结果表明，0.2 %黄芩添加组显著增加1-21日龄肉鸡日增重，提高胸腺指数，回肠和盲肠的乳酸杆菌数量也显著增加。

黄芩提取物黄酮类化合物在畜禽生产上也取得了一定的成果。梁英等[103]以1日龄的蛋雏鸡为试验动物，探讨其对人工诱发的鸡大肠杆菌病和鸡白痢的防治效果，临床和剖检观察表明，黄芩黄酮给药组雏鸡的发病症状、及脏器的病理变化均轻于感染对照组，给药组的发病率、死亡率和也均有所降低，有效治愈力也明显提高，表明黄芩黄酮提取物对鸡大肠杆菌和鸡白痢有明显的体内抑菌作用并有防治效果。在此研究基础上任成财[104]在肉仔鸡饲粮中添加不同剂量的黄芩提取物黄芩黄酮，添加剂量分别为5、10、15、20 mg/kg，研究黄芩黄酮对其生产性能、发病率、粪便菌群以及血清生化指标的影响，结果表明，5mg/kg的黄芩黄酮添加组平均日采食量显著提高，10 mg/kg的黄芩黄酮组体重增加较多，并能能显著提高肉仔鸡的钙吸收力、促进其免疫器官的发育以及增强免疫性能，而且对肠道中的大肠杆菌和沙门氏菌有明显的抑制作用，乳酸杆菌和双歧杆菌也明显增加。李同洲等[105]研究表明，三元杂交断奶仔猪饲粮中添加0.05 %水平的黄芩甙能提高日增重，降低料重比，提高血清中的总蛋白和免疫球蛋白IgG水平，白蛋白和球蛋白的比值也有降低的趋势。

研究者通过对黄芩进行发酵处理后，发现添加一定的剂量能够提高断奶仔猪的平均日采食量，降低料重比，腹泻率也跟着响应的降低[106]。含黄芩的中草药也可以显著降低热应激奶牛呼吸频率和脉搏数，在不影响乳成分的情况下可以提高奶牛的产奶量，和对照组相比，产奶量提高15.67 % [107]。胡美华等研究结果也表明，含黄芩的中草药组方能提高热应激奶牛的泌乳性能，试验组比对照组每头牛每天多产奶1.08

kg，提高了8.81 %，乳脂率和乳蛋白含量也有了响应的提高。

综上所述，目前对黄芩黄酮类化合物的报道多见于临床研究，在畜牧生产中主要

以复方中草药制剂在饲料中添加并研究，另外，黄芩黄酮锌在动物生产上生物学作用及机理的研究还未见报道。本文将黄芩黄酮锌初步用于肉仔鸡生产上进行基础研究，通过观测黄芩黄酮锌与肉仔鸡的生长、血清生化指标、免疫功能、抗氧化指标、肠道菌群及屠宰性能和肉品质的影响，确定黄芩黄酮锌与肉仔鸡生长性能等的剂量效应关系以及在肉仔鸡饲粮中的适宜添加量，为开发应用黄酮锌这种中草药黄芩黄酮化合物和微量元素锌配合而成的中草药螯合锌提供理论依据。

## 1.6 论文研究的立题依据和目的

### 1.6.1 论文研究的立题依据

伴随着抗生素类饲料添加剂在畜禽生产中残留等问题，抗生素日渐被禁止使用，研究探讨新型饲料添加剂对动物的生长、免疫、肉品质等多方面的生物学效应，通过新型的绿色饲料添加剂调控动物的肉品质及免疫功能是近年动物营养领域的研究热点之一。

来源于植物黄芩的黄酮类化合物（以下简称黄酮）具有抗氧化、清除自由基、抗炎、抗肿瘤、抗病毒、抗过敏、阻止钙离子通道和抑制醛糖还原酶活性等功效，并对免疫、消化、神经、心脑血管等系统均有保护作用[36, 38]。黄酮具有特殊结构，能与金属离子，如动物所必需的微量营养元素锌，产生强烈的螯合作用[79, 80]。有关试验表明，相较于黄芩黄酮，黄芩黄酮锌作用更广泛，更能抑制脂加氧酶和清除超氧自由基，保护红细胞膜免受氧化损伤[90]，还有抗炎抗变态反应和抑制艾滋病毒感染的作用[93, 108]。医学上已将黄芩黄酮广泛应用于肝胆等消化系统疾病、铅中毒、咳嗽、安胎等的保健和治疗。但在畜牧业上的研究和应用还比较少。

肉鸡研究结果表明，玉米-豆粕饲粮中添加黄芩0、1000、2000和4000 mg/kg时，可以显著提高1-21日龄肉仔鸡的日增重、胸腺指数和盲肠中的乳酸菌数量，其中以2000 mg/kg添加效果更显著[109, 110]。用高效液相色谱法测得黄芩细粉中黄酮含量在

10%左右[111]，因此，2000 mg/kg的黄芩中约含200 mg/kg的黄芩黄酮。另外，小鼠的研究结果也表明，饲粮中添加200 mg/kg的黄芩黄酮能显著抑制小鼠血浆中丙氨酸转移酶的活性、减少肿瘤坏死因子，提高免疫功能[112]；同时也能抑制小鼠肝匀浆中过氧化脂质的生成，起到抗氧化作用[113]。

黄芩黄酮锌具有增强机体免疫力和抗病力，维护肠道微生态平衡，抑制有害菌的繁殖，抗氧化等多种生物学功能，但目前有关黄芩黄酮锌在肉仔鸡生产上的研究与应用还未见报道，本研究可为黄酮锌在肉仔鸡生产中合理利用提供试验依据和技术参考。

### 1.6.2 论文研究的目的

鉴于黄芩黄酮能激发和增强机体免疫力和抗病力，维护肠道微生态平衡，抑制有害菌的繁殖，具有抗氧化等功能，故本试验拟通过观测玉米-豆粕饲粮中添加不同水

平黄芩黄酮锌（来源于黄芩的黄酮与锌的络合物，以下简称黄酮锌）对肉仔鸡生长性能、血清生化指标、免疫功能、抗氧化指标、肠道菌群及屠宰性能和肉品质的影响，评价黄酮锌对肉仔鸡的生长性能和免疫指标的影响，确定黄酮锌在肉仔鸡饲粮中的适宜添加水平，为肉仔鸡生产中合理利用黄酮锌提供试验依据。

## 1.7 论文的研究内容与技术路线

### 1.7.1 论文的研究内容

1. 通过观测添加不同水平黄酮锌对1-21和22-42日龄肉仔鸡日采食量、日增重、耗料增重比和死亡率的影响，探讨饲粮黄酮锌添加水平对肉仔鸡生长性能的影响。

2. 通过观测添加不同水平黄酮锌对42日龄肉仔鸡全净膛率、胸肌率、腿肌率、腹脂率与胸腺、脾脏、法氏囊的影响，探讨饲粮黄酮锌添加水平对肉仔鸡屠宰性能及免疫器官指数的影响。

3. 通过观测添加不同水平黄酮锌对42日龄肉仔鸡胸肌与腿肌的pH、剪切力、失水率及肉色指标，探讨饲粮黄酮锌添加水平对肉仔鸡肉品质影响。

4. 通过观测添加不同水平黄酮锌对1-21和22-42日龄肉仔鸡血清生化指的影响，探讨饲粮黄酮锌添加水平对肉仔鸡血清生化指标的影响。

5. 通过观测添加不同水平黄酮锌对1-21和22-42日龄肉仔鸡血浆、42日龄肉仔鸡肝脏和胸肌中的丙二醛、总超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶活性含量的影响，探讨饲粮黄酮锌添加水平对肉仔鸡血清、肝脏和胸肌抗氧化能力的影响。

6. 通过观测添加不同水平黄酮锌对1-21和22-42日龄肉仔鸡血浆新城疫、禽流感抗体滴度和全血T淋巴细胞转化率的影响，探讨饲粮黄酮锌添加水平对肉仔鸡免疫功能的影响。

7. 通过观测添加不同水平黄酮锌对42日龄肉仔鸡盲肠内容物中的大肠杆菌、沙门氏菌、乳酸杆菌和双歧杆菌的数量的影响，探讨饲粮黄酮锌添加水平对肉仔鸡盲肠菌群的影响。



屠宰试验

屠宰性能测定 及免疫器官指数

肉品质测定

生产性能测定



全血指标测定

血清、肝脏、肌肉抗氧化指标测定

血液样品采集

饲养试验

组织样品采集

肠道样品采集

血清生化指标

肠道微生物菌群测定

ADG ADFI

F/R

抗 淋体 巴滴 细度 胞

转化率

血清、肝脏、肌肉中MDA TSOD GSH-Px

活性

乳酸杆菌双歧杆菌大肠杆菌沙门氏菌

### 1.7.2 技术路线

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 黄酮锌、黄芩黄酮、杆菌肽锌产品的准备  基础饲粮和试验饲粮的配制 |  | 鸡舍清扫及消毒  采样工具、测定仪器、设备和试剂的准备  试验动物的进购 |
|  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 屠 宰 率 全净膛率腿 肌 率 胸肌率 |  | pH 值肉 色 剪切力失水率 |  | 总蛋白葡萄糖尿酸  总胆固醇 |
| 腹脂率  胸腺 |  |  |  | IgM、IgG  IgA、 |
| 脾脏 |  |  |  | 谷丙转氨酶 |
| 法氏囊 |  |  |  | 碱性磷酸酶 |
|  |  |  |  | 等 |

通过饲粮中添加不同水平的黄酮锌对肉仔鸡的生长性能、屠宰性能、肉品质、血清生化指标和免疫功能及抗氧化指标的影响，评价黄酮锌对肉仔鸡的生长性能及免疫指标的影响， 确定黄酮锌在肉仔鸡饲粮中的适宜添加量。

# **2** 试验研究

## 2.1 材料与方法

### 2.1.1 试验动物与饲养管理

于北京华都肉鸡公司购进健康、体重无明显差异的630只1日龄AA肉公鸡分成7个处理，每组6个重复，每个重复15只鸡。鸡只的饲养管理按《AA肉仔鸡饲

养管理手册》进行。采用24小时恒定光照，自由采食和饮用自来水。试验期42天，

分为1-21日龄和22-42日龄2个阶段。试验期间每日观察鸡群的健康状况，记录死

淘鸡数。分别于试验第21天和42天称鸡空腹重，统计耗料量，并计算鸡只的日增重、日耗料量、耗料增重比和死亡率。

为观测黄酮锌对肉仔鸡免疫功能的影响，拟用鸡新城疫VG/GA株活毒疫苗于7日龄对每只鸡滴鼻、点眼首免，24日龄用相同疫苗进行二免；用H5N1禽流感灭活疫苗，于11日龄对每只鸡从腹部皮下注射0.3 mL首免，28日龄使用相同疫苗注射

0.2 mL二免。以上疫苗均购自中国农业科学院哈尔滨兽医研究所。为消除其它疫苗的干扰，试验期间鸡只均不进行其它免疫。

### 2.1.2 试验饲粮

参照美国NRC（1994）[114]推荐的肉仔鸡饲养标准，分别配制1-21与22-42日龄阶段肉仔鸡的玉米－豆粕型基础饲粮，饲粮配方及营养水平如下（见表2-1）。按照不同试验处理设置，配置7种试验饲粮。黄酮锌（是黄芩中提取的有效成分黄酮类化合物与金属离子锌螯合形成的有机配合物）和黄芩黄酮产品均由北京华牧伟业科技有限公司提供，其纯度分别为85%和90%，黄酮锌中的锌含量为6.25%。通过调节玉米淀粉和硫酸锌的用量而使1-21日龄和22-42日龄各处理饲粮中的添加锌水平均分别达

到60和40 mg/kg。饲粮以粉料形式喂给。

**表2-1 肉仔鸡基础饲粮的组成（饲喂基础）**

**Table** **2-1** **Composition of the basal diet and nutritional level (as-fed basis)**

| 原料 | 配方比例（%） | | 营养指标 | 营养水平 |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1-21 日龄 | 22-42 日龄 | 1-21 日龄 | 22-42 日龄 |
| 玉米 | 56.39 | 59.78 | 代谢能, Kcal/kg | 2957 | 3004 |
| 豆粕 | 35.61 | 32.95 | 粗蛋白, % | 21.40 | 20.16 |
| 大豆油 | 3.50 | 3.50 | 能蛋比, Kcal/g | 13.82 | 14.90 |
| 磷酸氢钙 a | 2.10 | 1.40 | 赖氨酸, % | 1.10 | 1.03 |
| 石粉 a | 1.29 | 1.50 | 蛋氨酸, % | 0.54 | 0.43 |
| 食盐 a | 0.30 | 0.30 | 蛋氨酸+胱氨酸, % | 0.90 | 0.76 |
| DL-蛋氨酸 a | 0.23 | 0.13 | 钙, % | 1.00 | 0.90 |
| 微量成分 b | 0.38 | 0.24 | 非植酸磷, % | 0.45 | 0.35 |
| 玉米淀粉+锌 c | 0.20 | 0.20 |  |  |  |
| 合计 | 100.00 | 100.00 |  |  |  |

a饲料级。

b每千克饲粮中添加（自配，不加抗生素）：

**1-21日龄:** VA 12500 IU, VD3 3750 IU, VE 20IU, VK3 2.5mg, VB1 2.5mg, VB2 8mg, VB6 2.5mg, VB12 0.015mg,

Pantothenic acid Calcium 12.5 mg, Niacin 32.5 mg, Folicacid 1.25 mg, Biotin 0.125 mg, Choline 700 mg, Cu(CuSO4.5H2O) 8 mg, Mn(MnSO4. H2O) 110mg, Fe (FeSO4•7H2O) 60 mg, I(KI) 0.35mg, Se(Na3SeO3) 0.15mg.

**22-42日龄:** VA 10000 IU, VD3 3400 IU, VE 12.8U, VK3 1.6 mg, VB1 0.8 mg, VB2 6.8 mg, VB6 1.6 mg, VB12 0.008 mg,

Pantothenic acid Calcium 8 mg, Niacin 26 mg, Folicacid 0.8mg, Biotin 0.158 mg, Choline 700 mg, Mn(MnSO4. H2O) 80 mg, Fe (FeSO4 7H2O) 60 mg, I(KI) 0.35 mg, Se(Na3SeO3) 0.15 mg.

.

c按替代等重的玉米淀粉添加硫酸锌、黄酮锌或黄芩黄酮。

### 2.1.3 试验设计与处理

采用单因子完全随机试验设计。设定1个空白对照组（0 mg/kg的黄酮锌）、4个黄酮锌形式的按其黄酮含量添加黄酮水平分别为60、120、180和240 mg/kg处理组、

1个黄芩黄酮对照组（添加180 mg/kg的黄芩黄酮有效成分）和1个添加杆菌肽锌20

mg/kg的抗生素处理组，共7个试验处理组.试验分组及添加成分（见表2-2）。

**表2-2 试验设计**

**Table** **2-2** **Experiment design**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验分组 | 试验组别 | 试验饲粮 | |
| 空白组 | 1 | 基础饲粮 | |
| 2 | | 基础饲粮+黄酮锌 | 60 mg/kg |
| 3 | | 基础饲粮+黄酮锌 | 120 mg/kg |
|  | 4 | 基础饲粮+黄酮锌 | 180 mg/kg |
|  | 5 | 基础饲粮+黄酮锌 | 240 mg/kg |
| 黄芩黄酮组 | 6 | 基础饲粮+黄芩黄酮 | 180 mg/kg |
| 抗生素组 | 7 | 基础饲粮+杆菌肽锌 | 20 mg/kg |

黄酮锌组

### 2.1.4 样品采集与制备

#### 2.1.4.1 原料及饲粮样品采集与制备

配合试验饲粮时现场采样，分别采集玉米、豆粕、石粉、磷酸氢钙以及所有处理组饲粮样品，粉碎后置于封口样品袋中低温干燥保存，以备分析粗蛋白和钙的含量，从而确保饲粮的粗蛋白和钙含量达到预期要求。

#### 2.1.4.2 血样采集与制备

于试验第21、42天，从每处理的每个重复笼选取接近平均体重的公鸡2只，于禁食一夜后从鸡翅静脉采血各5 mL左右，合为一个样品。其中，取一份全血留样（肝素抗凝）进行全血T淋巴细胞转化率指标测定；取第二份离心（3000转/分, 10 min）获得血清，于-20 ℃保存，以备测定新城疫（ND）、禽流感H5N1抗体效价以及血清中抗氧化指标和相关生化指标。

#### 2.1.4.3 组织样品采集与制备

于试验第42天，取采血后的2只试鸡屠宰，计算屠宰率、全进膛率、腹脂率、胸肌率和腿肌率；采集胸腺、脾脏和法氏囊，称重并计算免疫器官指数；取肝脏样品和部分胸肌样品用生理盐水0.65%冲洗，用滤纸吸取组织样品表面水分，装袋，置于-20℃保存，用于肝脏和胸肌中抗氧化指标；取腹脂、左侧胸肌和腿肌，称重后计算腹脂率、胸肌率和腿肌率，并测定肌肉的pH值、肉色、剪切力和失水率。

#### 2.1.4.4 盲肠样品采集与制备

于试验第42天，每个重复另外取1只试鸡，于实验室内解剖并结扎盲肠段，于

-20 ℃保存，用于盲肠大肠杆菌、沙门氏菌、乳酸杆菌和双歧杆菌数量的分析。

### 2.1.5 样品分析

#### 2.1.5.1 饲粮原料和饲粮样品

样品经硝酸和高氯酸湿法消化后，在IRIS IntrepidⅡ等离子体发射光谱仪（TE，

USA）上测定饲粮原料和饲粮中钙元素含量；饲粮原料和饲粮中的粗蛋白含量按

AOAC（1990）[115]中所述方法测定。

#### 2.1.5.2 血清生化指标

采用全自动生化分析仪分析血清中总蛋白、白蛋白、球蛋白、甘油三酯、总胆固醇、葡萄糖、尿酸、免疫球蛋白G、免疫球蛋白A、免疫球蛋白M(lgM)含量和谷草转氨酶、谷丙转氨酶、碱性磷酸酶和乳酸脱氢酶活性。

#### 2.1.5.3 抗氧化指标

采用比色法[116]用试剂盒（购自南京建成生物工程研究所）测定血清、肝脏和胸肌中MDA、TSOD和GSH-Px的含量。

#### 2.1.5.4 免疫指标

采用血凝抑制试验法[117]测定血清中新城疫、禽流感H5N1抗体滴度。采用MTT比色法[118]测定T淋巴细胞转化率。

#### 2.1.5.5 屠宰性能指标和免疫器官指数[119, 120]

根据以下公式，计算屠宰率、全净膛率、腹脂率、胸肌率、腿肌率和免疫器官指数。

（1）屠宰率（%）= 屠体重（g）×100 / 活重（g）

（2）全净膛率（%）=全净膛重（g）×100 / 活重（g）

（2）腹脂率（%）=腹脂重（g）/ 全净膛重（g）×100

（3）胸肌率（%）=左侧胸肌重（g）×2×100 / 全净膛重（g）

（4）腿肌率（%）=左侧腿净肌肉重（g）×2×100 / 全净膛重（g）

（5）免疫器官指数（%）=免疫器官重（g）×100 /活重（g）

#### 2.1.5.6 肉品质指标[121]

（1）肉色：屠宰后用全自动测色色差计（TC-PⅡG 型）立即测定胸、腿肉的

L\*值、a\*值和b\*值；

（2）失水率：取宰后24 h胸、腿肌肉样，称重（W1）后4℃悬挂24 h后，取下称肉样重（W2）。失水率按照公式失水率（%）=(W1-W2) /W1×100 进行计算；

（3）pH：屠宰后2 h内，用pH计（pH-211型）插入胸肉和腿肉中进行测定。

（4）剪切力：屠宰后24 h，用嫩度仪（C-LM型）测定。

#### 2.1.5.7 盲肠微生物菌群

将盲肠内容物进行稀释处理，采用平板法[122]测定肉仔鸡盲肠内容物中大肠杆菌和沙门氏菌的数量；亨氏管培养法[123]测定双歧杆菌数量；利用倾注平板法[123]测定乳酸杆菌的数量。

### 2.1.6 数据统计和处理

本试验数据采用SAS（2003）9.0软件[124]进行统计分析。以每个重复笼为试验单元，采用一般线性模型（GLM）法对各项数据进行方差分析。方差分析差异显著者，用最小显著差异（LSD）法检验各处理组平均数间的差异显著性。以0.10作为本研究中各项数据的差异显著性检验水平。

## 2.2 结果与讨论

### 2.2.1 不同水平黄酮锌对肉仔鸡Th长性能和死亡率的影响

试验处理组对1-21日龄和22-42日龄生长性能和死亡率的影响结果列于表2-3。

由表2-3可知，试验各处理组对1-21日龄生长阶段肉仔鸡平均日增重（ADG）、平均日采食量（ADFI）和耗料增重比（F/G）均无显著（P> 0.10）影响，但和空白组比，60、120 mg/kg黄酮锌处理组显著（*P*<0.10）降低了死亡率，与其他黄酮锌处理组、抗生素组间差异不显著（*P*> 0.10），且略低于黄芩黄酮对照组，组间差异不显著

（P> 0.10）。

试验各处理组对22-42日龄肉仔鸡ADG、ADFI和死亡率没有产生显著（P> 0.10）影响，但显著影响了耗料增重比。与空白对照组和黄芩黄酮组比，抗生素组耗料增重比与60、120 mg/kg黄酮锌组间差异均不显著（P> 0.10），但显著低于空白组和其他处理组，120 mg/kg黄酮锌添加水平组耗料增重比略低于60 mg/kg水平添加组，120

mg/kg添加组更有利于提高肉仔鸡后期生长阶段饲料转化率。

因此，综合考虑，120 mg/kg黄酮锌添加组更有利于肉仔鸡1-21日龄和22-42日龄阶段生长性能的发挥，能更有效的减少死亡率，其药效强于黄芩黄酮和抗生素组。

牟明生等[125]研究表明，在饲粮中添加1000、2000和4000 mg/kg的黄芩，结果发现，相比空白组，黄芩添加组可以促进1-21日龄的肉仔鸡生长，平均日增重较 0

mg/kg添加组有所增加，其中以1000 mg/kg添加组增加更为显著。梁英等[126]在肉仔鸡饲粮中添加0、100、200、和400 mg/kg的黄芩多糖提取物研究对0-49日龄肉仔鸡的生长性能的影响，结果表明添加适量的黄芩多糖在一定程度上可以提高肉仔鸡的生长性能，其中200 mg/kg添加组可显著提高肉仔鸡49日龄平均体重、平均日增重并

降低耗料增重比。本试验结果表明，黄芩黄酮类化合物螯合锌后更有利于1-21和22-42日龄的肉仔鸡生长性能的发挥，适宜的黄酮锌添加水平也能显著减少死亡率，其中以黄酮锌添加水平为120 mg/kg的处理组效果明显。饲粮添加黄酮锌60-240 mg/kg对肉仔鸡除前期死亡率和后期耗料增重比影响显著外，对肉仔鸡前期和后期的生长性能指标和死亡率无明显影响，但相比空白对照组，有一定的改善作用，其中以添加120

mg/kg黄酮锌组效果较好，说明肉仔鸡饲粮中添加120 mg/kg黄酮锌能取代抗生素更有利于提高饲料转化率，提高成活率，且药效强于黄芩黄酮。

**表 2-3** **黄酮锌肉仔鸡1-21日龄生长性能及死亡率的影响 1**

**Table** **2-3** Effects of dietary SZC on growth performance and mortality of 1-21 day **broilers**

日1日龄初重

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 龄 |  | （g） | （g/d ） | （g/d） | （g/g） | (%) |
|  | 空白组 | 36.5 | 33.5 | 46.3 | 1.38 | 3.33a |
|  | 60mg/kg 黄酮锌 | 36.5 | 33.8 | 47.4 | 1.40 | 0.00b |
| 21  日 | 120mg/kg 黄酮锌  180mg/kg 黄酮锌  240mg/kg 黄酮锌 | 36.5  36.5  36.5 | 33.2  33.7  32.8 | 44.4  47.2  45.0 | 1.34  1.40  1.37 | 0.00b  2.22ab 2.22ab |
| 龄 180mg/kg 黄芩黄酮 | | 36.5 33.8 | | 45.4 | 1.34 | 2.22ab |
| 抗生素组 | | 36.5 34.0 | | 46.1 | 1.36 | 0.00b |
| 集合标准误 | | 0.03 0.6 | | 1.1 | 0.03 | 1.74 |
| P 值 | | 0.6837 0.7874 | | 0.4607 | 0.4448 | 0.015 |

处理

平均日增重

平均日采食量

耗料/增重

死亡率

1 表示6个重复（n=6）的平均值。

a, b, c 同一列中具有不同上标字母的数值间差异显著(P＜0.10)。

**表 2-3** **黄酮锌肉仔鸡22-42日龄生长性能及死亡率的影响 1**

**Table** **2-3** Effects of dietary SZC on growth performance and mortality of 22-42 **day**

**broilers**

日42日龄末重

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 龄 （kg） | （g/d ） | （g/d） | （g/g） | (%) |
| 空白组 2.48 | 79.1 | 155 | 1.96ab | 1.19 |
| 60mg/kg 黄酮锌 2.53 | 81.0 | 159 | 1.94abc | 1.11 |
| 120mg/kg 黄酮锌 2.50 | 80.4 | 153 | 1.90bc | 1.19 |
| 42 180mg/kg 黄酮锌 2.54 | 81.7 | 161 | 1.97ab | 0.00 |
| 日 240mg/kg 黄酮锌 2.42 | 77.2 | 154 | 2.00a | 1.11 |
| 龄 180mg/kg 黄芩黄酮 2.48 | 79.0 | 153 | 1.94abc | 0.00 |
| 抗生素组 2.59 | 83.8 | 155 | 1.85c | 0.00 |
| 集合标准误 0.06 | 2.4 | 4 | 0.03 | 1.30 |
| P 值 0.5649 | 0.5767 | 0.858 | 0.021 | 0.3699 |

处理

平均日增重

平均日采食量

耗料/增重

死亡率

1 表示6个重复（n=6）的平均值。

a, b, c 同一列中具有不同上标字母的数值间差异显著(P＜0.10)。



图1 试验各处理组对22-42日龄肉仔鸡耗料增重比的影响

### 2.2.2 不同水平黄酮锌对肉仔鸡屠宰性能的影响

试验处理组对42日龄肉仔鸡屠宰性能的影响结果列于表2-4。

由表2-4可知，试验各处理组对42日龄肉仔鸡的屠宰率、全净膛率、胸肌率、腿肌率均无显著（P> 0.10）影响；但显著（*P* <0.05）影响了腹脂率。180 mg/kg黄酮锌处理组腹脂率显著（*P* <0.05）低于60、240 mg/kg处理组和抗生素组，略低于空白组、黄酮组和其他各处理组，但差异不显著。

牟明生[110]在饲粮中添加1000、2000和4000 mg/kg的黄芩，研究结果表明，42日龄肉仔鸡的免疫器官指数以1000 mg/kg处理组最高，但影响不显著。任成财[104]通过在饲粮中添加5、10、15和20 mg/kg黄芩黄酮对肉仔鸡的免疫器官指数进行了研究，结果表明除添加10 mg/kg黄芩黄酮组能显著升高49日龄的胸腺指数外，其他

处理组对49日龄肉仔鸡的免疫器官指数影响均不显著。张响英等[48]研究发现，仔公

猪注射大豆黄酮4周后对仔公猪的免疫器官指数也没有影响。本试验结果与以上试验结果相似。以上结果表明，本次试验条件下饲粮添加黄酮锌不影响肉仔鸡除腹脂率外的屠宰性能和免疫器官发育。但对腹脂率有显著影响（*P* <0.05）。腹脂率常作为畜禽肥度的衡量指标，说明黄酮锌对肉仔鸡内脂类的转运和沉积有一定的影响，从而在屠宰性能上有所表征。

**2-4 黄酮锌对42日龄肉仔鸡屠宰性能的影响**

Table 2-4 Effects of dietary SZC on carcass of broilers at 42 days of age1

| 处理 | 屠宰率 | 全净膛率 | 腹脂率 | 胸肌率 | 腿肌率 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 空白组 | 91.2 | 73.9 | 1.80bc | 26.8 | 19.7 |
| 60mg/kg 黄酮锌 | 91.3 | 74.4 | 2.14ab | 28.0 | 18.9 |
| 120mg/kg 黄酮锌 | 91.0 | 73.9 | 1.92abc | 27.2 | 19.9 |
| 180mg/kg 黄酮锌 | 90.5 | 74.1 | 1.73c | 27.8 | 20.4 |
| 240mg/kg 黄酮锌 | 91.0 | 73.9 | 2.24a | 27.4 | 20.1 |
| 180mg/kg 黄芩黄酮 | 91.4 | 74.8 | 2.01abc | 26.2 | 18.0 |
| 抗生素组 | 90.4 | 74.0 | 2.23a | 27.8 | 20.5 |
| 集合标准误 | 0.5 | 0.4 | 0.12 | 1.0 | 0.8 |
| P 值 | 0.6911 | 0.7278 | 0.0254 | 0.7979 | 0.2891 |

1 表示6个重复（n=6）的平均值。

a, b, c 同一列中具有不同上标字母的数值间差异显著(P＜0.10)。



图2 试验各处理组对42日龄肉仔鸡腹脂率的影响

### 2.2.3 不同水平黄酮锌对肉仔鸡肉品质的影响

试验各处理组对42日龄肉仔鸡pH值、剪切力和失水率的影响结果列于表2-5。试验各处理组对42日龄肉仔鸡胸肌、腿肌肉色的影响结果见表2-6。

由表2-5可知，试验各处理组除对42日龄肉仔鸡胸肌、腿肌pH值、剪切力及胸肌失水率没有显著（*P*> 0.10）影响，但显著（*P* <0.10）影响了腿肌失水率。与空白对照组相比，黄酮锌添加水平组、黄芩黄酮组及抗生素组腹脂率均有所降低，各处理组间相比，180 mg/kg、240 mg/kg黄酮锌处理组失水率较黄芩黄酮组、抗生素组低，其中240 mg/kg组最低，180 mg/kg次之。但各处理组间差异不显著（*P*> 0.10）。

由表2-6可知，试验各处理组对42日龄肉仔鸡胸肌、腿肌肉色L\*值、a\*值和胸肌b\*值均无显著（*P*> 0.10）影响。但对腿肌b值影响差异显著（*P* <0.10）。和空白对照组比，除抗生素组显著增高外，不同水平黄酮锌处理组、黄芩黄酮组与其差异不显著，以60 mg/kg添加水平组最低，120 mg/kg黄酮锌处理组次之，但黄酮锌各添加水平组间无显著（*P*> 0.10）差异。

以上结果表明，肉仔鸡饲粮中添加黄酮锌有助于降低42日龄肉仔鸡腿肌的失水率，从而改善肉品质，其中以180、240 mg/kg的黄酮锌添加水平效果最佳；但饲粮添加黄酮锌对肉仔鸡其余肉质指标无明显改善作用。李万军[127]通过肉仔鸡饲粮中添加复方中草药制剂对其肉品质的影响做了研究，其结果与本试验一致，即都显著降低了42日龄肉仔鸡的失水率。肌肉肌肉失水率可降低养分和风味损失，失水率越小，肉品质越好。本试验结果黄酮锌添加组能降低肌肉失水率，可能原因与黄酮类化合物的抗氧化性能有关。蒋守群[97]研究了大豆异黄酮对21日龄岭南快大型黄羽肉仔鸡的胸肌肉色的影响，结果发现，大豆异黄酮能稍微提高胸肌a\*值，降低L\*值，本试验结果与之有差异，可能与试验鸡种、添加成分的不同有关。

**表2-5 黄酮锌对42日龄肉仔鸡pH值、剪切力、失水率的影响 1**

**Table** **2-5** Effects of dietary SZC on pH value, shear force and filtration rate of broilers **at 42 days of age 1**

pH值剪切力(kg)失水率(%)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 胸肌 | 腿肌 |  | 胸肌 | 腿肌 |  | 胸肌 | 腿肌 |
| 空白组 | 6.53 | 6.63 |  | 2.70 | 2.09 |  | 4.85 | 6.72a |
| 60mg/kg 黄酮锌 | 6.53 | 6.59 |  | 2.80 | 1.79 |  | 4.43 | 5.65ab |
| 120mg/kg 黄酮锌 | 6.53 | 6.60 |  | 2.80 | 1.70 |  | 4.02 | 5.32abc |
| 180mg/kg 黄酮锌 | 6.51 | 6.59 |  | 2.50 | 1.88 |  | 4.39 | 4.19bc |
| 240mg/kg 黄酮锌 | 6.51 | 6.61 |  | 3.60 | 1.92 |  | 4.22 | 3.52c |
| 180mg/kg 黄芩黄酮 | 6.57 | 6.66 |  | 3.43 | 1.79 |  | 4.43 | 4.71bc |
| 抗生素组 | 6.55 | 6.66 |  | 3.13 | 1.91 |  | 3.89 | 3.83bc |
| 集合标准误 | 0.03 | 0.03 |  | 0.05 | 0.19 |  | 0.48 | 0.59 |
| P 值 | 0.6616 | 0.2388 |  | 0.4415 | 0.8433 |  | 0.8590 | 0.0112 |

处理

1 表示6个重复（n=6）的平均值。

a, b, c 同一列中具有不同上标字母的数值间差异显著(P＜0.10)。



图3 试验各处理组对42日龄肉仔鸡腿肌失水率的影响

**表2-6** **黄酮锌对42日龄肉仔鸡肉色的影响 1**

**Table** **2-6** Effects of dietary SZC on incarnadine of broilers at 42 days of age **1**

L\*值a\*值b\*值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 胸肌 | 腿肌 |  | 胸肌 | 腿肌 |  | 胸肌 | 腿肌 |
| 空白组 | 57.5 | 56.1 |  | 9.39 | 8.01 |  | 18.2 | 15.5bc |
| 60mg/kg 黄酮锌 | 59.2 | 56.5 |  | 9.06 | 7.44 |  | 17.9 | 14.3c |
| 120mg/kg 黄酮锌 | 58.6 | 56.7 |  | 9.08 | 7.52 |  | 18.2 | 15.4bc |
| 180mg/kg 黄酮锌 | 58.9 | 58.4 |  | 8.74 | 6.8 |  | 20.1 | 16.3ab |
| 240mg/kg 黄酮锌 | 58.7 | 57.4 |  | 8.22 | 7.32 |  | 18.2 | 15.8ab |
| 180mg/kg 黄芩黄酮 | 58.9 | 56.2 |  | 9.14 | 6.60 |  | 18.5 | 15.7b |
| 抗生素组 | 58.2 | 57.2 |  | 8.60 | 7.17 |  | 18.8 | 17.1a |
| 集合标准误 | 1.1 | 0.6 |  | 0.32 | 0.39 |  | 0.6 | 0.4 |
| P 值 | 0.9565 | 0.1062 |  | 0.1968 | 0.2338 |  | 0.2754 | 0.0049 |

处理

1 表示6个重复（n=6）的平均值。

a, b, c 同一列中具有不同上标字母的数值间差异显著(P＜0.10)。

### 2.2.4 不同水平黄酮锌对肉仔鸡血清Th化指标的影响

试验各处理组对21日龄、42日龄肉仔鸡血清生化指标的影响结果如下表2-7。由表2-7可知，试验中各处理组除21日龄肉仔鸡血清中总蛋白、球蛋白、葡萄

糖等各类生化指标均无显著（*P*<0.10）影响。对42日龄肉仔鸡血清中除IgM含量影响显著（*P* = 0.008）外对其余各项血清生化指标也均无显著影响（*P*> 0.05）。与对空白对照组比，21-42日龄肉仔鸡饲粮中添加180 mg/kg黄酮锌水平较其他处理组显著提高血清IgM含量，略高于空白组、黄芩黄酮组和抗生素组，但组间差异均布显著；

120 mg/kg 黄酮锌组甘油三酯含量在数值上最低，比黄芩黄酮组抗生素组和180

mg/kg黄酮锌组分别低27.3%、15.8%和17.9%。因此，180 mg/kg黄酮锌处理组有助于提高42日龄肉仔鸡血浆IgM含量，降低甘油三酯含量，且功效强于黄芩黄酮和抗生素组。

血液中含有如抗体、脂类、糖类、酶、激素、氧、无机盐、各种离子、和细胞代

谢产物等各种营养成分，生物机体的一些生理、病理等变化通常会导致血液成分的改变，因此对血液成分进行检测有着重要的临床意义，如监测治疗效果，确定病情等。任成财[104]研究发现黄芩黄酮添加组对肉仔鸡49日龄血清白蛋白、IgA、IgG和IgM含量影响均不显著，这与本试验结果相一致，说明黄芩类化合物对血清生化指标没有明显影响。但相比不添加组，随黄芩黄酮添加水平的升高血清白蛋白和IgM含量有升高的趋势。这点与本试验结果不一致，原因有待进一步求证。

以上结果表明，本次试验条件下饲粮添加黄酮锌不影响除肉仔鸡血清IgM含量外的血清生化指标。但对肉仔鸡血清IgM含量有显著影响（*P* <0.05）。

黄酮锌对肉仔鸡生长性能及免疫指标的影响

**表2-7** **黄酮锌对肉仔鸡血浆生化指标的影响 1**

**Table** **2-7** **Effects of dietary SZC on serum biochemical indicators of broilers1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 日 总蛋白 | | 白蛋白 | 球蛋白 | 葡萄糖 | 尿酸 | 甘油三酯 | 总胆固醇 | 免疫球蛋白 免疫球蛋 免疫球蛋 谷草转 碱性磷 | | | | |
|  | (g/L) | (g/L) | (g/L) | (mmol/L) | (umol/L) | (mmol/L) | (mmol/L) | G（U/L） | (U/L) | (U/L) | (U/L) | (U/L) |
| 空白组 | 22.7 | 13.5 | 9.14 | 9.98 | 268 | 0.51 | 3.33 | 2.26 | 2.36 | 2.11 | 89 | 5619 |
| 60mg/kg 黄酮锌 | 22.6 | 14.1 | 8.49 | 9.53 | 238 | 0.46 | 3.41 | 2.36 | 2.45 | 1.98 | 108 | 5381 |
| 120mg/kg 黄酮锌 | 23.5 | 15.1 | 8.39 | 10.16 | 256 | 0.45 | 3.37 | 2.31 | 2.51 | 2.15 | 120 | 6609 |
| 21 180mg/kg 黄酮锌 | 19.1 | 13.3 | 5.76 | 9.37 | 296 | 0.48 | 3.33 | 2.30 | 2.48 | 1.98 | 100 | 7025 |
| 日 240mg/kg 黄酮锌 | 21.3 | 14.2 | 7.12 | 9.01 | 206 | 0.46 | 3.24 | 2.20 | 2.39 | 2.07 | 107 | 6094 |
| 龄 180mg/kg 黄芩黄酮 | 20.3 | 14.1 | 6.26 | 9.34 | 276 | 0.48 | 3.31 | 2.09 | 2.30 | 2.10 | 105 | 5700 |
| 抗生素组 | 21.3 | 13.1 | 8.23 | 9.68 | 253 | 0.42 | 3.27 | 2.54 | 2.44 | 2.13 | 97 | 5999 |
| 集合标准误 | 1.6 | 1.0 | 1.29 | 0.43 | 33 | 0.04 | 0.21 | 0.20 | 0.08 | 0.09 | 12 | 638 |
| P 值 | 0.5036 | 0.8347 | 0.4689 | 0.5414 | 0.5910 | 0.7928 | 0.9989 | 0.8106 | 0.6414 | 0.7874 | 0.8888 | 0.5633 |
| 空白组 | 29.8 | 16.2 | 13.6 | 8.23 | 199 | 0.35 | 2.80 | 2.14 | 2.10 | 2.83ab | 128 | 1849 |
| 60mg/kg 黄酮锌 | 29.1 | 16.6 | 12.5 | 7.36 | 224 | 0.37 | 3.10 | 2.14 | 2.19 | 2.16c | 155 | 1815 |
| 120mg/kg 黄酮锌 | 27.6 | 16.8 | 10.8 | 8.09 | 256 | 0.32 | 2.90 | 1.94 | 1.97 | 2.28bc | 138 | 1334 |
| 42 180mg/kg 黄酮锌 | 28.7 | 17.5 | 11.2 | 8.12 | 235 | 0.39 | 3.14 | 2.00 | 1.97 | 2.87a | 156 | 1386 |
| 日 240mg/kg 黄酮锌  龄 | 28.9 | 16.7 | 12.2 | 7.83 | 189 | 0.35 | 3.01 | 2.43 | 2.25 | 2.24c | 121 | 1143 |
| 180mg/kg 黄芩黄酮 | 29.4 | 15.9 | 13.5 | 8.05 | 295 | 0.44 | 3.22 | 2.01 | 2.02 | 2.59abc | 176 | 1334 |
| 抗生素组 | 27.9 | 16.8 | 11.1 | 7.84 | 223 | 0.38 | 3.15 | 2.10 | 2.14 | 2.37abc | 143 | 1461 |
| 集合标准误 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 0.32 | 32 | 0.03 | 0.17 | 0.20 | 0.16 | 0.17 | 23 | 279 |
| P 值 | 0.6349 | 0.9043 | 0.4670 | 0.5685 | 0.3002 | 0.2821 | 0.6098 | 0.6955 | 0.8242 | 0.0299 | 0.6657 | 0.5463 |

龄处理

白A白 M

氨酶酸酶

1 表示6个重复（n=6）的平均值。

a, b, c 同一列中具有不同上标字母的数值间差异显著(P＜0.10)。

24



图4 试验各处理组对42日龄肉仔鸡血清IgM含量的影响

### 2.2.5 不同水平黄酮锌对肉仔鸡免疫器官的影响

试验各处理组对42日龄肉仔鸡免疫器官的影响结果如下表2-8。

由表2-8可知，试验各处理组对42日龄肉仔鸡脾脏、胸腺和法氏囊指数（P> 0.10）均无显著影响。从数值上看，除抗生素组外，180 mg/kg黄酮锌添加组法氏囊指数略高于空白组和其他各处理组，比空白组和黄芩黄酮组分别高7.14%、15.4%。

脾脏、胸腺和法氏囊禽类重要的免疫器官，是机体形成并分化免疫细胞，产生抗体的主要场所，是反应机体免疫状态的重要指标。任成财[104]研究了黄芩黄酮对肉仔鸡免疫器官的影响，结果表明，10 mg/kg黄酮黄酮显著提高了49日龄肉仔鸡胸腺指数，但胸腺，脾脏影响均不显著，梁英[107]等研究报道，饲粮中添加200 mg/kg黄芩多糖对49日龄肉仔鸡脾脏影响不显著，但对法氏囊和胸腺指数有显著的影响。这与本试验结果相类似，说明黄芩类化合物对肉仔鸡免疫器官指数有一定改善作用。

**表2-8** **黄酮锌对42日龄肉仔鸡免疫器官指数的影响 1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 脾脏 | 胸腺 | 法氏囊 |
| 空白组 | 0.11 | 1.01 | 0.14 |
| 60mg/kg 黄酮锌 | 0.13 | 0.89 | 0.13 |
| 120mg/kg 黄酮锌 | 0.12 | 0.92 | 0.11 |
| 180mg/kg 黄酮锌 | 0.12 | 0.89 | 0.15 |
| 240mg/kg 黄酮锌 | 0.12 | 0.81 | 0.12 |
| 180mg/kg 黄芩黄酮 | 0.12 | 0.93 | 0.13 |
| 抗生素组 | 0.12 | 0.84 | 0.15 |
| 集合标准误 | 0.01 | 0.06 | 0.01 |
| P 值 | 0.8013 | 0.3952 | 0.1794 |

**Table** **2-8** **Effects of dietary SZC on immune organ index of broilers at 42 days of age1**

1 表示6个重复（n=6）的平均值。

### 2.2.6 不同水平黄酮锌对肉仔鸡血浆、肝脏和胸肌抗氧化能力的影响

试验各处理组对21和42日龄肉仔鸡血浆、肝脏和胸肌抗氧化的影响结果列于表2-9

由表2-9可知，试验中各处理组对21日龄肉仔鸡血浆中MDA、TSODH和GSH活性均无显著影响（*P*> 0.10）。从数值上看，1-21日龄生长阶段黄酮锌水平添加组MDA含量较空白对照组和抗生素组有降低的趋势，以180 mg/kg黄酮锌组最低，比空白对照组和抗生素组分别低5.66 %和11.50%。

试验中各处理组对42日龄肉仔鸡血清中MDA含量、TSOD和GSH-Px活性没有显著

（*P*> 0.10）影响。42日龄生长阶段MDA含量抗生素组趋于最高，240 mg/kg黄酮锌组最低，比空白组、黄芩黄酮组和抗生素组分别低26.9 %、24.5%和34.4%；肉仔鸡血浆TSOD活性黄酮锌处理组、黄芩黄酮组均高于空白组，以180 mg/kg黄酮锌组活性最好；180 mg/kg黄酮锌处理组GSH-PX活性均高于其他各处理组，比黄芩黄酮组和抗生素组分别高7.23%、6.78%；但组间差异均不显著，其中以180 mg/kg黄酮锌组处理效果最好。综上，添加适宜水平的黄酮锌能替代抗生素提高1-21和22-42日龄的抗氧化功能，且药效强于黄芩黄酮，以180 mg/kg最好。

由表2-10可知，试验各处理组对42日龄肉仔鸡肝脏和胸肌的MDA含量、胸肌的TSOD及GSH-PX活性均无显著影响（*P*> 0.10），但对42日龄肉仔鸡肝脏中TSOD及GSH-PX活性影响显著（*P* <0.05）。与空白对照组相比，抗生素组肝脏TSOD活性显著提高，但与黄酮锌各处理组及黄芩黄酮组间差异均不显著，各处理组中以180、240 mg/kg黄酮锌添加组效果较好，均高于黄芩黄酮组，但组间差异不显著；肝脏中GSH-PX活性以180 mg/kg黄酮锌添加组最高，显著高于空白对照组、黄芩黄酮组和其他黄酮锌处理组，比抗生素组高23.3 %，但差异不显著；从数值上看，180 mg/kg黄酮锌处理组、黄芩黄酮组胸肌TSOD活性最高，抗生素组最低；胸肌GSH-PX活性除抗生素组外，120、180 mg/kg黄酮锌处理组效果最好，其GSH-PX活性比黄芩黄酮组分别高35.7%和29.93%。因此，综合肝脏、胸肌重抗氧化指标考虑，以180 mg/kg黄酮锌添加组效果最好，其抗氧化效果比黄芩黄酮和抗生素组较好。

SOD是机体内超氧自由基的主要清除剂，对维持生物膜完整，提高机体免疫功能有重要作用，GSH-PX可保护线粒体不被破坏，阻止体内脂质过氧化反应和MDA的生成等。魏建文

[33]研究表明，黄酮类化合物主要活性成分黄芩素和黄芩苷均能降低肝组织MDA含量，增加肝细胞的SOD活性，降低肝损伤程度。崔雄等[69]试验得出了与之相类似的结果，研究发现黄芩苷可使大鼠急性肝损伤血清中的GSH-PX、SOD活性明显升高，MDA含量降低，说明黄芩苷对肝损伤有保护作用，其机制可能与黄芩苷的抗自由基脂质过氧化作用有密切关系。程忠刚等[128]研究发现大豆黄酮使肥育猪机体的SOD和GSH-PX活性升高，MDA含量降低。说明黄酮类化合物具有提高动物机体抗氧化功能。本试验中，黄芩黄酮处理组较空白对照组具有一定的抗氧化效果，能够提高胸肌TSOD活性，与以上说法一致。本试验结果还发现，当黄芩黄酮类化合物螯合锌后，即饲粮中添加适宜水平的黄酮锌对肝脏中SOD和GSH-PX有显著影响，效果强于黄芩黄酮和抗生素组，具体氧化效果及机理有待进一步证实。

**表2-9 黄酮锌对肉仔鸡血浆抗氧化指标的影响**

Table 2-9 Effects of dietary SZC on plasma oxidation indicators of broilers1

| 日龄 | 处理 | 丙二醛  (nmol/mgprot) | 总超氧化物歧化酶  (NU/mL) | 谷胱甘肽过氧化物酶  (U/mL) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 空白组 | 3.18 | 176 | 183 |
|  | 60mg/kg 黄酮锌 | 4.30 | 199 | 181 |
|  | 120mg/kg 黄酮锌 | 3.08 | 209 | 176 |
|  | 180mg/kg 黄酮锌 | 3.00 | 205 | 207 |
| 21 日龄 | 240mg/kg 黄酮锌 | 3.43 | 196 | 210 |
|  | 180mg/kg 黄芩黄酮 | 2.96 | 211 | 232 |
|  | 抗生素组 | 3.39 | 204 | 234 |
|  | 集合标准误 | 0.36 | 12 | 24 |
|  | P 值 | 0.1635 | 0.4182 | 0.4442 |
|  | 空白组 | 5.21 | 230 | 771 |
|  | 60mg/kg 黄酮锌 | 4.02 | 233 | 566 |
|  | 120mg/kg 黄酮锌 | 4.56 | 249 | 640 |
|  | 180mg/kg 黄酮锌 | 5.39 | 257 | 756 |
| 42 日龄 | 240mg/kg 黄酮锌 | 3.80 | 239 | 658 |
|  | 180mg/kg 黄芩黄酮 | 4.73 | 254 | 705 |
|  | 抗生素组 | 5.79 | 227 | 708 |
|  | 集合标准误 | 0.53 | 12 | 64 |
|  | P 值 | 0.1141 | 0.4207 | 0.3016 |
| 1 表示 6 个重复（n=6）的平均值。 | |  |  |  |



图5 试验各处理组对42日龄肉仔鸡血浆MDA含量的影响

**表2-10 黄酮锌对42日龄肉仔鸡肝脏、胸肌抗氧化指标的影响 1**

**Table** **2-10** Effects of dietary **SZC on liver and muscle oxidation indicators of broilers at 42 days of age1**

丙二醛

处理(nmol/mgprot)

总超氧化物歧化酶

(NU/mL)

谷胱甘肽过氧化物酶

(U/mL)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 肝脏 | 胸肌 | 肝脏 | 胸肌 | 肝脏 | 胸肌 |
| 空白组 | 0.719 | 0.220 | 195b | 27.2 | 31.3b | 3.58 |
| 60mg/kg 黄酮锌 | 0.697 | 0.252 | 198b | 28.7 | 29.0b | 4.32 |
| 120mg/kg 黄酮锌 | 0.523 | 0.228 | 216ab | 25.4 | 31.8b | 3.99 |
| 180mg/kg 黄酮锌 | 0.639 | 0.203 | 230ab | 29.4 | 43.4a | 3.82 |
| 240mg/kg 黄酮锌 | 0.576 | 0.215 | 237ab | 25.5 | 28.3b | 3.48 |
| 180mg/kg 黄芩黄酮 | 0.748 | 0.224 | 223ab | 29.7 | 29.2b | 2.94 |
| 抗生素组 | 0.612 | 0.213 | 268a | 24.7 | 35.2ab | 5.26 |
| 集合标准误 | 0.102 | 0.018 | 16 | 1.7 | 3.0 | 0.62 |
| P 值 | 0.7153 | 0.6225 | 0.0820 | 0.1937 | 0.0472 | 0.3709 |

1 表示6个重复（n=6）的平均值。

a, b 同一列中具有不同上标字母的数值间差异显著(P＜0.10)。



图6 试验各处理组对42日龄肉仔鸡肝脏TSOD活性的影响



图6 试验各处理组对42日龄肉仔鸡肝脏GSH-Px活性的影响

### 2.2.7 不同水平黄酮锌对肉仔鸡抗体滴度和T淋巴细胞转化率的影响

试验处理组对42 日龄肉仔鸡抗体滴度和T淋巴细胞转化率的影响结果列于表

2-11.

因21日龄肉仔鸡禽流感抗体滴度未检测出，故表中没有21日龄肉仔鸡禽流感抗

体滴度的结果。由表2-11可知，试验各处理组对21和42日龄肉仔鸡新城疫抗体滴度、T淋巴细胞转化率和42日龄肉仔鸡禽流感抗体滴度均无显著影响（*P*> 0.10）。黄酮锌处理组除240 mg/kg黄酮锌添加组外对42日龄新城疫抗体滴度均高于空白组，

其中以180 mg/kg黄酮锌处理组效果最好，比黄芩黄酮组、抗生素组分别高12.4% 和

6.0%。

张响英等[48]采用微量全血培养法测定了注射大豆黄酮4周后仔公猪血清中T-淋巴细胞转换率，结果发现注射大豆黄酮对仔公猪血清中T-淋巴细胞转化率没有产生影响。舒荣华等[92]试验也发现黄芩甙锌对T淋巴细胞百分率也没有显著影响。本试验中，黄芩黄酮组相比空白对照组对21日、42日龄肉仔鸡新城疫抗体滴度、禽流感抗体滴度和T淋巴细胞转化率均未发生显著影响，对细胞免疫和体液免疫功能的影响有待进一步研究。但添加一定量的黄酮锌较黄酮组和抗生素组对肉仔鸡免疫功能有提高的趋势，目前在动物生产上还未见报道，有待进一步研究。

**表2-11 黄酮锌对肉仔鸡抗体滴度和T淋巴细胞转化率的影响 1**

Table 2-11 Effects of dietary SZC on degree of antibody and T lymphocyte conversion rate of broilers1

| 日龄 | 处理 | 新城疫抗体滴度  (log2) | 禽流感抗体滴度  (log2) | T 淋巴细胞转化率  (%) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 空白组 | 4.17 | - | 87.5 |
|  | 60mg/kg 黄酮锌 | 3.40 | - | 88.4 |
|  | 120mg/kg 黄酮锌 | 3.83 | - | 95.8 |
|  | 180mg/kg 黄酮锌 | 3.83 | - | 82.1 |
| 21 日龄 | 240mg/kg 黄酮锌 | 4.00 | - | 76.3 |
|  | 180mg/kg 黄芩黄酮 | 4.67 | - | 80.9 |
|  | 抗生素组 | 4.17 | - | 90.8 |
|  | 集合标准误 | 0.42 | - | 4.6 |
|  | P 值 | 0.5715 | - | 0.1142 |
|  | 空白组 | 2.83 | 7.33 | 94.5 |
|  | 60mg/kg 黄酮锌 | 2.50 | 8.33 | 89.1 |
|  | 120mg/kg 黄酮锌 | 2.50 | 7.33 | 97.1 |
|  | 180mg/kg 黄酮锌 | 3.00 | 7.50 | 95.5 |
| 42 日龄 | 240mg/kg 黄酮锌 | 1.67 | 8.17 | 93.4 |
|  | 180mg/kg 黄芩黄酮 | 2.67 | 7.33 | 94.4 |
|  | 抗生素组 | 2.83 | 8.17 | 94.6 |
|  | 集合标准误 | 0.44 | 0.50 | 5.7 |
|  | P 值 | 0.4526 | 0.5430 | 0.9914 |

1 表示6个重复（n=6）的平均值。

“-”代表未检出。

### 2.2.8 不同水平黄酮锌对肉仔鸡盲肠微Th物的影响

试验处理组对42日龄肉仔鸡盲肠微生物的影响结果列于表2-12。

由表2-12可知，黄酮锌处理组、黄芩黄酮组和抗生素组对42日龄肉仔鸡盲肠中大肠杆菌、沙门氏菌、双歧杆菌及乳酸杆菌数量均无显著影响，且黄酮锌处理组间差异也不显著（*P* > 0.10）。60 mg/kg 黄酮锌组双歧杆菌数量最多，抗生素组最少。与空白组比，180 mg/kg黄酮锌处理组有提高乳酸杆菌数量的趋势。因此，肉仔鸡饲粮中添加180 mg/kg水平黄酮锌组有提高42日龄盲肠微生物益生菌群，降低有害菌群的趋势。

任成财[104]研究表明，黄芩黄酮处理组显著降低了42日龄肉仔鸡新鲜粪便中的大肠杆菌和沙门氏菌的数量，但对乳酸杆菌和双歧杆菌均无显著影响。魏述永[59]等发现从黄芩中提取的有效成分能有效的抑制沙门氏菌的活性。牟明生等[110]发现饲粮中添加1000、2000和4000 mg/kg的黄芩有显著提高21日龄肉仔鸡盲肠中乳酸杆菌的数量，但对42日龄肉仔鸡盲肠中乳酸杆菌和肠杆菌数量影响均不显著。本试验结果表明，42日龄肉仔鸡饲粮中添加一定水平的黄芩黄酮较空白对照组对盲肠微生物菌群均没有显著影响，与以上结果存在差异。另外，本试验中，添加不同水平的黄酮锌处理组较空白组、黄芩黄酮对照组差异不显著，但适宜水平的黄酮锌有降低有害菌数量提高有益菌群的数量的趋势，效果好于黄芩黄酮，可能是黄芩黄酮类化合物螯合锌后增强了黄芩黄酮化合物的生物学功能，其作用机理有待进一步研究。

Table 2-12 Effects of dietary SZC on appendix microbial flora of broilers at 42 days of age1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 大肠杆菌  (LgCFU)/g | 沙门氏菌  (LgCFU)/g | 双歧杆菌  (LgCFU)/g | 乳酸杆菌  (LgCFU)/g |
| 空白组 | 8.23 | 4.29 | 7.07 | 6.52 |
| 60mg/kg 黄酮锌 | 7.36 | 4.87 | 7.25 | 6.29 |
| 120mg/kg 黄酮锌 | 7.92 | 5.07 | 6.71 | 6.56 |
| 180mg/kg 黄酮锌 | 8.12 | 4.47 | 6.55 | 6.69 |
| 240mg/kg 黄酮锌 | 7.83 | 4.46 | 6.80 | 6.63 |
| 180mg/kg 黄芩黄酮 | 8.05 | 5.10 | 6.70 | 6.73 |
| 抗生素组 | 7.84 | 4.26 | 6.33 | 6.80 |
| 集合标准误 | 0.34 | 0.29 | 0.23 | 0.32 |
| P 值 | 0.6430 | 0.3546 | 0.1574 | 0.9842 |
| 1 表示 6 个重复（n=6）的平均值。 | |  |  |  |

# **3** 结论及建议

## 3.1 结 论

1. 饲粮添加黄酮锌对肉仔鸡免疫器官发育、血清生化绝大部分指标、体液和细胞免疫功能、盲肠菌群数量均无明显影响。

2. 120 mg/kg黄酮锌组显著降低了1-21日龄肉仔鸡死亡率，且有利于肉仔鸡生长性能的发挥。

3. 180 mg/kg黄酮锌添加组显著降低了42日龄肉仔鸡腹脂率、腿肌失水率，提高了42日龄肉仔鸡血清中IgM含量、肝脏中TSOD和GSH-Px活性，其作用效果除腹脂率显著低于抗生素组外，与抗生素组没有显著差异且优于黄芩黄酮组。

4. 建议1-21日龄肉仔鸡玉米-豆粕实用饲粮中黄酮锌添加水平为120 mg/kg; 22-42日龄玉米-豆粕实用饲粮中黄酮锌添加水平为180 mg/kg。

## 3.2 创新点

1. 将黄酮锌产品首次用于肉仔鸡的研究，探究了黄酮锌水平对肉仔鸡生长性能、血清生化指标、免疫功能、抗氧化指标、肠道菌群及屠宰性能和肉品质的影响。

2. 试验得出1-21和22-42日龄肉仔鸡玉米-豆粕饲粮中黄酮锌添加剂量。

## 3.3 有待进一步研究的问题

1. 因为黄酮锌产品首次在AA肉鸡饲粮中添加进行试验，其对肉仔鸡的作用效果及其作用机理，有待进一步研究。

2. 由于本试验肉仔鸡饲粮所添加黄酮锌产品成分复杂，对肉仔鸡产生生物学效应的确切有效成分尚不明确，有待进一步探究说明。

参考文献

[1]金立志，植物提取物在动物生产中的应用研究及发展前景[J]. 中国畜牧杂志, 2007, 43: 11~17.

[2]徐启杰， 中草药的发展及应用[J]. 中国牧业通讯, 2006, 20: 78~80.

[3]李英华，吕秀阳，刘霄，等. 中药配位化学研究进展[J]. 中国中药杂志, 2006, 31: 1309~1313.

[4]曹治权. 中药微量元素研究的最新进展和展望[J]. 广东微量元素科学, 1997, 4：

9~16.

[5]石玉鹏， 石俊英. 黄芩的研究进展[J]. 食品与药品, 2010, 12: 453.

[6]何春年，彭勇，肖伟，等. 黄芩地上部分与根部的化学成分比较研究[J]. 中国现代中药, 2011, 13: 32~35.

[7]李作平，卫恒巧. 黄芩属植物化学成分的研究概况[J]. 国外医药, 1994, 9: 147~156.

[8]孙丽莉， 范锡英， 张冬红. 黄芩微量元素的含量分析[J]. 微量元素与健康研究，

2005, 22: 68.

[9]刘雄， 高建德. 黄芩研究进展[J]. 甘肃中医学院学报, 2007, 24: 46~51.

[10]高平章，吴洪，黄俊来，等. 黄芩中黄酮类成分在组织损伤中抗氧化作用的研究进展[J]. 海峡药学, 2009, 21: 1~4.

[11]高中洪，黄开勋，徐辉碧. 黄芩中黄酮类生物活性的研究进展[J]. 中国药学杂志, 1998, 33: 705~707.

[12]胡世林，冯学锋. 黄芩研究的某些新进展[J]. 中国药学杂志, 2001, 36: 728~731.

[13]谢鹏，张敏红. 黄酮类化合物对动物免疫功能的影响[J]. 动物营养学报, 2005, 17: 17~20.

[14]李荣， 李俊. 黄酮类化合物药理活性及其构效关系研究进展[J]. 安徽医药, 2005，

9: 481~483.

[15]曹纬国，刘志勤，邵云，等. 黄酮类化合物药理作用的研究进展[J]. 西北植物学报, 2003, 12: 2247。

[16]延玺，刘会青，邹永青，等. 黄酮类化合物生理活性及合成研究进展[J]. 有机化学, 2008, 28: 1534~1544.

[17]朱海扬，曾慧兰. 黄酮类化合物药理作用的研究进展[J]. ft东医药, 2009, 49: 114~115.

[18]王晋楠， 邵长江， 贺殿， 等. 黄芩的新型提取方法研究.中国药学会学术年会暨第

八届中国药师周论文集[C].石家庄： 中国药学会, 2008。

[19]黄贤荣， 于燕莉， 董淑荣. 国内常用的黄芩有效成分提取分离方法简介[J]. 实用

医药杂志, 2012, 29: 267~269.

[20]钟地长，张淑凤，陈振锋，等. 天然产物黄酮类化合物的提取、纯化及其金属配合物的研究进展[J]. 化学世界, 2007, 47: 561~564.

[21]王宏志. 酶法提取黄芩有效成分研究[J]. 天津大学学报, 2007, 78。

[22]郭雪峰，岳永德. 黄酮类化合物的提取、分离纯化和含量测定方法的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2007, 35: 8083~8086.

[23] Lu H-T, Jiang Y, Chen F. Application of preparative high-speed counter-current chromatography for separation of chlorogenic acid from Flos Lonicerae[J]. Journal of Chromatography A. 2004, 1026: 185~190.

[24]徐晓英， 安睿， 王新宏， 等. 黄芩的调节性提取工艺研究[J]. 时珍国医国药, 2009，

20: 433~434.

[25]金敏. 黄芩中黄酮类化学成分研究进展[J]. 中国民族医药杂志, 2008, 14: 55~56.

[26]张建春，张华，施瑛，等. 黄芩苷的研究近况[J]. 时珍国医国药, 2005, 16: 247~249.

[27]王川， 赵雪梅， 郝吉福， 等. 新技术和新剂型改善黄芩苷生物利用度的研究进展

[J]. 中成药, 2012, 3: 545~549.

[28]张喜平，田华，程琪辉. 黄芩苷的药理作用研究现状[J]. 中国药理学通报, 2003, 19: 1212~1215.

[29]延卫东， 王瑞君， 何琰， 等. 黄芩苷药理作用研究进展[J]. 陕西中医, 2002, 23:

1127~1129.

[30]崔岚，袁静，王平全. 黄芩苷药理作用研究进展[J]. 中国医院药学杂志, 2000, 20: 685~686.

[31]张喜平， 李宗芳， 刘效恭. 黄芩素的药理学研究概况[J]. 中国药理学通报, 2001，

17: 711~713.

[32]许文杰，丁启龙. 黄芩素的药理学研究进展[J]. 江苏药学与临床研究, 2006, 14: 35~39.

[33]魏建文. 黄芩素的提取分离和活性研究[D]. ft东: ft东中医药大学, 2009。

[34]李雪，郭艳霞，任慧霞. 黄芩苷和黄芩素的最新提取方法与应用研究. 2008 年中国药学会学术年会暨第八届中国药师周论文集[C]. 石家庄： 中国药学会, 2008。

[35]宋成岩，刘宇，朴锦花，等. 黄芩抗氧化化学成分的研究[J]. 时珍国医国药, 2007, 18: 856~857.

[36]黄河胜， 马传庚， 陈志武. 黄酮类化合物药理作用研究进展[J]. 中国中药杂志，

2000, 25: 589~592.

[37]张曦， 李宏. 黄芩及其有效成分的药理学研究进展[J]. 天津药学, 2000, 12: 8~11.

[38]马爱团， 钟秀会，孟立根，等. 黄芩黄酮药理研究概况[J]. 中国兽医杂志, 2006, 42：

39~40.

[39]莫金钢. 黄芩苷的提取分离及结构修饰[D]. 沈阳： 东北师范大学, 2007。

[40]万明，宋永钢，杨菠. 黄酮类化合物的药理作用及其在食品工业中的应用[J]. 江西食品工业, 2007, 3: 54。

[41]刘莉华， 宛晓春， 李大祥. 黄酮类化合物抗氧化活性构效关系的研究进展（综述）

[J]. 安徽农业大学学报, 2002, 29: 265~270.

[42]梁英，韩鲁佳. 黄芩中黄酮类化合物药理学作用研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2003, 8: 9~14.

[43]杨滨， 梁日欣， 周晓宁， 等. 黄芩脂质过氧化抑制率与有效成分含量的相关性研

究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33: 2019~2022.

[44]杨涛，梁康，侯纬敏，等. 四种中草药成分对醛耱还原酶和脂类过氧化的抑制作用[J].生物化学杂志,1992, 8(2)：169~173.

[45] Jung S, Kang K, Ji D, et al. The flavonoid baicalin counteracts ischemic and oxidative insults to retinal cells and lipid peroxidation to brain membranes[J]. Neurochemistry international, 2008, 53: 325~337.

[46]邹浩军， 明亮. 黄酮类化合物抗炎免疫及抗衰老药理研究进展（综述）[J]. 安徽卫

生职业技术学院学报, 2003, 6: 48~50.

[47]张荣庆， 韩正康. 黄酮类化合物对小鼠免疫功能和血中β-内啡肽水平的影响[J].

中国免疫学杂志, 1994, 10: 91~92.

[48]张响英，王根林，唐现文，等. 大豆黄酮对仔公猪细胞免疫功能的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2005, 1: 31~32.

[49]张艳. 黄芩苷和黄芩素的抗炎和免疫调控作用研究[D]. 上海：第二军医大学, 2012。

[50]谷子林， 马学会， 武现军， 等. 大豆黄酮对产蛋鸡免疫功能的影响[J]. 中国畜牧

杂志, 2004, 40: 15~17.

[51]黄爱玲. 黄酮类化合物药理作用研究进展[J]. 安徽农学通报, 2007, 13: 71-72.

[52]祝双来，黄洪林. 黄芩黄酮类化合物抗炎作用机制研究进展[J]. 江西中医学院学报, 2010, 22(3)：97~100.

[53]朱伟，张守勤，孙红光，等. 黄芩有效成分提取及对炎症反应的影响[J]. 生物加工过程, 2009, 7: 69~73.

[54]王丽娟，王勇，朱旭燕，等. 黄芩抗炎镇痛作用的实验研究[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2008, 29: 1304~1305.

[55] 侯艳宁，朱秀媛，程桂芳. 黄芩苷的抗炎机理[J]. 药学学报, 2000, 35: 161~164.

[56] Liao J-F, Hung W-Y, C Chen -F. Anxiolytic-like effects of baicalein and baicalin in the Vogel conflict test in mice[J]. European journal of pharmacology, 2003, 464:

141~146.

[57] Li BQ, Fu T, Gong W-H, et al. The flavonoid baicalin exhibits anti-inflammatory activity by binding to chemokines[J]. Immunopharmacology, 2000, 49: 295~306.

[58]王连心， 孟庆刚. 黄芩及其提取物治疗细菌性痢疾研究进展[J]. 中华中医药学

刊,. 2008, 26(2): 1698~1700.

[59]魏述永，康娇，吴俊伟，等. 黄芩有效成分提取物对沙门氏菌的抑菌活性比较研究[J]. 中兽医医药杂志, 2008, 27: 40~41.

[60]李敬，刘云海，陈新，等. 黄芩中黄芩苷的抗内毒素作用[J]. 医药导报, 2006, 25: 1237~1240.

[61]严敏， 唐筱露. 黄酮类化合物抗病毒作用研究概况[J]. 亚太传统医药, 2009, 5：

149~150.

[62]张清，杨斌，王农荣，等. 黄芩总黄酮对甲型流感病毒核蛋白表达的影响[J]. 南方医科大学学报, 2012, 32(7)：966~969.

[63]宋琳莉，王微，孟庆刚. 不同来源黄芩提取物抗流感病毒作用的实验研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2009, 16: 23~24.

[64]王建超. 黄芩苷的提取及其对猪鸡几种常见病毒的体外作用效果试验[D]. 河南：河南农业大学, 2010。

[65] Kitamura K, Honda M, Yoshizaki H, et al. Baicalin, an inhibitor of HIV-1 production in vitro[J]. Antiviral research, 1998, 37: 131~140.

[66] Wang Q, Wang Y-T, Pu S-P, et al. Zinc coupling potentiates anti-HIV-1 activity of baicalin[J]. Biochemical and biophysical research communications. 2004, 324: 605~610.

[65] Kitamura K, Honda M, Yoshizaki H, et al. Baicalin, an inhibitor of HIV-1 production in vitro[J]. Antiviral research, 1998, 37: 131~140.

[66]汤立建， 赵良才， 李庆林， 等. 黄芩黄酮类成分抗肿瘤作用及机制研究进展[J].

中国中药杂志, 2007, 32: 21~23.

[67] Ikemoto S, Sugimura K, Yoshida N, et al. Antitumor effects of Scutellariae radix and its components baicalein, baicalin, and wogonin on bladder cancer cell lines[J]. Urology, 2000, 55: 951~955.

[68]崔雄， 金香子. 黄芩苷对大鼠肝损伤的保护作用[J]. 时珍国医国药, 2007, 18：

2795~2796.

[70] Zhao Y, Li H, Gao Z, et al. Effects of dietary baicalin supplementation on iron overload-induced mouse liver oxidative injury[J]. European journal of pharmacology. 2005, 509: 195~200.

[71]黄艳玲. 肉仔鸡实用饲粮中锌适宜水平及有机锌源相对生物学利用率研究[D].

北京： 中国农业科学院, 2007。

[72]曹国弟，赵恒寿. 氨基酸螫合锌在动物免疫和抗氧化功能上的研究进展[J]. 饲料工业, 2006, 27: 49~52.

[73]虞泽鹏. 锌及锌源对动物的生长、免疫调节及其分子机制研究[D]. 江苏：江南大学, 2005。

[74]王素仙，付学锋. 氨基酸螯合锌在动物生产中的应用[J]. 饲料研究, 2009, 3: 36~38.

[75]董晓慧， 韩友文， 周桂莲， 等. 不同锌源生物学效价的研究[J]. 动物营养学报，

2004, 16: 20~25.

[76]卢昊，王春维，周海，等. 对肉仔鸡生长性能、血清含锌酶活性及免疫器官指数的影响[J]. 中国饲料, 2010, 1: 24~26.

[77]成廷水. 氨基酸锌对蛋鸡免疫和抗氧化功能的调节作用及其应用研究[D]. 北京：中国农业大学, 2004。

[78]梁建光. 有机锌源的化学特性及其对奶牛的生物学活性和作用机理研究[D]. 中国农业科学院, 2006。

[79]赵兵，徐清海，段丽颖. 国内黄酮金属配合物的研究进展[J]. 化学试剂, 2006, 28: 141~143.

[80]唐丽君， 陈翔， 仇佩虹. 黄酮类金属配合物的研究进展[J]. 广东微量元素科学，

2009, 15: 6~13.

[81]谷学新，叶能胜. 金属配合物在天然药物研究及分析中的应用进展[J]. 分析科学学报, 2003, 19: 373~377.

[82]谭明雄，陈振锋，罗旭健，等. 天然药物有效成分的金属配合物研究进展[J]. 林产化学与工业, 2008, 28: 93~99.

[83]李思睿，董慧茹，毕鹏禹. 黄芩苷-Fe （Ⅱ） 配合物的合成与[J]. 北京化工大学学报, 2006, 33: 97~101.

[84]邓毅，赵爱华，尹龙萍，等. 黄芩苷-铬（Ⅲ） 配合物的合成与表征[J]. 中国天然药物, 2007, 5: 38~41.

[85]胡道道，曹治权. 黄芩甙、组氨酸与铜锌三元配合物体系的[J]. 宁夏大学学报, 1991, 12: 47~52.

[86]顾志远， 李治淮，张连同， 等. 黄芩甙锌的合成及鉴别[J]. 滨州医学院学报, 1990，

1: 80~81.

[87]高珉之，张雷，王明秋，等. 黄酮锌致畸作用的研究[J]. 医药前沿. 2013, 31: 185~186.

[88]王乐， 孟庆刚， 徐珊， 等. 黄芩苷金属离子配合物药效学作用概述[J]. 中华中医

药学刊, 2007, 25: 709~711.

[89]李延峰，梁绍蓉，耿晖. 黄芩甙金属配合物研究进展[J]. 时珍国医国药, 1999, 2: 152~153.

[90]房喻，胡道道，李晓军，等. 黄芩甙及其铜（Ⅱ）、锌（Ⅱ）配合物对超氧自由基的

清除作用[J]. 生物化学杂志, 1991, 7: 753~756.

[91]武荣兰，封顺，王吉德. 黄芩苷及其金属配合物的抗氧性研究[J]. 科技导报, 2006, 24: 36~38.

[92]舒荣华， 蔡仙德， 谭剑萍， 等. 黄芩甙锌络合物对小鼠免疫功能影响的初步观察

[J]. 现代医学, 1989, 6: 321~323.

[93]贾秀荣，房喻. 黄芩甙锌配合物与黄芩甙对免疫反应的初步比较研究[J]. 西北药学杂志, 1994, 9: 162~164.

[94]蔡仙德，舒荣华，谭剑萍，等. 黄芩甙锌络合物抗过敏作用的研究[J]. 铁道医学, 1987, 4: 193~195.

[95]赖翔宇， 杨自豪. 黄芩苷及其系列配合物抗HIV 的研究进展[J]. 中国医药指南，

2012, 10: 88~90.

[96]李尚锋. 黄芩苷金属离子配合物研究概况[J]. 甘肃科技, 2012, 28。

[97]王应权， 冯杰， 周兴龙. 复方中草药添加剂对关岭母猪产后仔猪生长性能的影响

[J]. 贵州农业科学, 2010, 38: 145~146.

[98]徐中平. 复方黄芩对仔猪生长性能的影响[J]. 当代畜牧, 2009, 32~33.

[99]丁月云，余大华，孟云，等. 中草药复方对猪常见致病菌的体外抑菌试验[J]. 江苏农业科学, 2013, 236~238.

[100]丁月云， 张陈华， 芦亮， 等. 中草药添加剂对断奶仔猪生产性能及腹泻的影响

[J]. 贵州农业科学, 2011, 39: 159~163.

[101]李振. 中草药抗热应激剂对蛋鸡生产性能、蛋品质及血液生化指标的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2011, 9: 48~52.

[102]牟明生， 张祥， 毛胜勇， 等. 黄芩对肉鸡生长性能及回盲肠微生物菌群的影响

[J]. 畜牧与兽医, 2010, 42(5): 4~7.

[103]梁英，韩鲁佳，佘锐萍，等. 黄芩提取物对人工诱发鸡大肠杆菌病和鸡白痢防治效果研究[J]. 中兽医医药杂志, 2007, 6: 20~23.

[104]任成财. 黄芩黄酮对肉仔鸡生长性能、免疫指标和肠道微生物菌群的影响[D]. 黑龙江：黑龙江八一农垦大学, 2010。

[105]李同洲，候伟革，臧素敏，等. 黄芩甙对断奶仔猪生产性能和免疫机能的影响研究[J]. 中国畜牧杂志, 2008, 44: 29~32.

[106]李国忠，刁新平. 日粮中添加发酵黄芩对断奶仔猪生长性能的影响[J]. 中国饲料, 2012, 27~28.

[107]火东晓， 蔡冀， 刘思维， 等. 抗热应激剂对夏季奶牛生理及乳成分的影响[J]. 饲

料研究, 2012, 3: 7~9.

[108]杨晖， 刘旭. 黄芩甙锌的研究进展[J]. 昆明医学院学报, 2007, 3: 106~109.

[109]粱英，任成财，钱丽丽，等. 黄芩黄酮对肉仔鸡营养物质消化率和生长性能影响[J]. 中兽医医药杂志, 2012, 31: 19~22.

[110]牟明生. 黄芩与乳酸菌对肉鸡生长性能和回盲肠微生物菌群影响的研究[D]. 南京： 南京农业大学, 2009。

[111]苏薇薇. 高效液相色谱法测定黄芩中黄芩甙的含量[J]. 广东药学院学报, 1990, 1: 5。

[112] Kim S-J, Lee S-M. Effect of baicalin on toll-like receptor 4-mediated ischemia reperfusion inflammatory responses in alcoholic fatty liver condition[J]. Toxicology and applied pharmacology, 2012, 258: 43~50.

[113]钱江， 何华. 黄芩甙对过氧化脂质生成的抑制作用[J]. 中国药科大学学报, 1995，

26: 308~310.

[114] NRC. Nutrient requirements of Poultry (9th Ed). 1994.

[115] AOAC. Official methods of Analysis. Association of Analytical chemists. Washinton D. C. 1990, 1: 73~74.

[116]蒋守群. 大豆异黄酮对岭南黄羽肉鸡生产性能、肉品质的影响和抗氧化作用机

制研究[D]. 浙江： 浙江大学, 2007.

[117] 张庆东. 饲粮铬对肉仔鸡生长、免疫、血清生化特性和胴体品质的影响[D]. 陕西: 西北农林科技大学, 2005.

[118]程太平，师丽敏，姬茜茜. 3种血清学试验检测鸡血清中新城疫抗体的比较研究

[J]. 江苏农业科学, 2007, 2: 128~130.

[119]崔玉铭. 低蛋白日粮对肉仔鸡生产性能、免疫功能及营养物质代谢的影响[D]. 内蒙古：内蒙古农业大学, 2010。

[120]王怀蓬，乌日娜. 低聚木糖对AA肉仔鸡生产性能和屠宰性能的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2008, 7: 35~36.

[121]胡新旭，范仕苓，张建云，等. 生长前后期日粮添加肌肽对肉仔鸡生产性能、屠宰性能、肉品质和抗氧化性能的影响.第十四次全国家禽科学学术讨论会论文集

[C]. 哈尔滨： 中国畜牧兽医学会, 2009。

[122]周晖. 转植酸酶基因玉米对肉仔鸡的饲用安全性评价[D]. 福建：福建农林大学, 2012。

[123]祁茹， 温建新， 肖宇， 等. 培养方式对乳酸杆菌和双歧杆菌检出率的影响[J]. 中

国畜牧兽医文摘, 2012, 28(2): 42.

[124] SAS. Institute. SAS User' Guide: Statistics. Version 9.0. SAS Institute Inc., Cary, NC. 2003.

[125]牟明生， 张祥， 毛胜勇， 等. 黄芩对肉鸡生长性能及回盲肠微生物菌群的影响

[J]. 畜牧与兽医, 2010, 42: 4~7.

[126]梁英，任成财，姜宁，等. 黄芩黄酮对肉仔鸡生长性能和免疫功能的影响[J]. 动物营养学报, 2011, 23: 1409~1414.

[127]李万军. 复方中草药制剂对肉仔鸡血清生化指标及肉品质的影响研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28: 63~66.

[128]程忠刚，林映才，余德谦，等. 大豆黄酮对肥育猪生产性能的影响及其作用机制探讨[J]. 动物营养学报, 2005, 17: 30~34.

致 **谢**

研究生三年的学习和生活即将结束，有太多的人和太多的事值得一生去怀念，因为他们在我生命中产生了一生之久的影响。在这里表示诚挚的感谢和衷心的祝福。

衷心感谢我的导师王润莲教授，在这三年来您敬业勤勉的姿态，对我们“认真做人，踏实做事”的教导，在我学习中给予的谆谆教诲和鞭策激励，让我受益匪浅。谢谢您在我的毕业论文的撰写和完成方面给予的指导和帮助，值此之际，敬向您表示我崇高的敬意和衷心的感激。

由衷感谢中国农业科学院北京畜牧兽医研究所的罗绪刚研究员，您严谨做事的态度，对待科研的热忱，敏捷的思辨能力，这都让我很敬佩。谢谢您在我毕业论文的设计和实施方面给予的指导和帮助。

感谢广东海洋大学的安立龙教授、陈进军教授、效梅教授，尹福泉副教授、黄冠庆副教授及中国农业科学院北京畜牧兽医研究所的李素芬教授、吕林博士、解竞静博士及张丽阳女士，在这三年里无论是试验实施和完成上给予了我很多的帮助和指导，在此一并表示由衷的谢意。

感谢中国农业科学院北京畜牧兽医研究所矿物元素实验室的李晓丽、张伶燕、朱勇文博士；江勇、唐丽、冯平、田传欢、马春艳、李文祥、索海青、胡义信和李晓菲硕士；凌素仁师傅及广东海洋大学米雁、翟岩辉、李洁琼、黎秋萍、赵玉振、江国亮，潘文硕士，在人生的这段路上感恩有你们，谢谢你们在各方面予以的帮助和鼓励。

还有许多人，在此没能一一罗列，但你们给予的帮助却已在我心中烙印，谢谢你们！

太多的感谢，太深的感激无法用言语表述净尽，就此奉上我满满的祝福：愿你们拥有丰盛的生命，获得丰盛的人生！

王喜红

2014年6 月

# 个人简介

姓名：王喜红性别：女

出生日期：1987.08.26

籍贯：甘肃省天水市甘谷县最后学历：硕士

毕业学校：2007－2011天水师范学院（本科）生物科学专业

2011－2014广东海洋大学（研究生）动物营养与饲料科学专业研究方向：动物营养

科研工作：

参加广东省自然科学基金项目“壳聚糖对肉鸡脂肪沉积关键酶基因表达的调节作用研究”（S2012010010114），2012.10-2014.10.

发表论文：

1. 王喜红， 吕林， 王润莲， 张丽阳，罗绪刚. 0-3 周龄肉仔鸡饲粮粗蛋白最低需要量的研究. 中国畜牧杂志, 2014, 50 (5)：46-50

2 米雁， 王喜红， 王润莲. 黄芩黄酮锌对肉仔鸡生长性能及免疫功能的影响. 国外畜牧学-猪与禽, 2013, 33（10）。

3. 王润莲， 张锐， 陈亚轩， 王喜红， 米雁， 江新生， 杜炳旺. 贵妃鸡体尺性状及骨骼特性分析. 中国家禽, 2013， （23）。

4. 黎秋萍， 王润莲， 张锐， 米雁， 王喜红. 贵妃鸡产肉性能及营养饲料研究进展. 国外畜牧学-猪与禽, 2013, 33（7）。

# 导师简介

**王润莲（1965－），**女，博士，教授，硕士生导师，广东省“千百十工程”校级重点培养对象。中国畜牧兽医学会家禽学分会理事，中国农业科学院学位论文评审专家，《动物营养学报》审稿专家，广东省企业科技特派员，广东省高等学校教师高评委专家。

1986年7月本科毕业于甘肃农业大学畜牧系，1989年6月毕业于甘肃农业大学动物营养学专业，获硕士学位，2006年6月毕业于中国农业大学动物营养与饲料科学专业，获博士学位。1989.6-1996.12于甘肃省兽药饲料检察所从事饲料质量监督管理工作，先后任助理畜牧师和畜牧师技术职称。1997年1月-至今于广东海洋大学动物科学系从事动物营养与饲料科学方面的教学与科研工作，2000年12月晋升为广东海洋大学副教授，2001年4月被广东海洋大学评聘为硕士研究生导师，2002年4月被遴选为广东省“千百十工程”第二批校级重点培养对象，2007年12月晋升为广东海洋大学教授。

迄今，20多年来一直从事动物营养与饲料科学方面的研究工作，主要研究方向为畜禽营养代谢与调控，先后参与的项目有：国家科技部国际合作项目“犊牛体外胚胎生产技术体系研究”（2006DFA32430），承担供体犊牛营养调控研究；国家科技部科技支撑计划项目的子课题“舍饲半舍饲环境条件下对绒毛生长品质影响及优化技术研究”，广东省科技攻关项目“珍禽贵妃鸡商用配套系的选育及推广”、广东省农业厅科研项目“珍禽贵妃鸡特色型蛋用新品系的选育及推广”、广东省科技厅产学研结合项目“信宜怀乡鸡资源保护及品种选育”、湛江市科技攻关项目“海大香系列优质鸡的培育及繁育体系的建立”、“隐性白鸡自别系的选育及应用研究”和“优质高产肉鹅新品种的引进、杂交利用及健康养殖示范”等10余项，目前主持的项目有：动物营养学国家重点实验室开放课题“静脉注射锌对肉鸡胰脏金属硫蛋白基因表达的影响”、广东省自然科学基金“壳聚糖对肉鸡脂肪沉积关键酶基因表达的调节作用研究”、广东省科技攻关项目“珍禽贵妃鸡营养需要的研究”和广东省湛江市科技攻关项目“贵妃鸡商用配套系肉鸡全价配合饲料的研制”等4项，参与科技部成果转化项目“珍禽贵妃鸡良

种繁育体系的建立及标准化生产示范“1项。在肉用畜禽的矿物质、维生素及添加

剂营养方面取得重要研究成果，获广东省科技进步三等奖2项，广东省农业技术推广二等奖1项，湛江市科技进步二等奖4项，并于《Animal Feed Science and Technology》、

《International Journal for Vitamin and Nutrition Research》、《Biological Trace Element

Research》、《Poultry Science》、《中国农业科学》、《动物营养学报》等国内外重要刊物发表论文60余篇，其中SCI收录16篇。