

谭露霖,张定红,张洁,等.金荞麦对肉仔鸡抗氧化功能、肠道屏障功能及血清生化指标的影响[J].江苏农业科学,2019,47(21):232-235.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.21.056

# 金荞麦对肉仔鸡抗氧化功能、肠道屏障功能及血清生化指标的影响

谭露霖,张定红,张洁,邓蓉

(贵州省畜牧兽医研究所,贵州贵阳 550005)

**摘要:**旨在研究饲料中添加金荞麦对肉仔鸡生长性能、抗氧化功能、肠道屏障功能及血清生化指标的影响。选择 1 日龄铁脚麻肉仔鸡 270 羽,随机分为 3 组(I、II、III),每组 6 个重复,每个重复 15 羽鸡。I 组为对照组,饲喂基础饲料,不添加任何抗生素;II 组为抗生素组(添加 8% 黄霉素 60 mg/kg 和 15% 金霉素 270 mg/kg),III 组在基础饲料中添加 1% 金荞麦,试验期为 21 d。结果表明,21 日龄时,II、III 组血清和空肠黏膜的丙二醛含量显著低于 I 组( $P < 0.05$ ),II、III 组血清总抗氧化能力、空肠黏膜超氧化物歧化酶活性显著高于 I 组( $P < 0.05$ ),III 组血清谷胱甘肽过氧化物酶活性显著高于 I、II 组( $P < 0.05$ )。21 日龄时,II、III 组空肠黏膜二胺氧化酶显著高于 I 组( $P < 0.05$ )。21 日龄时,II、III 组血清总胆固醇、甘油三酯、尿素氮含量显著低于 I 组( $P < 0.05$ )。I、II、III 组间谷丙转氨酶、谷草转氨酶、总蛋白、白蛋白含量差异不显著( $P > 0.05$ )。由此可见,1~21 日龄期间,饲料中添加适量的金荞麦可促进肉仔鸡血清抗氧化酶、空肠黏膜抗氧化酶分泌,提高机体抗氧化功能;增加肠道黏膜中二胺氧化酶含量,改善肠道屏障功能,降低血清总胆固醇、甘油三酯、尿素氮水平。

**关键词:**金荞麦;肉仔鸡;生长性能;抗氧化功能;肠道屏障功能;血清生化指标

**中图分类号:**S816.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)21-0232-04

近年来,随着我国养殖业的不断发展,长期高强度提高生长速度的选育方式及集约化的养殖模式<sup>[1]</sup>,导致家禽面临着免疫功能下降、抗病力弱、应激等一系列问题,严重影响禽业发展,因此如何通过营养调控手段改善这种现状,提高鸡群抗应激能力、抗氧化能力、肠道健康和生长性能,显得尤为突出<sup>[2]</sup>。金荞麦 [*Fagopyrum Dibotrys* (D. Don) Hara] 为蓼科荞麦属植物,普遍存在于陕西、浙江、四川、贵州等省。根、茎、叶皆可入药,在世界范围内被广泛使用。据文献报道,金荞麦中含有多酚类<sup>[3]</sup>、黄酮类、蒽类、有机酸<sup>[4]</sup>等化学成分。金荞麦具有抗癌、抗炎、抗氧化、杀菌、降血糖、调节血脂等功效<sup>[4-5]</sup>。韩勇等研究报道,金荞麦营养价值高、必需氨基酸含量丰富、

消化率高,适合动物消化吸收<sup>[6]</sup>。金荞麦添加于仔猪饲料中,能降低仔猪肠道中有害菌的含量,改善仔猪肠道微生物环境,增强仔猪肠道健康<sup>[7]</sup>;金荞麦饲喂猪可以提高屠宰性能、改善肉质<sup>[8]</sup>;金荞麦还能够促进禽流感疫苗对鸭群的免疫水平<sup>[9]</sup>;金荞麦超微粉还能提高小鼠机体的特异性免疫和非特异性免疫功能,促进机体的生长发育<sup>[10]</sup>;由于饲料中抗生素的限用和禁用是我国畜牧业发展的大趋势,而中草药添加剂的独特功效已被广泛关注。但目前金荞麦在家禽上的应用报道甚少,因此本试验以铁脚麻鸡为试验动物,研究金荞麦对肉仔鸡抗氧化功能、肠道屏障功能及血液生化指标的影响,为金荞麦作为添加剂在肉仔鸡中的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验选取体质量相近的 1 日龄铁脚麻肉雏公鸡 270 羽,随机分为 3 组(对照组、抗生素组、金荞麦组),每组 6 个重复,每个重复 15 羽鸡,各重复之间体质量接近。对照组饲喂不添加任何抗生素的玉米-豆粕型基础饲料,基础饲料参照美国 NRC(1994)和《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004)配制,基础饲料组成及营养水平详见表 1。试验组饲喂在基础饲料中

收稿日期:2018-07-20

基金项目:国家农业科技成果转化资金(编号:2014GB2F200250);黔农科院青年基金(编号:[2017]20);贵州省科技成果重点推广计划(编号:[2013]5084)。

作者简介:谭露霖(1991—),女,贵州印江人,硕士,助理研究员,主要从事动物营养与饲料科学研究。E-mail:359362195@qq.com。

通信作者:邓蓉,硕士,副研究员,主要从事牧草生产与应用研究。E-mail:dr17@163.com。

- [20] Da Silva G C, Rossi C C, Santana M F, et al. p518, a small floR plasmid from a South American isolate of *Actinobacillus pleuropneumoniae* [J]. Veterinary Microbiology, 2017, 204: 129-132.
- [21] Li Y H, Li Y W, Crespo R F, et al. Characterization of the *Actinobacillus pleuropneumoniae* SXT-related integrative and conjugative element ICEAp2 and analysis of the encoded FloR

protein: hydrophobic residues in transmembrane domains contribute dynamically to florfenicol and chloramphenicol efflux [J]. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 2018, 73(1): 57-65.

- [22] Williams J G, Kubelik A R, Livak K J, et al. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers [J]. Nucleic Acids Research, 1990, 18(22): 6531-6535.

分别添加抗生素、1% 金荞麦的试验饲粮,金荞麦通过替代基础饲粮中次粉添加。试验于 2017 年 12 月在贵州省贵阳市白云区张军养殖场进行,采用 4 层立体网上笼养,试验期为 21 d。

表 1 基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

类型	指标	含量 (%)
原料	玉米	66.00
	次粉	3.00
	豆粕	22.33
	菜籽饼	3.00
	进口鱼粉	2.00
	食盐(NaCl)	0.20
	小苏打(NaHCO <sub>3</sub> )	0.20
	石粉	1.30
	磷酸氢钙(CaHPO <sub>4</sub> )	1.20
	98% DL-蛋氨酸(DL-Met)	0.13
	98% 赖氨酸盐酸盐	0.12
	禽多维 <sup>(1)</sup>	0.04
	禽矿添 <sup>(2)</sup>	0.20
	50% 氯化胆碱	0.16
	抗球虫药(氯羟吡啶)	0.05
	抗氧化剂(乙氧基喹啉)	0.02
	防霉剂	0.05
	合计	100.00
营养水平 <sup>(3)</sup>	代谢能(MJ/kg)	12.95
	粗蛋白质(CP)	20.53
	总磷(TP)	0.60
	非植酸磷(NPP)	0.41
	钙(Ca)	1.10
	赖氨酸(Lys)	1.19
	蛋氨酸(Met)	0.64

注:(1) 维生素预混料(禽多维)为 1 kg 饲粮提供维生素 A 9 500 IU、维生素 D<sub>3</sub> 62.5 μg、维生素 E 30 IU、维生素 K<sub>3</sub> 2.65 mg、维生素 B<sub>1</sub> 2 mg、维生素 B<sub>2</sub> 5 mg、维生素 B<sub>6</sub> 6 mg、维生素 B<sub>12</sub> 0.025 mg、生物素 0.032 5 mg、叶酸 1.25 mg、泛酸 12 mg、烟酸 50 mg。(2) 微量元素预混料(禽矿添)为 1 kg 饲粮提供 Cu(as copper sulfate)8 mg、Fe(as ferrous sulfate)80 mg、Mn(as manganese sulfate)100 mg、Se(as sodium selenite)0.15 mg、I(as potassium iodide)0.35 mg。(3) 营养水平均为计算值。

## 1.2 试验材料

试验Ⅱ组抗生素为在基础饲粮中添加 8% 黄霉素 60 mg/kg 和 15% 金霉素 270 mg/kg,试验Ⅲ组金荞麦(块根部分)为贵州省畜牧兽医研究所自主选育而成的药饲兼用牧草品种(黔金荞麦 1 号),添加量为 1%,于 2012 年通过省级审定(黔审草 2012 001 号),粉碎过 150 目筛,然后混合均匀,密封保存备用。

## 1.3 饲养管理

肉仔鸡饲养于同一鸡舍内,采用 4 层笼养,24 h 光照,保持良好通风,试验期为 21 d,自由饮水与采食,日常管理 with 卫生防疫按常规进行,定时饲喂试验日粮,每天 3 次,试验期间保证试验日粮不受潮、不结块、无霉变、不添加任何其他的抗生素和促生长剂,饮水水质良好、无污染。详细记录鸡的死亡、淘汰和发病情况。

## 1.4 样品采集

于试验 21 d,从各试验组中分别随机挑选 6 羽鸡(每个重复 1 羽),空腹称质量,翅静脉采血 3 mL,4 ℃ 离心机 3 000 r/min 离心 15 min,制备血清,保存至 -80 ℃,待检测;屠宰、解剖、截取空肠,采用手术剪刀剖开肠管,用滤纸轻轻擦拭黏膜表面的食糜内容物,用灭菌的载玻片刮取黏膜于灭菌的离心管中,投入液氮中迅速冷冻,-80 ℃ 保存待测。

## 1.5 测定的指标与方法

肠道黏膜抗氧化因子丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(T-SOD)活性、总抗氧化力(T-AOC)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)活性、二胺氧化酶(DAO)活性采用分光光度计比色法测定,所检测试剂盒购自北京华英生物技术研究所,具体检测步骤详见试剂盒说明书。

血清丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(T-SOD)活性、总抗氧化力(T-AOC)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)活性、内毒素(LPS)含量、总胆固醇(TC)含量、甘油三酯(TG)含量、血清尿素氮(UREA)含量、谷丙转氨酶(ALT)活性、谷草转氨酶(AST)活性、总蛋白(TP)含量、白蛋白(ALB)含量采用分光光度计比色法测定,所需试剂盒购于北京华英生物技术研究所,具体检测步骤详见试剂盒说明书。

## 1.6 数据统计与分析

试验数据采用 Excel 2007 进行初步处理后,采用 SPSS 17.0 软件统计,用单因素方差分析(one-way ANOVA)进行统计分析,结果“以平均值±标准差”表示, $P<0.05$  表示差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 金荞麦对肉仔鸡抗氧化功能的影响

2.1.1 金荞麦对肉仔鸡血清抗氧化酶的影响 由表 2 可知,不同饲粮组间肉仔鸡血清抗氧化酶活性存在显著差异( $P<0.05$ )。21 d 时,Ⅱ、Ⅲ组血清丙二醛含量显著低于Ⅰ组( $P<0.05$ ),Ⅱ、Ⅲ组血清总抗氧化能力显著高于Ⅰ组( $P<0.05$ ),Ⅲ组血清谷胱甘肽过氧化物酶活性显著高于Ⅰ、Ⅱ组( $P<0.05$ ),Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组血清超氧化物歧化酶活性差异不显著( $P>0.05$ )。

2.1.2 金荞麦对肉仔鸡空肠黏膜抗氧化酶活性的影响 由表 3 可知,不同饲粮间肉仔鸡空肠黏膜抗氧化酶活性存在显著差异( $P<0.05$ )。21 d 时,Ⅱ、Ⅲ组空肠黏膜丙二醛含量显著低于Ⅰ组( $P<0.05$ ),Ⅱ、Ⅲ组空肠黏膜超氧化物歧化酶活性显著高于Ⅰ组( $P<0.05$ ),Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组间空肠黏膜总抗氧化能力、谷胱甘肽过氧化物酶活性差异不显著( $P>0.05$ )。

### 2.2 金荞麦对肉仔鸡血清指标的影响

由表 4 可知,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组间肉仔鸡血清指标存在显著差异( $P<0.05$ )。21 d 时,Ⅱ、Ⅲ组血清总胆固醇、甘油三酯、尿素氮含量显著低于Ⅰ组( $P<0.05$ )。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组间谷丙转氨酶活性、谷草转氨酶活性、总蛋白含量、白蛋白含量差异不显著( $P>0.05$ )。

## 3 讨论

### 3.1 金荞麦对肉仔鸡抗氧化功能的影响

动物机体中 MDA 含量、SOD 活性、T-AOC、GSH-PX 活

表 2 金荞麦对肉仔鸡血清抗氧化酶的影响

组别	21 d			
	MDA 含量(nmol/mL)	SOD 活性(U/mL)	T - AOC(U/mL)	GSH - PX 活性(U/mL)
I	4.916 ± 0.439a	68.515 ± 11.737	9.365 ± 0.384b	766 ± 32b
II	3.556 ± 0.353b	63.289 ± 4.333	10.118 ± 0.748a	786 ± 33b
III	3.258 ± 0.175b	64.955 ± 7.950	10.489 ± 0.601a	836 ± 37a
P 值	0.000	0.470	0.016	0.008

表 3 金荞麦对肉仔鸡空肠黏膜抗氧化酶的影响

组别	21 d			
	MDA 含量(nmol/mL)	SOD 活性(U/mL)	T - AOC(U/mL)	GSH - PX 活性(U/mL)
I	0.510 ± 0.051a	6.340 ± 1.147b	1.532 ± 0.059	95.217 ± 2.453
II	0.378 ± 0.116b	8.607 ± 1.012a	1.528 ± 0.093	93.935 ± 5.487
III	0.362 ± 0.083b	7.325 ± 0.285a	1.413 ± 0.172	92.598 ± 4.434
P 值	0.023	0.007	0.187	0.687

表 4 金荞麦对肉仔鸡血清指标的影响

组别	21 d						
	TC 含量 (mmol/L)	TG 含量 (mmol/L)	BUN 含量 (umol/L)	ALT 活性 (U/L)	AST 活性 (U/L)	TP 含量 (g/L)	ALB 含量 (g/L)
I	4.352 ± 0.770a	0.694 ± 0.152a	1.077 ± 0.124a	30 ± 9	146 ± 18	27 ± 1	13.17 ± 0.66
II	3.532 ± 0.558b	0.514 ± 0.109b	0.609 ± 0.235b	22 ± 8	145 ± 13	27 ± 1	13.38 ± 0.73
III	3.865 ± 0.395b	0.506 ± 0.083b	0.617 ± 0.114b	26 ± 7	150 ± 27	27 ± 4	13.50 ± 0.52
P 值	0.037	0.028	0.001	0.297	0.920	0.905	0.678

性均是反映机体抗氧化能力的重要指标<sup>[11-12]</sup>。MDA 是氧自由基引起的脂质过氧化反应所产生的脂质过氧化物在机体内代谢的终产物,能够间接地反映机体内氧自由基代谢的状况、机体组织细胞受自由基攻击的程度及脂质过氧化程度。机体细胞受损伤的程度越大,血液和组织中 MDA 含量则越高;机体细胞受损伤的程度越低,血液和组织中 MDA 含量则越低。SOD 能清除 O<sub>2</sub><sup>-</sup>·,保护细胞免受损伤,对机体的氧化与抗氧化平衡起着至关重要的作用<sup>[11]</sup>。T - AOC 是衡量机体抗氧化系统功能状况的综合性指标,可代表和反映机体抗氧化酶系统和非酶系统对外来刺激的代偿能力以及机体自由基代谢的状态<sup>[13]</sup>。GSH - PX 是机体内广泛存在的一种重要的过氧化物分解酶,能特异地催化还原性谷胱甘肽对过氧化氢的还原反应,起到保护细胞膜结构和功能完整的作用<sup>[14-15]</sup>。有研究表明,中草药提取物可增强湿热泻痢仔猪抗氧化损伤能力<sup>[16]</sup>。中草药提取物能增加应激状态下兔子的抗氧化功能<sup>[17]</sup>。中药复方能增强肉牛血清总抗氧化能力和羟自由基抑制能力,提高血清过氧化氢酶、谷胱甘肽过氧化物酶和总超氧化物歧化酶等活性,降低血清丙二醛的含量<sup>[16]</sup>。李群道等研究发现,中草药女贞子、五味子及甘露寡糖混合制剂,能够增强肉鸡抗氧化功能<sup>[18]</sup>。仔猪饲料中添加丝兰提取物可提高仔猪血清抗氧化指标,增强仔猪抗氧化能力<sup>[19]</sup>。本试验中,在肉仔鸡饲料中添加金荞麦,降低了血清 MDA 含量,增加了血清 T - AOC 和 GSH - PX 的活性,同时降低了空肠黏膜中 MDA 含量,增加了空肠黏膜中 SOD 的活性,与上述添加中草药效果相似。其可能原因是,金荞麦中含有大量的酚

类<sup>[20]</sup>、黄酮类<sup>[4]</sup>物质,增强机体清除自由基的能力,从而增强肉仔鸡的抗氧化能力。

3.2 金荞麦对肉仔鸡肠道屏障功能的影响

肠道是机体营养物质消化吸收的主要场所,也是机体抵御外界病原微生物的第 1 道防线,因此良好的肠道黏膜形态结构及其功能的完整性对保持家禽健康和维持正常生产性能具有重要意义<sup>[21]</sup>。二胺氧化酶是动物小肠黏膜上层绒毛中具有高度活性的细胞内酶,在组胺和多种多胺代谢中起作用,其活性与黏膜细胞的核酸和蛋白合成密切相关,肠黏膜上皮细胞受损或坏死后,引起血液和肠腔内 DAO 活性升高,肠黏膜 DAO 活性降低,因此 DAO 能够较为理想地反映肠道机械屏障的完整性和受损程度<sup>[22]</sup>。本试验中,金荞麦组和抗生素组肠道黏膜中 DAO 的含量都较对照组高,说明金荞麦和抗生素都能通过降低肠道黏膜通透性,增加肠道屏障功能,两者效果相当。

3.3 金荞麦对肉仔鸡血清生化指标的影响

血清总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)含量为血液中表示脂肪合成与分解代谢的重要指标。林盛裕等研究发现,中草药提取物能降低广西麻鸡血清胆固醇,改善血清生化指标<sup>[23]</sup>;张国锋等在犍牛饲料中添加蜂花粉发现,蜂花粉本身含有多种调节血脂的功能因子,如对不饱和脂肪酸、黄酮类化合物、多糖类物质、蛋白质、肽、氨基酸以及功能性维生素等,可降低犍牛血清中 TC 和 TG 的含量;中草药饲料添加剂能降低肉鸡血清中 TC 和 TG 含量<sup>[24]</sup>。本试验结果中,21 d 时,抗生素和金荞麦都能显著降低血清 TC 和 TG 的含量,促进脂类

代谢,这与上述的研究结果一致,这可能与金荞麦中含有大量黄酮类物质<sup>[11]</sup>、氨基酸含量丰富<sup>[6]</sup>,能参与多种血脂功能因子的合成作用。血清中谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)为血液中表示肝脏健康状态的重要指标,当肝脏组织发生病变或受到损伤时,血清中 ALT 和 AST 活性升高。本试验中,金荞麦有降低血清中 ALT 含量的趋势,但差异不显著( $P>0.05$ ),而对血清中 AST 含量无影响。血清中 TP 及 ALB 的含量反映了机体蛋白质的吸收和代谢状况<sup>[24]</sup>。本试验中,添加金荞麦和抗生素,肉仔鸡血清 TP、ALB 与对照组相比差异不显著,说明金荞麦和抗生素并不能促进肉仔鸡机体蛋白质的合成及蛋白质在肉仔鸡体内的沉积作用。血清 BUN 可以反映动物体内蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况,氨基酸平衡良好时血清 BUN 浓度下降。本试验结果表明,金荞麦降低了肉仔鸡血清 BUN 的含量,可能原因是金荞麦中含有大量的氨基酸,为肉仔鸡体内蛋白质合成代谢提供了充足的原料<sup>[5]</sup>。

#### 4 结论

在本试验条件下,1~21 日龄期间,肉仔鸡饲料中添加 1% 金荞麦,可促进肉仔鸡血清抗氧化酶、空肠黏膜抗氧化酶分泌,提高机体抗氧化功能;增加肠道黏膜中二胺氧化酶含量,增强肠道屏障功能,降低血清总胆固醇、甘油三酯、尿素氮水平。

#### 参考文献:

- [1] 郑灿财,黄艳玲,肖芳. 铬源与铬水平对常规饲养肉仔鸡生长性能、免疫器官指数及肉品质的影响[J]. 动物营养学报,2015,8(12):2378-2387.
- [2] 张世忠,王全溪,王长康,等. 丁氨丙磷溶液对肉仔鸡生长性能和免疫功能的影响[J]. 动物营养学报,2013,25(9):2111-2117.
- [3] Bai Z Z, Zhang X H, Xuan L J, et al. A phenolic glycoside from *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara[J]. Chinese Chemical Letters, 2007,18(9):1087-1088.
- [4] 谭露霖,艾蓉,罗文菊,等. 金荞麦的化学成分、生理功能及在畜禽养殖中的应用研究进展[J]. 贵州畜牧兽医,2016(3):64-66.
- [5] Chen C X, Li A L. Transcriptome analysis of differentially expressed genes involved in proanthocyanidin accumulation in the rhizomes of *Fagopyrum dibotrys* and an irradiation - induced mutant [J]. Frontiers in Physiology, 2016,7(23):65-69.
- [6] 韩勇,邓蓉,刁其玉. 不同生长期金荞麦营养成分含量及消化率测定研究[J]. 草业学报,2016,25(8):107-117.
- [7] 谭露霖,罗文菊,艾蓉,等. 黔金荞麦 1 号为主的中草药饲料添加剂对仔猪肠道有害菌及免疫因子的影响[J]. 贵州畜牧兽医, 2016,40(4):20-22.
- [8] 邓蓉,梁应林,张定红,等. 饲用金荞麦对猪屠宰性能和肉质的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医,2012(3):68-70.
- [9] 阮涌,嵇辛勤,夏先林,等. 金荞麦对鸭禽流感疫苗免疫效果影响[J]. 广东农业科学,2015,42(13):119-122.
- [10] 王航,汤承,岳华,等. 金荞麦超微粉对小鼠免疫功能的影响[J]. 中国畜牧兽医,2013,40(9):165-168.
- [11] 王宝维,隋丽,岳斌,等. 发酵葡萄籽粕对 5~12 周龄五龙鹅消化生理、免疫器官指数和抗氧化指标的影响[J]. 动物营养学报,2016,28(1):163-171.
- [12] 邹慧,李丹丹,陈静,等. 富硒女贞子对热应激乳腺上皮细胞增殖、凋亡及抗氧化功能的影响[J]. 畜牧兽医学报,2015,46(6):1047-1054.
- [13] 汪水平,王文娟,左福元,等. 中药复方对夏季肉牛的影响: II. 血气指标、血清代谢产物浓度及免疫和抗氧化功能参数[J]. 畜牧兽医学报,2011,42(5):734-741.
- [14] 张亚茹,王忠,蔡少敏,等. 陈玉米饲料中添加茶多酚、维生素 E 和二丁基羟基甲苯对肉鸭生长性能和抗氧化功能的影响[J]. 动物营养学报,2015,27(4):1184-1190.
- [15] 万善霞,滑静,张淑萍. 牛初乳对仔猪血清抗氧化酶活性及丙二醛水平的影响[J]. 北京农学院学报,2008,23(4):5-6,40.
- [16] 朱买勋,翟少钦,郑华,等. 连梅提取液对湿热泻痢仔猪的血清抗氧化指标、胃肠调节酶及十二指肠凋亡基因表达的影响[J]. 畜牧兽医学报,2017,48(1):166-173.
- [17] Hassan F A, Mahrose K M, Basyony M M. Effects of grape seed extract as a natural antioxidant on growth performance, carcass characteristics and antioxidant status of rabbits during heat stress [J]. Archives of Animal Nutrition, 2016,70(2):141-154.
- [18] 李群道,单安山,马得莹,等. 女贞子、五味子与寡糖配伍对肉鸡抗氧化功能和血液生化指标的影响[J]. 动物营养学报,2005,17(1):45-48.
- [19] 何贝贝,姜建阳,于光辉,等. 丝兰提取物对断奶仔猪生长性能、血清抗氧化和免疫指标、粪便中氮磷排放量及微生物数量的影响[J]. 动物营养学报,2017,29(8):2791-2799.
- [20] Wang K J, Zhang Y J, Yang C R. Antioxidant phenolic constituents from *Fagopyrum dibotrys* [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2005, 99(2):259-264.
- [21] 王圣,李绍钰. 家禽肠道黏膜形态结构及其调控的研究进展[J]. 动物营养学报,2013,25(4):699-704.
- [22] Kuefner M A, Feurie J, Petersen J, et al. Influence of iodinated contrast media on the activities of histamine inactivating enzymes diamine oxidase and histamine N - methyltransferase *in vitro* [J]. Allergologia et Immunopathologia, 2014,42(4):324-328.
- [23] 林盛裕,彭忠,韦庭江,等. 中草药提取物对广西麻鸡血清生化指标和免疫功能的影响[J]. 饲料博览,2017,14(1):33-36.
- [24] 张国锋,刁其玉,屠焰,等. 蜂花粉及其多糖对犍牛体增质量、物质消化与血清指标的影响[J]. 畜牧兽医学报,2010,41(8):981-987.