

武晓红,李 旺,王生滨,等. 不同酵母多糖水平对肉鸡屠体性状及肉品质的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):164-167.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.047

不同酵母多糖水平对肉鸡屠体性状及肉品质的影响

武晓红,李 旺,王生滨,张春杰

(河南科技大学动物科技学院,河南洛阳 471003)

摘要:为研究日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡屠体性状及肉品质的影响,本试验将 240 羽 1 日龄健康 AA 肉鸡随机分为 4 组,每组 6 个重复,每重复 10 羽鸡。对照组饲喂基础日粮,试验组在基础日粮中分别添加 0.1%、0.2%、0.3% 的酵母多糖。结果表明,与对照组相比,日粮中添加酵母多糖显著降低肉鸡胸肌的滴水损失和腿肌 24 h pH 下降值(ΔpH) ($P < 0.05$);与对照组和 0.1% 酵母多糖组相比,0.2% 酵母多糖组显著增加了肉鸡全净膛率和胸肌率 ($P < 0.05$);日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡屠体率、腿肌率、腿肌滴水损失、胸肌 pH 值及胸肌和腿肌的剪切力及肉色(L^* 、 a^* 、 b^*)的影响差异不显著($P > 0.05$)。由此可知,日粮中添加酵母多糖可改善肉鸡的屠体性状和肉品质,日粮酵母多糖的适宜添加水平为 0.2%。

关键词:酵母多糖;屠体性状;肉品质;肉鸡

中图分类号: S831.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)05-0164-03

肉鸡养殖业在我国农业经济中占有重要的地位,作为人类重要肉类食品之一的鸡肉是畜禽产品的重要组成部分,随着我国经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,人们对鸡肉品质的要求也越来越高,广大消费者更关注健康优质的鸡肉^[1-2]。随着配合饲料的广泛应用及集约化养殖模式的发展,家禽生产性能不断提高的同时通常伴随着家禽肉质风味下降的现象发生^[3]。因而,研究和开发调控家禽肉质性状的安全饲料添加剂已成为当前家禽研究的热点之一。酵母多糖是一种无毒害、具有很强的多种生物活性且结构复杂的多糖复合物,在畜牧业生产中作为一种具有抗生素兼生素双重作用的免疫促进剂而具有广泛的应用前景^[4-5]。目前,作为新型饲料添加剂的酵母多糖已广泛应用于畜禽和鱼类养殖中^[6]。国内关于酵母多糖在肉鸡中的研究多集中在对免疫功能及生产性能的影响,而关于酵母多糖对肉鸡屠体性状及肉品质的研究较少。因此,本试验研究不同酵母多糖水平对肉鸡屠体性状及肉品质的影响,为改善肉鸡的鸡肉品质提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物与试验设计

本试验在河南科技大学动物科技学院试验牧场进行。将 240 羽 1 日龄健康 AA 肉鸡随机分为 4 个组,每组 6 个重复,每重复 10 羽鸡。3 层笼养,每笼 10 羽鸡。每组分别饲喂酵母多糖含量为 0.0%、0.1%、0.2%、0.3% 的日粮。酵母多糖(β -葡聚糖为 30%~40%;甘露寡糖 $\geq 20\%$;蛋白质 $\leq 35\%$;水分 $\leq 6\%$;溶解率 40%~60%)由安琪酵母股份有限公司赠送。基础日粮参考中国肉鸡典型饲料结构配制,试验分为前

期(1~21 日龄)和后期(22~42 日龄)2 个阶段,试验期为 42 d。

肉鸡 1~21 日龄和 22~42 日龄 2 个阶段基础日粮的原料组成和营养水平见表 1。

1.2 饲养管理

自由采食和饮水,粉状饲料,饲喂 3 次/d,温度、湿度和光照按照常规进行。各组试验鸡均于 7 日龄(一免)和 21 日龄(二免)时采用鸡新城疫 IV 系疫苗正常剂量滴鼻点眼。

1.3 屠体性状测定指标与方法

屠体性状测定方法参照文献[7]。屠体率 = 屠体质量/活质量 $\times 100\%$;全净膛率 = 全净膛质量/活质量 $\times 100\%$;胸肌率 = 胸肌质量/活质量 $\times 100\%$;腿肌率 = 腿肌质量/活质量 $\times 100\%$ 。

1.4 肉品质测定指标与方法

1.4.1 剪切力测定 剪切力值采用 Han 等的测定方法^[8]。肉鸡胸肌和腿肌的剪切力使用 C-LM3 型肌肉嫩度仪进行测定,载荷是 15 kg,剪切速度是 200 mm/min。沿着肌纤维平行的方向切下长为 3 cm、宽为 1 cm、厚为 1 cm 的肉块,将其放入闸刀口,剪切的方向为肌纤维与闸刀口方向垂直。

1.4.2 滴水损失测定 肉鸡屠宰后立即取胸肌和腿肌各一小块约 30 g,修剪成正方体,准确称胸肌和腿肌质量(m_1),放入已编号的封口袋中,充入氮气后悬挂在 4℃ 冰箱内,于 24 h 后取出胸肌和腿肌,用滤纸小心去除肉表层液体后再次称质量(m_2),滴水损失率 = $(m_1 - m_2)/m_1 \times 100\%$ 。

1.4.3 pH 值测定 pH 值采用 Zhang 的测定方法^[9],使用 pH 计测定屠宰后 45 min 和 24 h 存放于 4℃ 冰箱胸肌和腿肌的 pH 值,pH 计探针刺入胸肌和腿肌深度约为 1 cm,读取 pH 值,分别记为 $\text{pH}_{45\text{ min}}$ 和 $\text{pH}_{24\text{ h}}$, ΔpH 为 2 次测量值之差。

1.4.4 肉色测定 将胸肌和腿肌放在 4℃ 冰箱中,采用 CIE-Lab 评分,使用 WSC-S 型色差计测定屠宰后 24 h 胸肌和腿肌的亮度值(L^*)、红度值(a^*)及黄度值(b^*)。

收稿日期:2016-02-02

基金项目:河南科技大学博士启动经费(编号:4025-13480061)。

作者简介:武晓红(1974—),女,黑龙江桦南人,博士,讲师,主要从事家禽营养研究。E-mail:lemonwxh@sina.com。

表 1 基础日粮的原料组成和营养水平

原料	组成(%)		营养水平 ^③	1~21 日龄	22~42 日龄
	1~21 日龄	22~42 日龄			
玉米	61.25	62.00	表观代谢能(MJ/kg)	12.54	13.38
豆粕	31.50	30.00	粗蛋白质(%)	21.00	18.00
鱼粉	2.00	—	钙(%)	0.97	0.83
大豆油	2.00	5.00	总磷(%)	0.56	0.51
石粉	1.50	1.40	蛋氨酸(%)	0.44	0.35
磷酸氢钙	1.00	0.90	赖氨酸(%)	1.20	1.00
食盐	0.20	0.20	异亮氨酸(%)	0.82	0.60
赖氨酸	0.15	0.12	苏氨酸(%)	0.84	0.66
蛋氨酸	0.10	0.08	色氨酸(%)	0.25	0.21
苏氨酸	0.03	0.03	缬氨酸(%)	0.93	0.78
氯化胆碱	0.05	0.05			
复合维生素 ^①	0.02	0.02			
复合微量元素 ^②	0.20	0.20			

注:①维生素预混料为 1~21 日龄和 22~42 日龄肉鸡 1 kg 饲料分别提供维生素 A 8 000、6 000 IU;维生素 D₃ 3 500、2 625 IU;维生素 E 50、37.5 IU;维生素 K 3、2.25 mg;硫胺素 4、3 mg;核黄素 5、3.75 mg;烟酸 40、30 mg;维生素 B₆ 4、3 mg;维生素 B₁₂ 0.015、0.012 mg;泛酸 15、11.25 mg;叶酸 1、0.75 mg;生物素 0.1、0.075 mg。②微量元素预混料为 1~21 日龄和 22~42 日龄肉鸡 1 kg 饲料分别提供铁 80、80 mg;锌 70、70 mg;铜 15、15 mg;锰 70、70 mg;碘 0.7、0.7 mg;硒 0.4、0.4 mg;钴 0.2、0.2 mg。③营养水平为计算值。

1.5 数据处理与分析

试验数据采用 SPSS 18.0 统计软件进行方差分析, Duncan's 法进行多重比较,结果以平均数±标准误表示,在 α=0.05 水平进行差异显著性判断。

2 结果与分析

2.1 不同酵母多糖水平对肉鸡屠体性状的影响

由表 2 可知,与其他组相比,0.2% 酵母多糖组显著增加了肉鸡全净膛率($P<0.05$),而其他各组之间肉鸡全净膛率差异不显著($P>0.05$);与对照组和 0.1% 酵母多糖组相比,0.2% 酵母多糖组显著提高肉鸡胸肌率($P<0.05$),而 0.3% 酵母多糖组与其他各组之间胸肉率的差异不显著($P>0.05$);日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡屠体率和腿肌率的影响差异不显著($P>0.05$)。

表 2 酵母多糖对肉鸡屠体性状的影响

组别	屠体率	全净膛率	胸肌率	腿肌率
对照组	91.36±0.37	70.36±0.75b	14.64±0.47b	12.26±0.73
0.1% 酵母多糖组	91.98±0.19	70.19±0.59b	14.51±0.53b	12.12±0.54
0.2% 酵母多糖组	92.20±0.33	72.86±0.93a	16.54±0.66a	12.31±0.51
0.3% 酵母多糖组	91.79±0.34	70.23±0.62b	15.30±0.27ab	12.18±0.43

注:同列数据后无字母或相同字母表示差异不显著($P>0.05$),不同字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

2.2 不同酵母多糖水平对肉鸡肉品质的影响

2.2.1 不同酵母多糖水平对肉鸡胸肌和腿肌滴水损失及剪切力的影响 由表 3 可知,与对照组相比,日粮中添加酵母多糖显著降低肉鸡胸肌的滴水损失($P<0.05$),而各添加组之

间肉鸡胸肌的滴水损失差异不显著($P>0.05$);日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡胸肌的剪切力及腿肌滴水损失和剪切力的影响差异不显著($P>0.05$)。

表 3 酵母多糖对肉鸡屠宰后 24 h 胸肌和腿肌滴水损失及剪切力的影响

组别	胸肌		腿肌	
	滴水损失(%)	剪切力(N)	滴水损失(%)	剪切力(N)
对照组	4.53±0.15a	15.27±0.15	2.55±0.23	25.92±0.46
0.1% 酵母多糖组	3.80±0.20b	14.54±0.40	2.85±0.12	25.33±0.37
0.2% 酵母多糖组	3.49±0.28b	15.00±0.26	2.70±0.28	25.71±0.44
0.3% 酵母多糖组	3.40±0.19b	14.80±0.34	2.73±0.17	26.38±0.24

2.2.2 不同酵母多糖水平对肉鸡胸肌和腿肌 pH 值的影响

由表 4 可知,日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡胸肌 45 min 和 24 h pH 及 24 h pH 值下降值(ΔpH)的影响差异不显著($P>0.05$)。

低肉鸡腿肌 24 h pH 值下降值(ΔpH) ($P<0.05$),而其他各组之间肉鸡腿肌 24 h pH 下降值(ΔpH) 差异不显著($P>0.05$);日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡胸肌 45 min 和 24 h pH 值的影响差异不显著($P>0.05$)。

由表 5 可知,与对照组相比,日粮中添加酵母多糖显著降

2.2.3 不同酵母多糖水平对肉鸡胸肌和腿肌肉色(L^* 、 a^* 、

表 4 酵母多糖对肉鸡屠宰后胸肌 45 min、24 h pH 值及 24 h pH 下降值(ΔpH)的影响

组别	pH _{45 min}	pH _{24 h}	ΔpH
对照组	6.37 ± 0.03	5.76 ± 0.05	0.61 ± 0.04
0.1% 酵母多糖组	6.33 ± 0.05	5.71 ± 0.06	0.62 ± 0.02
0.2% 酵母多糖组	6.40 ± 0.03	5.78 ± 0.02	0.62 ± 0.02
0.3% 酵母多糖组	6.29 ± 0.07	5.65 ± 0.06	0.64 ± 0.03

表 5 酵母多糖对肉鸡屠宰后腿肌 45 min、24 h pH 值及 24 h pH 下降值(ΔpH)的影响

组别	pH _{45 min}	pH _{24 h}	ΔpH
对照组	6.47 ± 0.04	5.89 ± 0.05	0.59 ± 0.02a
0.1% 酵母多糖组	6.46 ± 0.02	6.03 ± 0.03	0.43 ± 0.01b
0.2% 酵母多糖组	6.36 ± 0.04	5.90 ± 0.05	0.46 ± 0.02b
0.3% 酵母多糖组	6.42 ± 0.03	6.01 ± 0.04	0.41 ± 0.01b

b*)的影响 由表 6 可知,日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡屠宰后 24 h 胸肌肉色中亮度(L*)、红度(a*)及黄度(b*)的影响差异不显著(P>0.05)。

表 6 酵母多糖水平对肉鸡屠宰后 24 h 胸肌肉色(L*、a*、b*)的影响

组别	亮度(L*)	红度(a*)	黄度(b*)
对照组	54.23 ± 0.36	22.34 ± 0.62	33.08 ± 0.85
0.1% 酵母多糖组	55.13 ± 0.56	22.31 ± 0.63	32.85 ± 0.75
0.2% 酵母多糖组	54.07 ± 0.28	23.64 ± 0.95	34.17 ± 0.56
0.3% 酵母多糖组	54.73 ± 0.79	23.93 ± 0.65	33.13 ± 0.89

由表 7 可知,日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡屠宰后 24 h 腿肌肉色中亮度(L*)、红度(a*)及黄度(b*)的影响差异不显著(P>0.05)。

表 7 酵母多糖水平对肉鸡屠宰后 24 h 腿肌肉色(L*、a*、b*)的影响

组别	亮度值(L*)	红度值(a*)	黄度值(b*)
对照组	42.79 ± 0.53	18.98 ± 0.26	21.77 ± 0.81
0.1% 酵母多糖组	41.71 ± 0.55	18.37 ± 0.47	21.78 ± 0.28
0.2% 酵母多糖组	48.36 ± 0.71	19.07 ± 0.41	23.21 ± 0.53
0.3% 酵母多糖组	45.97 ± 0.32	18.82 ± 0.28	23.32 ± 0.58

3 讨论与结论

3.1 不同酵母多糖水平对肉鸡屠体性状的影响

本试验表明,与其他组相比,0.2% 酵母多糖组显著增加了肉鸡全净膛率和胸肌率。日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡屠体率和腿肌率的影响差异不显著。Zhang 等试验表明,与对照组相比,基础日粮中添加 1 g/kg β-葡聚糖显著降低腹脂相对质量,而对胸肉质量的影响差异不显著^[10]。李萍萍等在日粮中添加不同水平酵母多糖,结果表明不同酵母多糖水平对肉鸡半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率的影响差异不显著^[11]。

3.2 不同酵母多糖水平对肉鸡肉品质的影响

关于酵母多糖对鸡肉品质的影响研究较少。pH 值是评定肉品质的重要指标之一,与肉的滴水损失、嫩度、色泽、多汁性和系水力等肉品质有关,低 pH 值即高酸度值肌肉使蛋白

质变性,可导致肌肉持水力下降^[12]。本试验表明,日粮中添加酵母多糖显著降低肉鸡胸肌 24 h pH 下降值(ΔpH)。而 Zhang 等试验表明,基础日粮中添加 1 g/kg β-葡聚糖未显著影响肉仔鸡胸肌 pH 值^[10]。

系水力是评定肉质性状的一个重要指标,直接影响肉的嫩度、色泽、营养成分和多汁性等品质,由滴水损失反映^[13]。滴水损失与肌肉系水力呈强负相关,肌肉的系水力与肉成熟过程中 pH 值的变化相关,宰后动物肌肉糖原酵解产生大量乳酸,导致肌肉 pH 值下降,蛋白质所带净负电荷的数量减少,蛋白质分子间发生凝聚紧缩,使得肌肉的系水力下降^[14]。本试验表明,日粮中添加酵母多糖显著降低肉鸡胸肌的滴水损失,说明酵母多糖可增加肉鸡胸肌的系水力。Cho 等研究表明,日粮中添加 0.1% β-葡聚糖降低 5、7 日龄肉鸡鸡肉的滴水损失和蒸煮损失^[15-16]。

肉色是评定肌肉外观的一项重要指标,主要受血红蛋白含量、肌红蛋白含量、氧化作用及光反射的影响;肉色,尤其是胸肉的肉色直接影响着消费者的购买行为^[17]。本试验表明,日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡胸肌和腿肌肉色的亮度值(L*)、红度值(a*)和黄度值(b*)的影响差异不显著。Cho 等研究表明,日粮中添加 0.1% β-葡聚糖增加了胸肉肉色红度值(a*)^[15]。Zhang 等试验表明,日粮中添加 β-葡聚糖可降低胸肉肉色黄度值(b*),但未显著影响胸肉肉色的亮度值(L*)和红度值(a*)^[10]。

综上所述,日粮中添加酵母多糖显著降低肉鸡胸肌的滴水损失和腿肌 24 h pH 下降值(ΔpH)。0.2% 酵母多糖组显著增加了肉鸡全净膛率和胸肌率。日粮中不同酵母多糖水平对肉鸡屠体率、腿肌率、腿肌滴水损失、胸肌 pH 值及胸肌和腿肌的剪切力及肉色(L*、a*、b*)的影响差异不显著。由此可知,日粮中添加酵母多糖可改善肉鸡的屠体性状和肉品质,日粮酵母多糖的适宜添加水平为 0.2%。

参考文献:

[1]徐日峰,张煜,胡建民,等. 影响鸡肉品质因素的研究进展[J]. 江苏农业科学,2013,41(2):183-184.
[2]张晓霄,张煜坤,闫景彩. 肉鸡肌肉品质的研究现状与进展[J]. 中国家禽,2012,34(18):41-44.
[3]肖娟,陈丹,郑涛雷,等. 中草药饲料添加剂在畜禽肉品质调控中的应用研究[J]. 广东饲料,2014,23(3):29-31.
[4]赵晓静,高婕李,李彦军. 酵母多糖在养猪生产中的应用研究[J]. 饲料研究,2011(10):25-26.
[5]龚阿琼,周小辉,胡骏鹏,等. 酵母多糖在禽类的应用研究[J]. 国外畜牧学:猪与禽,2014,34(11):76-77.
[6]刘凤娟,刘福涛,李和平. 酵母多糖在养殖业中的应用[J]. 畜牧与饲料科学,2014,35(3):53-54.
[7]李文娟. 鸡肉品质相关脂肪代谢功能基因的筛选及营养调控研究[D]. 北京:中国农业科学院,2008.
[8]Han J C, Yang X D, Zhang T, et al. Effects of 1 α-hydroxycholecalciferol on growth performance, parameters of tibia and plasma, meat quality, and type iib sodium phosphate cotransporter gene expression of one - to twenty - one - day - old broilers [J]. Poultry Science, 2009,88(2):323-329.
[9]Zhang L, Yue H Y, Zhang H J, et al. Transport stress in broilers: I.

郭 晓,商云霞,王梦远,等. 中药复方多糖对鸡淋巴细胞免疫信号分子表达的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):167-169.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.048

中药复方多糖对鸡淋巴细胞免疫信号分子表达的影响

郭 晓¹,商云霞¹,王梦远¹,刘晓婷¹,杨红洋¹,陈 洁¹,谷新利¹

(石河子大学动物科技学院,新疆石河子 832000)

摘要:探讨在体外环境下不同质量浓度中药复方多糖对鸡外周血淋巴细胞信号分子表达的影响。分别采用 200、100、50、25、0 $\mu\text{g/mL}$ 5 个中药复方多糖质量浓度梯度在体外条件下刺激鸡外周血淋巴细胞,采用 ELISA 法测定中药多糖作用 1、2、4 h 时细胞内环磷酸腺苷(cAMP)、环磷酸鸟苷(cGMP)的含量,以及作用 24 h 时钙离子(Ca^{2+})、一氧化氮(NO)、一氧化氮合成酶(iNOS)的分泌水平。结果表明,与对照组相比,试验组能显著提高细胞培养上清中 cAMP、cGMP 的水平($P < 0.05$)。当作用 1 h 时,100 $\mu\text{g/mL}$ 多糖处理组与其他试验组的 cAMP 差异显著($P < 0.05$);作用 2、4 h 时,200 $\mu\text{g/mL}$ 多糖组的 cAMP、cGMP 分泌水平显著高于其他试验组。与对照组相比,100、200 $\mu\text{g/mL}$ 多糖组能显著提高细胞培养上清液中 Ca^{2+} 、NO 的分泌水平($P < 0.05$),25、50 $\mu\text{g/mL}$ 多糖组对淋巴细胞中 Ca^{2+} 、NO 的分泌水平无显著影响($P > 0.05$)。中药复方多糖能显著提高淋巴细胞分泌 iNOS 的水平($P < 0.05$),而与其他多糖组相比,100 $\mu\text{g/mL}$ 多糖组淋巴细胞分泌 iNOS 的水平显著提高($P < 0.05$)。中药复方多糖可通过改变 Ca^{2+} 、cAMP、cGMP、NO、iNOS 等细胞内信号分子的活性或含量而启动细胞信号传导,从而调节细胞的活性和功能,促进相关基因的表达和释放,发挥免疫调节作用。

关键词:中药复方;多糖;黄麻鸡;淋巴细胞;免疫信号分子

中图分类号:S852.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)05-0167-03

中草药具有安全、低毒、低残留、不易产生抗药性等优点,被广泛研究并运用到畜禽生产中以有效增强畜禽机体抵抗病原的能力。研究发现,中草药中提取的多糖是能够调节畜禽免疫力的主要物质之一^[1]。单一活性多糖是近年来中药免疫药理学研究的热点,却鲜见关于中药复方多糖的研究。目前,中药多糖免疫调节作用的机制尚未明确。已有研究发现,中药多糖通过与免疫细胞表面受体结合,改变环磷酸腺苷(cAMP)、环磷酸鸟苷(cGMP)、钙离子(Ca^{2+})、一氧化氮

(NO)、一氧化氮合成酶(iNOS)等免疫细胞内信号分子的活性或含量而启动细胞信号传导,调节细胞的活性和功能,促进相关基因的表达和释放,发挥免疫调节作用^[2-3]。

朱晓庆等研究发现,中药复方免疫增强剂能在一定质量浓度范围内增强鸡的免疫调节作用^[4]。本试验以鸡外周血淋巴细胞为研究对象,在体外条件下研究一定纯度中药复方多糖对淋巴细胞中环磷酸腺苷(cAMP)、环磷酸鸟苷(cGMP)、钙离子(Ca^{2+})、一氧化氮(NO)、诱导型一氧化氮合成酶(iNOS)等信号分子产生的影响,为进一步揭示中药复方多糖的作用机制提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验药物

中药复方多糖是由笔者所在实验室自主开发的中药复方免疫增强剂,经水提-醇沉法提取后,由 AB-8 大孔吸附树

收稿日期:2016-01-25

基金项目:国家自然科学基金(编号:31460673)。

作者简介:郭 晓(1989—),女,硕士研究生,主要从事中草药开发与利用研究。E-mail:1498379318@qq.com。

通信作者:谷新利,教授,博士生导师,主要从事中草药开发与利用研究。E-mail:xlgu@shz.edu.cn。

Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality[J]. Poultry Science, 2009, 88(10):2033-2041.

[10] Zhang Z F, Zhou T X, Ao X, et al. Effects of beta-glucan and *Bacillus subtilis* on growth performance, blood profiles, relative organ weight and meat quality in broilers fed maize-soybean meal based diets[J]. Livestock Science, 2012, 150(1/2/3):419-424.

[11] 李萍萍. 酵母多糖对鸡生产性能和免疫功能的影响[D]. 南宁:广西大学, 2011.

[12] 邹华锋,文美英,魏星华,等. 生猪宰前不同静养时间和屠宰方式对背长肌肌肉 pH 值和滴水损失的影响[J]. 肉类工业, 2013(5):19-21.

[13] 杨玉荣,梁宏德,尹清强,等. 益生菌和抗菌肽联合应用对肉鸡生长性能、肉品质和鸡舍氨气浓度的影响[J]. 饲料博览, 2012

(9):1-4.

[14] 吴 娟,程灵豪,高峰,等. 一水肌酸对肉鸭胴体组成及肉品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 2011, 34(4):100-104.

[15] Cho J H, Zhang Z F, Kim I H. Effects of single or combined dietary supplementation of β -glucan and kefir on growth performance, blood characteristics and meat quality in broilers[J]. British Poultry Science, 2013, 54(2):216-221.

[16] 唐自钟,刘 珊,晋海军,等. 提高内切葡聚糖酶活力及其在毕赤酵母中的表达研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2015, 36(1):72-77.

[17] 王月超,蔡辉益,闫海洁,等. L-肉碱和赖氨酸对爱拔益加肉鸡生长性能和肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2013, 25(11):2591-2600.