

引用格式:

游斌杰, 翟少钦, 朱买勋. 中药复方提取物对 IBDV 感染 SPF 鸡抗氧化和抗炎能力的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(4): 462-466.

YOU B J, ZHAI S Q, ZHU M X. Effect of traditional Chinese medicine extract on anti-oxidant and anti-inflammatory ability of SPF chicks infected IBDV[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2021, 47(4): 462-466.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



中药复方提取物对 IBDV 感染 SPF 鸡 抗氧化和抗炎能力的影响

游斌杰, 翟少钦, 朱买勋*

(重庆市畜牧科学院, 重庆 荣昌 402460)

摘要: 将 150 羽 SPF 雏鸡随机分为 5 组, 即对照组(CK)、病毒感染模型组(MC)、中药提取物高、中、低剂量组(T1、T2、T3), T1、T2、T3 组试验鸡分别按照 10.0、5.0、2.5 g/L 的剂量在饮水中添加中药提取物(由 2 2 1 质量比的女贞子、黄芪、枸杞子、菟丝子组成), 连续添加 7 d, CK 和 MC 不添加任何药物, 给药完成后, 对照组滴鼻生理盐水, 其他各组雏鸡分别通过滴鼻接种 IBDV, 攻毒后连续观察 7 d, 检测抗氧化指标(T-SOD、GSH-Px、T-AOC、MDA)和炎症因子(NO、TNF- α 、IL-1 β 、IL-6)的分泌量, 检测脾淋巴细胞 *iNOS*、*NF- κ B*、*MCP-1* 基因 mRNA 表达量。结果显示: T1 和 T2 试验鸡抗氧化能力均提高, 血清中 GSH-Px 活力和 T-AOC 极显著高于 MC 的($P < 0.01$), MDA 含量显著低于 MC 的($P < 0.05$), T2 试验鸡血清中 T-SOD 活力显著高于 MC 的($P < 0.05$); T1 和 T2 试验鸡炎症反应明显减少, 血清中 NO、TNF- α 、IL-1 β 含量均极显著低于 MC 的($P < 0.01$), NO 和 TNF- α 含量显著低于 T3 的($P < 0.05$), IL-1 β 含量显著或极显著低于 T3 的, IL-6 含量显著高于 T3 和 MC 的($P < 0.05$); T1 和 T2 试验鸡脾淋巴细胞中 *iNOS* mRNA 表达量显著低于 MC 的($P < 0.05$), *NF- κ B* 和 *MCP-1* mRNA 表达量极显著低于 MC 的($P < 0.01$)。表明中药提取物可能通过增强雏鸡的抗氧化能力, 促进炎症相关因子的分泌和调节基因表达实现抗炎效果来抵抗 IBDV。

关键词: SPF 雏鸡; 传染性法氏囊病病毒(IBDV); 中药复方提取物; 抗氧化; 炎症因子

中图分类号: S858.315.3; S831.5 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2021)04-0462-05

Effect of traditional Chinese medicine extract on anti-oxidant and anti-inflammatory ability of SPF chicks infected IBDV

YOU Binjie, ZHAI Shaoqin, ZHU Maixun*

(Chongqing Academy of Animal Sciences, Rongchang, Chongqing 402460, China)

Abstract: 150 SPF chicks were randomly grouped into 5 groups, control group(CK), virus infection model group(MK), traditional Chinese medicine extract high, medium and low dose group(T1, T2, T3). The T1, T2 and T3 group' chicks were respectively treated by the extract mixed with drinking water at the doses of 10.0, 5.0, 2.5 g/L for 7 consecutive days. The extracts included LIGUSTRI LUCIDI FRUCTUS, ASTRAGALI RADIX, LYCII FRUCTUS, CUSCUTAE SEMEN with the mass ratio of 2 2 1 1. The CK and MC group were added without any drugs. Then, the chicks in the CK group were nasal saline as control, the others were inoculated with IBDV via nasal drops with observation for 7 continuous days. Detected the antioxidant indexes(T-SOD, GSH-Px, T-AOC, MDA) and inflammatory factors(NO, TNF- α , IL-1 β , IL-6) secretion, detected the mRNA expression of *iNOS*, *NF- κ B* and *MCP-1* in splenic lymphocytes. The results showed: T1 and T2 experimental chicks antioxidant capacity increased, serum GSH-Px activity and T-AOC were significantly higher than MC ($P < 0.01$), MDA content was significantly lower than MC ($P < 0.05$), T2 experimental chicks serum T-SOD activity was significantly higher than MC ($P < 0.05$); T1 and T2 experimental chicks inflammatory response significantly reduced, serum NO, TNF- α , IL-1 β content were significantly lower than MC ($P < 0.01$), NO and TNF- α content were significantly lower than T3 ($P < 0.05$), IL-1 β content was significantly or extremely significantly lower than T3, IL-6 content was significantly higher than T3 and MC ($P < 0.05$); T1 and T2 experimental chicks splenic lymphocytes *iNOS* mRNA expression was significantly lower than MC ($P < 0.05$), *NF- κ B* and *MCP-1* mRNA expression were significantly lower than MC ($P < 0.01$). It is shown that traditional Chinese medicine extract may enhance the antioxidant capacity of chicks, promote the secretion and regulation of inflammatory factors by gene expression to achieve anti-inflammatory effect to resist IBDV.

收稿日期: 2020-02-19

修回日期: 2020-03-12

基金项目: 重庆荣昌农牧高新技术产业研发专项(cstc2019ngzx0003)

作者简介: 游斌杰(1983—), 男, 重庆荣昌人, 硕士, 助理研究员, 主要从事动物疫病防控研究, 824978338@qq.com; *通信作者, 朱买勋, 副研究员, 主要从事中兽药研发与药理毒理学研究, zmxmz0817@163.com

TNF- α , IL-1 β , IL-6), and tested *iNOS*, *NF- κ B* and *MCP-1* mRNA expression in the spleen lymph cell. The results showed that the chicks in T1 and T2 group had increased their antioxidant capacity, serum GSH-Px and T-AOC activity were extremely significantly higher than those in MC group ($P < 0.01$), serum MDA content was significant lower than that in MC group ($P < 0.05$). The T-SOD activity in T2 group was significantly higher than that in MC group ($P < 0.05$). Meanwhile, the chicks in T1 and T2 group had reduced their inflammatory response, NO, TNF- α and IL-1 β content were extremely significantly lower than those in MC group ($P < 0.01$), of which serum NO and TNF- α contents were significantly lower than those of T3 group ($P < 0.05$), IL-1 β content was significantly or extremely significantly lower than that in T3 group, and IL-6 content in T2 group was significantly higher than that in T3 and MC group ($P < 0.05$). And, the expression of *iNOS* mRNA in spleen lymphocytes of chicks in T1 and T2 groups had been significantly decreased than that in MC ($P < 0.05$), and the expression of *NF- κ B* and *MCP-1* mRNA had been extremely significantly decreased than that in MC ($P < 0.01$). These results indicated that the traditional Chinese medicine extract might resist IBDV by enhancing the anti-oxidation ability of chickens, promoting the secretion of inflammatory related factors and regulating the expression of genes to achieve anti-inflammatory effects.

Keywords: SPF chicks; IBDV; traditional Chinese medicine extract; anti-oxidation; inflammatory factor

鸡传染性法氏囊病(IBD)是由传染性法氏囊病毒(IBDV)引起的免疫抑制病。该病在全球范围内广泛传播,且还可通过垂直传播和水平传播的方式进行扩散^[1-2]。2018年,中国黑龙江、辽宁、河北、山东、江苏、浙江、云南等7个省检测到了IBDV新型变异株的流行,并在不断蔓延^[3]。IBDV基因组包括2条双链RNA,其氨基酸区段存在高变区,已经从原来的经典毒株渐渐变异成IBDV超强毒株(vvIBDV),美国纽约也分离出包含vvIBDV的新型毒株,且对4周龄无特定病原体的雏鸡造成100%的发病率和68.7%的死亡率^[4-5]。发病鸡会导致法氏囊坏死和免疫抑制,免疫系统造成严重损害,被世界动物卫生组织收录为117种烈性传染病之一^[6-7]。

目前,在临床防控IBDV中,主要以接种疫苗进行预防为主。标准疫苗必须每年施用1次,且由于无效的免疫选择导致每年传播的不同菌株的病毒表面蛋白连续突变,导致免疫失效,同时还存在一定潜伏危险^[5]。药物预防也是防治IBD的主要选择方向,尤其是中兽药,富含大量的天然活性物质,在增强动物免疫和抗病毒方面都有其独特的效果。机体在病毒入侵过程中,导致大量的氧化损伤和炎症,形成病毒感染的综合病征。本研究中,在中药复方提取物可增强免疫抑制雏鸡的免疫功能和提高IBD疫苗免疫效果的基础上^[8-9]结合IBDV感染SPF鸡后发生的炎症和病毒的氧化损伤等生理特性,通过考察人工IBDV感染SPF鸡抗病能力和抗炎作用,以进一步确定中药复方提取物的药物效果。

1 材料与方法

1.1 供试药物的准备

按2 2 1 1的质量比称取女贞子(LIGUSTRI LUCIDI FRUCTUS)、黄芪(ASTRAGALI RADIX)、枸杞子(LYCII FRUCTUS)、菟丝子(CUSCUTAE SEMEN),经过水提取、过滤后,制备成中药复方提取物浸膏,再添加可溶性淀粉制成规格为每1.0 g中药提取物中含原生药1.0 g。

1.2 病毒的准备

供试鸡传染性法氏囊病毒(编号AV7)购于中国兽医微生物菌种保存中心,由重庆市畜牧科学院兽医兽药研究所扩增保存。在使用前采用鸡胚进行试验,参照Reed-Muench法^[10]计算出病毒液1 EID₅₀/(100 μ L)为 $1 \times 10^{-6.91}$ 。

1.3 试验设计

1) 分组及饲养管理。将150羽3周龄的SPF雏鸡(购于济南斯派瑞福禽业科技有限公司)预饲1周后随机均分为5组,分别为对照组(CK)、病毒感染模型组(MC)、中药提取物高、中、低剂量组(T1、T2、T3)。每组重复3次,每个重复10羽雏鸡。各组雏鸡采用单笼立式隔离饲养,自由饮水,饲喂相同的饲料。

2) 给药。T1、T2、T3分别按照10.0、5.0、2.5 g/L的剂量在饮水中添加中药提取物,连续添加7 d,CK和MC不添加任何药物。

3) 攻毒。给药完成后,除CK外的每组雏鸡分

别通过滴鼻接种含 100 EID₅₀/(100 μL)的 IBDV, 即 $1 \times 10^{-4.91}$, CK 滴鼻等量的生理盐水。攻毒后连续 1 周观察雏鸡的生存状态。

1.4 项目检测

1) 抗氧化指标的测定。在试验结束后, 采集存活雏鸡血液, 分离血清, 采用羟胺法测定血清中总超氧化物歧化酶(T-SOD)活力; 采用比色法测定总抗氧化能力(T-AOC)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力; 采用 TAB 法测定丙二醛(MDA)含量。检测试剂盒均购于南京建成生物工程研究所, 具体方法参照试剂使用说明书。

2) 炎症因子含量的测定。取分离血清, 采用比色法检测一氧化氮(NO)的含量; 采用 ELISA 检测肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-1 β (IL-1 β)、白细胞介素-6(IL-6)的含量。

3) 脾淋巴细胞炎症因子的表达。每组雏鸡称重

后, 脱臼处死, 无菌采集脾脏, 分离淋巴细胞; 所得淋巴细胞分别提取 RNA, 利用微量分光光度计测定 RNA 的浓度和纯度, 调整各组 RNA 为 1000 ng; 根据 GenBank 报道的诱导型一氧化氮合酶(*iNOS*)、核转录因子- κ B(*NF- κ B*)、单核细胞趋化蛋白-1(*MCP-1*)基因 mRNA 的全长序列设计荧光定量 PCR 特异性引物, 由上海生工生物工程股份有限公司合成。引物序列见表 1。反转录为 cDNA, 实时荧光定量 PCR 采用 10 μL 体系: 上、下游引物各 0.2 μL, cDNA 模板 0.2 μL, 实时荧光定量 PCR 体系溶液 5.0 μL, 加 ddH₂O 补足 10 μL。反应程序: 95 °C 预变性 5 min; 94 °C 变性 45 s, 61 °C 退火 45 s, 72 °C 延伸 45 s, 共 35 个循环; 72 °C 再延伸 10 min。结果中基因表达强度分别以绝对拷贝数与 β -actin 绝对拷贝数的比值表示。将对照组的表达量设置为 1 \times , 计算各个基因相对于对照组的表达变化水平。

表 1 基因引物序列

Table 1 Primer sequences of genes

基因	上游引物序列(5'-3')	下游引物序列(5'-3')	产物大小/bp
<i>β-actin</i>	GCCAACAGAGAGAAGATGACAC	GTAACACCATCACCAGAGTCCA	118
<i>iNOS</i>	AGGCCAAACATCTGGAGGTC	TCATAGAGACGCTGCTGCCAG	371
<i>NF-κB</i>	TCAACGCAGGACCTAAAGACAT	GCAGATAGCCAAGTTCAGGATG	162
<i>MCP-1</i>	ATGAGGGTTGCTTCTCTCCA	GTTACTGATGTGCTGTCCCT	785

1.5 数据统计分析

采用 SPSS 20.0 中 GLM 模块进行试验数据方差分析; 组间差异有统计学意义时, 采用 Duncan's 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 供试雏鸡的临床变化

试验中 CK 的雏鸡未出现死亡, 成活率达到 100.00%; MC 的雏鸡在接种病毒后精神表现沉郁, 躺卧不起, 采食量降低, 感染 2 d 后雏鸡排白色稀

粪, 攻毒后 3 d 出现死亡, 试验结束后雏鸡成活率为 30.00%; T1 和 T2 只有少量雏鸡出现精神沉郁和腹泻现象, 成活率分别达 86.67%和 93.33%; T3 出现腹泻的雏鸡数量明显多于 T1 和 T2 的, 但存活率高于 MC 的, 达 70.00%。说明中药提取物能提高雏鸡的成活率。

2.2 供试雏鸡抗氧化指标的变化

由表 2 可知, 与 CK 相比, 在接种 IBDV 病毒后, 试验雏鸡的 T-SOD 活力显著降低($P < 0.05$), GSH-Px 活力和 T-AOC 极显著降低($P < 0.01$), MDA

表 2 供试雏鸡抗氧化指标的检测结果

Table 2 The results of anti-oxidation index of test chicks

分组	T-SOD/(U·mL ⁻¹)	GSH-Px/(U·mL ⁻¹)	T-AOC/(U·mL ⁻¹)	MDA/(nmol·mL ⁻¹)
CK	(83.81±10.63)a	(264.76±34.27)Aa	(337.19±29.84)Aa	(7.15±0.38)b
MC	(62.55±12.33)b	(214.72±25.19)Bb	(253.84±20.34)Bd	(8.70±0.63)a
T1	(77.64±10.35)ab	(253.16±21.35)Aa	(317.45±19.77)Abc	(7.26±0.47)b
T2	(80.31±9.86)a	(259.47±18.40)Aa	(321.36±20.33)Aab	(7.02±0.38)b
T3	(69.48±13.37)b	(228.88±19.16)Bb	(298.43±23.54)Ac	(8.36±0.29)ab

同列不同大、小写字母分别示组间差异极显著($P < 0.01$)和差异显著($P < 0.05$)。

含量显著升高($P<0.05$), 显示了雏鸡有明显的氧化损伤作用; 使用中药作用后, T2 雏鸡的 T-SOD 活力显著高于 MC 和 T3 的($P<0.05$); T1 和 T2 雏鸡的 GSH-Px 活力极显著高于 MC 和 T3 的($P<0.01$); T1 和 T2 雏鸡的 T-AOC 极显著高于 MC 的($P<0.01$), 且 T2 雏鸡的 T-AOC 显著高于 T3 的($P<0.05$); T1 和 T2 雏鸡的 MDA 含量显著低于 MC 的($P<0.05$)。

2.3 供试雏鸡血清中炎性因子的含量变化

由表 3 可知, 与 CK 相比, 在接种 IBDV 后,

表 3 供试雏鸡炎性因子的含量

分组	NO 含量/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	TNF- α 含量/ $(\text{ng}\cdot\text{mL}^{-1})$	IL-1 β 含量/ $(\text{ng}\cdot\text{L}^{-1})$	IL-6 含量/ $(\text{U}\cdot\text{L}^{-1})$
CK	(36.31 \pm 6.32)Bc	(0.27 \pm 0.08)Cd	(126.37 \pm 15.43)De	(5.53 \pm 0.24)a
MC	(60.47 \pm 9.38)Aa	(6.57 \pm 0.35)Aa	(394.77 \pm 28.54)Aa	(3.77 \pm 0.18)b
T1	(36.94 \pm 5.32)Bc	(4.06 \pm 0.34)Bc	(280.67 \pm 19.88)BCc	(4.79 \pm 0.26)a
T2	(36.48 \pm 4.92)Bc	(3.90 \pm 0.31)Bc	(274.39 \pm 20.38)Cd	(4.86 \pm 0.33)a
T3	(46.74 \pm 6.88)Bb	(5.29 \pm 0.42)ABab	(324.17 \pm 25.47)Bb	(4.03 \pm 0.37)b

同列不同大、小写字母分别示组间差异极显著($P<0.01$)和差异显著($P<0.05$)。

2.4 供试雏鸡血清中炎性因子的表达变化

由表 4 可知, 以 CK 为基准, 在接种 IBDV 后, MC 的雏鸡 *iNOS*、*NF- κ B*、*MCP-1* mRNA 表达量均极显著升高($P<0.01$), 分别为 CK 的 4.36、4.93、7.22 倍。使用中药后, 雏鸡的 *iNOS*、*NF- κ B*、*MCP-1* mRNA 表达量均有不同程度的降低, T1 和 T2 雏鸡的 *iNOS* mRNA 表达量分别为 CK 的 3.35、3.14 倍, 且显著低于 MC 的($P<0.05$); T1、T2、T3 雏鸡的 *NF- κ B* mRNA 表达量分别为 CK 的 2.56、2.26、2.84 倍, 且极显著低于 MC 的($P<0.01$); T1 和 T2 雏鸡的 *MCP-1* mRNA 表达量分别为 CK 的 5.99、5.20 倍, 且极显著低于 MC 的($P<0.01$)。

表 4 供试雏鸡 *iNOS*、*NF- κ B*、*MCP-1* mRNA 表达量

Table 4 The expression quantity of *iNOS*, *NF- κ B*, *MCP-1* mRNA of test chicks

分组	表达量		
	<i>iNOS</i>	<i>NF-κB</i>	<i>MCP-1</i>
CK	(1.00 \pm 0.18)Bc	(1.00 \pm 0.09)C	(1.00 \pm 0.15)Cd
MC	(4.36 \pm 0.50)Aa	(4.93 \pm 0.33)A	(7.22 \pm 0.26)Aa
T1	(3.35 \pm 0.32)Ab	(2.56 \pm 0.26)B	(5.99 \pm 0.70)Bbc
T2	(3.14 \pm 0.23)Ab	(2.26 \pm 0.26)B	(5.20 \pm 0.36)Bc
T3	(3.80 \pm 0.39)Aab	(2.84 \pm 0.31)B	(6.60 \pm 0.56)ABab

同列不同大、小写字母分别示组间差异极显著($P<0.01$)和差异显著($P<0.05$)。

试验雏鸡的 NO、TNF- α 、IL-1 β 含量极显著升高($P<0.01$), IL-6 的含量显著降低($P<0.05$), 显示 IBDV 对雏鸡产生了一定的炎性。使用中药后, 除 T3 雏鸡的 TNF- α 含量外, T1、T2、T3 雏鸡的 NO、TNF- α 、IL-1 β 含量均极显著低于 MC 的($P<0.01$); T1 和 T2 雏鸡的 NO 和 TNF- α 含量显著低于 T3 的($P<0.05$), IL-1 β 含量显著或极显著低于 T3 的, IL-6 含量均显著高于 MC 和 T3 的($P<0.05$)。

3 结论与讨论

传染性法氏囊病常发生于 3~12 周龄的雏鸡或者青年鸡, 感染的鸡群会由于病毒的侵袭快速损伤组织器官, 尤其是侵袭免疫器官而导致免疫抑制状态, 影响机体自身防御疾病的能力^[1]。抗氧化反应是动物机体对外界异物入侵发出的积极反应, 通过提高抗氧化相关酶含量或者活力来清除异物氧化损伤产生的自由基, 也间接提高机体免疫水平。本研究中, 与对照组相比, IBDV 感染的雏鸡血清中 T-SOD、GSH-Px 活力和 T-AOC 极显著降低($P<0.01$), MDA 含量显著升高($P<0.05$), 显示 IBDV 能对雏鸡造成明显的氧化损伤; 通过中药提取物高、中剂量预防的雏鸡 T-SOD、GSH-Px 活力和 T-AOC 显著提高, 清除 IBDV 感染产生自由基的能力不断得到提升, MDA 含量显著降低, 间接反应组织器官的损伤程度得到明显改善, 从而表明中药提取物可增强抗氧化系统的调节能力, 降低由于 IBDV 感染导致的组织器官氧化损伤。

细胞因子是炎症反应的重要介质和调节剂。NO 主要介导炎症反应。本研究中, 中药提取物高、中剂量组雏鸡 *iNOS* mRNA 表达量明显低于病毒感染模型组的, 抑制 NO 合成, NO 含量极显著低于病毒感染模型组的, 抑制介导炎症的产生。IL-1 β

是致炎因子,放大炎症反应,参与炎症反应过程中组织破坏^[11]。本研究中,中药提取物高、中剂量组雏鸡 IL-1 β 含量显著($P<0.05$)或极显著($P<0.01$)低于病毒感染模型组的,阻止炎症的扩大。TNF- α 在正常机体内含量极少,是炎症早期释放出来的炎症因子。雏鸡 IBDV 感染后 TNF- α 含量极显著升高($P<0.01$),大量的 MCP-1 转录释放出来,刺激后 NF- κ B mRNA 表达量极显著升高($P<0.01$)。NF- κ B mRNA 表达量与炎症的发展呈正相关,再刺激会发生级联反应,促进多种炎症因子释放,加重炎症反应^[12]。中药提取物高、中剂量组雏鸡的 TNF- α 含量极显著低于病毒感染模型组的($P<0.01$),NF- κ B 和 MCP-1 mRNA 表达明显减弱,中药提取物高、中剂量组的 MCP-1 mRNA 表达量分别显著($P<0.05$)或极显著($P<0.01$)低于病毒感染模型组的。中药提取物 3 个剂量组雏鸡的 NF- κ B mRNA 表达量均显著($P<0.05$)低于病毒感染模型组的,且 3 个剂量组间的差异无统计学意义($P>0.05$),提示炎症得到明显的改善,减缓了炎症反应,阻止炎症扩散。IL-6 又称前炎症细胞因子,是炎症反应中的中枢性调节因子,且 IL-6 含量的高低与机体体液免疫功能呈正相关关系^[7]。本研究中,中药提取物高、中剂量组雏鸡的 IL-6 含量显著高于病毒感染模型组的($P<0.05$),积极参与抗炎反应。表明中药提取物积极参与抗炎调节系统,在阻止炎症的发生和扩散过程中发挥重要作用。

在 IBDV 入侵雏鸡过程中,不断产生组织损伤和炎症,氧化损伤和炎症的产生存在密切相关性。临床中,中药提取物高、中剂量组雏鸡抗氧化酶 T-SOD、GSH-Px 活力和 T-AOC 升高,使 iNOS、NF- κ B、MCP-1 mRNA 表达量降低,减少炎症相关因子 NO、TNF- α 、IL-1 β 的释放量,表明中药提取物在调控抗氧化和抗炎功能上有密切交互关系。

参考文献:

- [1] WANG Q X, HU H L, CHEN G L, et al. Identification and assessment of pathogenicity of a naturally reassorted infectious bursal disease virus from Henan, China[J]. Poultry Science, 2019, 98(12): 6433-6444.
- [2] SHEHATA A A, SULTAN H, HALAMI M Y, et al. Molecular characterization of very virulent infectious bursal disease virus strains circulating in Egypt from 2003 to 2014[J]. Archives of Virology, 2017, 162(12): 3803-3815.
- [3] 范林进,王雨龙,吴甜甜,等.我国传染性法氏囊病

病毒新型变异株分析研究[J].中国预防兽医学报, 2019, 41(11): 1164-1169.

FAN L J, WANG Y L, WU T T, et al. The prevalence of novel variant strains of infectious bursal disease virus in China[J]. Chinese Journal of Preventive Veterinary Medicine, 2019, 41(11): 1164-1169.

- [4] MICHEL L O, KIMBER M L, JACKWOOD D J. New introduction of a very virulent infectious bursal disease virus in New York, USA[J]. Avian Pathology, 2019, 48(5): 486-491.
- [5] JACKWOOD D J. Advances in vaccine research against economically important viral diseases of food animals: infectious bursal disease virus[J]. Veterinary Microbiology, 2017, 206: 121-125.
- [6] XU Z Y, YU Y, LIU Y, et al. Differential expression of pro-inflammatory and anti-inflammatory genes of layer chicken bursa after experimental infection with infectious bursal disease virus[J]. Poultry Science, 2019, 98(11): 5307-5314.
- [7] DAI M M, XU C G, CHEN W S, et al. Progress on chicken T cell immunity to viruses[J]. Cellular and Molecular Life Sciences, 2019, 76: 2779-2788.
- [8] 朱买勋,唐红梅,闫志强,等.中药复方提取物对免疫抑制雏鸡 IBD 疫苗的免疫增强效果[J].湖南农业大学学报(自然科学版), 2019, 45(3): 316-320.
ZHU M X, TANG H M, YAN Z Q, et al. Effect of traditional Chinese medicine extract on IBD vaccine immune enhancement of immunosuppression chicks[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2019, 45(3): 316-320.
- [9] 朱买勋,曹国文,张素辉,等.不同中药对雏鸡生长性能、免疫器官指数及血液生化指标的影响[J].黑龙江畜牧兽医, 2016(12): 159-161.
ZHU M X, CAO G W, ZHANG S H, et al. Effects of different traditional Chinese medicines on chick growth performance, immune organ index and blood biochemical indexes [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2016(12): 159-161.
- [10] 殷震,刘景华.动物病毒学[M].2版.北京:科学出版社, 1997.
YIN Z, LIU J H. Animal Virology[M]. 2nd ed. Beijing: Science Press, 1997.
- [11] ANAVI S, TIROSH O. iNOS as a metabolic enzyme under stress conditions[J]. Free Radical Biology and Medicine, 2020, 146: 16-35.
- [12] FAMUREWA A C, MADUAGWUNA E K, FOLAWIYO A M, et al. Antioxidant, anti-inflammatory, and antiapoptotic effects of virgin coconut oil against antibiotic drug gentamicin-induced nephrotoxicity via the suppression of oxidative stress and modulation of iNOS/NF- κ B/caspase-3 signaling pathway in Wistar rats [J]. Journal of Food Biochemistry, 2020, 44(1): e13100.

责任编辑:邹慧玲

英文编辑:柳正