

安 晨,杨智青,侯福银,等. 马齿苋不同方式提取物对蛋鸡产蛋性能、肠道结构及炎症因子的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(24):142-146.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.24.021

马齿苋不同方式提取物对蛋鸡产蛋性能、 肠道结构及炎症因子的影响

安 晨,杨智青,侯福银,时 凯,金崇富,陈长宽

(江苏沿海地区农业科学研究所,江苏盐城 224001)

摘要:为研究不同提取方式取得的马齿苋提取物对蛋鸡产蛋性能、肠道结构及炎症因子的影响,并揭示最佳添加方式,选用 400 日龄产蛋后期蛋鸡 270 羽,分为 9 个试验组,1 个对照组,每组 3 个重复,每个重复 9 羽。试验组在玉米-豆粕型日粮基础上添加马齿苋粉、马齿苋水提物及马齿苋醇提物(100、200、300 mg/kg),对照组饲喂基础日粮,试验预试期 1 周,正试期 6 周。结果表明,添加 200 mg/kg 水提物能够同时显著降低料蛋比($P < 0.05$),显著提高产蛋率($P < 0.05$),极显著降低低密度脂蛋白含量($P < 0.01$);添加 300 mg/kg 水提物与醇提物均可显著($P < 0.05$)提高高密度脂蛋白含量;添加 200 mg/kg 水提物与 100 mg/kg 醇提物均可显著($P < 0.05$)降低血浆中 TNF- α 含量;添加 200 mg/kg 各提取物与 300 mg/kg 醇提物均可显著($P < 0.05$)降低血浆中 IL-6 含量;除粉粹 300 mg/kg 和醇提 300 mg/kg 组外,饲料中添加其他马齿苋提取物均可极显著($P < 0.01$)提高十二指肠绒毛高度;添加 300 mg/kg 醇提物可极显著降低十二指肠隐窝深度;水提 200、300 mg/kg 2 组可显著($P < 0.05$)提高绒毛高度/隐窝深度(V/C)比值,醇提 200、300 mg/kg 2 组可极显著提高 V/C 比值($P < 0.01$)。综上所述,添加马齿苋提取物对蛋鸡产蛋性能、脂类代谢、炎症因子和肠道结构均有一定程度改善,其中,添加 200 mg/kg 水提物效果较好,为推荐添加形式与剂量。

关键词:马齿苋提取物;蛋鸡;生产性状;炎症因子;肠道结构

中图分类号:S831.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)24-0142-05

近年来,随着家畜无抗化养殖的推进,寻找合适的绿色添加剂已成为目前家畜养殖的热点。马齿苋在国内各地均有分布,是一种药食两用的植物,研究表明其主要含有多糖、黄酮类、挥发油、有机酸类、萜类、生物碱类及香豆素类等化学成分,具有解毒消肿、消炎、镇痛、抑菌、降血糖、降血脂、抗氧化、抗肿瘤、增强免疫等作用^[1]。在家畜饲料中添加马齿苋,可利用其抗菌、消炎等功效,提高牲畜免疫力,使其能有效地避免多种疾病,健壮生长^[2]。大量研究表明,马齿苋内不同成分对畜禽等生物的生长与健康具有一定作用。研究发现,饲料中添加马齿苋粉可提高试验蛋鸡的日采食量、平均蛋质量、蛋黄色泽等^[3],还能够有效提高肉鸡饲料转化

率,增加机体抗氧化能力,改善其生长性能^[4-6];马齿苋多糖能够控制血液激素水平,提高雏鸡生长性能和饲料转化率,同时还能够促进免疫器官发育,提高免疫能力^[7-8];马齿苋多酚能够减轻衰老小鼠的氧化应激,提高存活率^[9]。马齿苋含有多种营养成分,不同的提取方式获得的提取物作用效果尚不明确。因此,本研究通过饲喂马齿苋不同方式提取的提取物,探究马齿苋不同方式提取物对蛋鸡产蛋性能、肠道结构及炎症因子的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

马齿苋粉(BCSW200903-2)、马齿苋水提物(BCSW200610-1)及马齿苋醇提物(BCSW200827-2),均购自西安百川生物科技有限公司。

1.2 试验设计

采用单因子完全随机试验设计,选用产蛋率和体质量相近的 400 日龄海兰褐产蛋后期蛋鸡 270 羽,分为 9 个试验组,1 个对照组,每组 3 个重复,每个重复 9 羽鸡,分 3 个鸡笼饲养。对照组饲喂基础日粮,试验组在玉米-豆粕型日粮基础上分别添加

收稿日期:2022-02-07

资助项目:江苏沿海地区农业科学研究所科研基金(编号:YHS201907);江苏现代农业(蛋鸡)产业技术体系盐城推广示范基地项目(编号:JATS[2020]206)。

作者简介:安 晨(1994—),男,江苏盐城人,硕士,研究实习员,主要从事绿色添加剂研究。E-mail:acklaa@163.com。

通信作者:杨智青,硕士,研究员,主要从事生态养殖研究。E-mail:yangzhiq88@126.com。

马齿苋粉 (100、200、300 mg/kg)、马齿苋水提物 (100、200、300 mg/kg) 及马齿苋醇提物 (100、200、300 mg/kg)。

1.3 饲粮与饲养管理

动物试验在江苏沿海地区农业科学研究所生态养殖基地进行。采用 3 层笼养的方式进行饲养,预试验 1 周,正式期 6 周,试验时间为 2020 年 10 月 13 日至 11 月 24 日。试验期间,试验鸡自由采食和饮水,温度保持在 13 ~ 20 ℃,湿度保持在 55% ~ 65%,采用自然光照。基础日粮参照《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004) 配制,基础日粮配方及营养成分见表 1。

表 1 试验饲粮组成及营养水平(风干基础)

| 原料 | 含量(%) | 营养成分 | 水平 |
|------|-------|------------|-------|
| 玉米 | 60.5 | 代谢能(MJ/kg) | 10.87 |
| 豆粕 | 23.5 | 粗蛋白质(%) | 15.50 |
| 贝壳粉 | 10.0 | 钙(%) | 3.50 |
| 麸皮 | 2.0 | 总磷(%) | 0.60 |
| 花椒籽粉 | 2.0 | 蛋氨酸(%) | 0.32 |
| 预混料 | 2.0 | 赖氨酸(%) | 0.70 |
| 合计 | 100.0 | 色氨酸(%) | 0.15 |

注:预混料为每千克饲粮提供维生素 A 12 000 IU,维生素 D₃ 4 000 IU,食盐 3 g,蛋氨酸 1 g,氯化胆碱 1.25 g,复合酶制剂 200 mg,吡哆醇 6 mg,叶酸 1.5 mg,壳红素 250 mg,Fe 80 mg,Cu 8 mg,Zn 80 mg。所有营养水平均为计算值。

1.4 检测指标与方法

1.4.1 蛋鸡生产性能 试验期内,每周清扫料槽 1 次并称质量,记录剩余饲料质量。每天 15:00 收集每组产蛋并称质量,记录蛋数与蛋质量,计算料蛋比。

1.4.2 脂类代谢 试验结束后,每重复随机选取 1 羽试验鸡,采用无菌抗凝管(EDTA)空腹翅静脉采血 5 mL,3 000 r/min 离心 10 min,分离血浆并送予盐城市中医院进行高密度脂蛋白(HDL)、低密度脂蛋白(LDL)、总胆固醇(TC)及甘油三酯(TG)检测。

1.4.3 炎症因子 步骤同“1.4.2”节,采取血浆送予江苏酶免实业有限公司运用 ELISA 进行肿瘤坏死因子(TNF- α)和白细胞介素 6(IL-6)检测。

1.4.4 肠道形态 试验结束后,选用上述试验鸡,屠宰后取十二指肠段 3 cm 左右置于 4% 多聚甲醛溶液中固定,制作石蜡切片,经过组织脱水、透明、包埋、切片、展片、苏木精-伊红(HE)染色和封片等程序,光学显微镜下测定绒毛高度和隐窝深度,

并计算绒毛高度/隐窝深度(V/C)。

1.5 统计分析

试验数据经过 Excel 处理后,利用 IBM SPSS 19.0 统计软件进行单因素方差分析(One-Way ANOVA),差异显著时采用 Duncan's 与 LSD 方法进行多重比较,结果以“平均值 \pm 标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 马齿苋提取物对蛋鸡产蛋性能的影响

由表 2 可知,3 种处理方式均可在一定程度上提高蛋鸡产蛋率并降低料蛋比,但仅有 200 mg/kg 水提物添加量效果最为显著($P < 0.05$),其次为 200 mg/kg 醇提物和 300 mg/kg 水提物,但差异不显著($P > 0.05$)。

表 2 马齿苋不同方式提取物对蛋鸡产蛋性能的影响

| 处理 | 添加量(mg/kg) | 产蛋率(%) | 料蛋比 |
|----|------------|-------------------|------------------|
| 粉碎 | 100 | 77.78 \pm 1.41 | 2.54 \pm 0.09 |
| | 200 | 67.75 \pm 6.87 | 2.81 \pm 0.36 |
| | 300 | 77.81 \pm 8.52 | 2.43 \pm 0.21 |
| 水提 | 100 | 77.44 \pm 2.05 | 2.49 \pm 0.03 |
| | 200 | 96.14 \pm 0.62* | 1.97 \pm 0.01* |
| | 300 | 90.81 \pm 3.18 | 2.12 \pm 0.03 |
| 醇提 | 100 | 89.99 \pm 2.74 | 2.23 \pm 0.03 |
| | 200 | 92.10 \pm 0.01 | 2.24 \pm 0.11 |
| | 300 | 76.86 \pm 4.71 | 2.51 \pm 0.08 |
| 对照 | 0 | 77.12 \pm 7.29 | 2.56 \pm 0.12 |

注:*代表与对照相比差异显著($P < 0.05$),**代表与对照相比差异极显著($P < 0.01$)。下表同。

2.2 马齿苋提取物对蛋鸡脂类代谢的影响

由表 3 可知,仅有水提 300 mg/kg 与醇提 300 mg/kg 2 组能够显著($P < 0.05$)提高蛋鸡高密度脂蛋白含量;仅有水提 200 mg/kg 组能够极显著($P < 0.01$)降低蛋鸡低密度脂蛋白含量。在甘油三酯和总胆固醇方面,除醇提 300 mg/kg 组甘油三酯含量显著高于对照外,其余各组均无显著影响。

2.3 马齿苋提取物对蛋鸡血浆炎症因子的影响

由表 4 可知,水提 200 mg/kg 组与醇提 100 mg/kg 组能够显著($P < 0.05$)降低蛋鸡血浆中 TNF- α 的含量;粉碎 200 mg/kg 组、水提 200 mg/kg 组、醇提 200 mg/kg 组和醇提 300 mg/kg 组能够显著($P < 0.05$)降低蛋鸡血浆中 IL-6 含量。

2.4 马齿苋提取物对蛋鸡肠道结构的影响

由表 5 可知,发现除粉碎 300 mg/kg 组与醇提

表 3 马齿苋不同方式提取物对蛋鸡脂质代谢的影响

| 处 理 | 添加量 (mg/kg) | 高密度脂 蛋白含量 (mmol/L) | 低密度脂 蛋白含量 (mmol/L) | 总胆固醇 含量 (mmol/L) | 甘油三酯 含量 (mmol/L) |
|-----|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 粉碎 | 100 | 1.02±0.08 | 0.73±0.20 | 2.91±0.07 | 14.30±0.84 |
| | 200 | 0.98±0.02 | 0.59±0.23 | 2.97±0.72 | 11.18±4.20 |
| | 300 | 0.92±0.07 | 0.53±0.22 | 2.60±0.42 | 14.13±3.04 |
| 水提 | 100 | 0.86±0.07 | 0.40±0.01 | 2.69±0.18 | 13.47±0.51 |
| | 200 | 0.96±0.02 | 0.09±0.00** | 2.25±0.06 | 8.67±1.06 |
| | 300 | 1.04±0.01* | 0.43±0.04 | 2.77±0.04 | 11.05±0.57 |
| 醇提 | 100 | 0.86±0.02 | 0.50±0.05 | 2.14±0.28 | 9.26±3.01 |
| | 200 | 0.85±0.02 | 0.34±0.10 | 2.77±0.27 | 13.18±3.34 |
| | 300 | 1.06±0.00* | 1.18±0.00 | 4.52±0.00 | 24.75±0.00* |
| 对照 | 0 | 0.93±0.02 | 0.57±0.05 | 2.96±0.14 | 13.70±0.99 |

表 4 马齿苋不同方式提取物对蛋鸡血浆炎症因子的影响

| 处 理 | 添加量 (mg/kg) | 肿瘤坏死因子 含量 (ng/L) | 白细胞介素 6 含量 (ng/L) |
|-----|----------------|---------------------|----------------------|
| 粉碎 | 100 | 59.77±4.72 | 37.57±1.03 |
| | 200 | 59.41±2.38 | 34.22±0.86* |
| | 300 | 56.81±2.84 | 38.12±2.36 |
| 水提 | 100 | 59.65±1.65 | 36.81±2.99 |
| | 200 | 55.26±0.55* | 36.11±2.77* |
| | 300 | 56.26±0.09 | 36.65±2.72 |
| 醇提 | 100 | 53.43±0.73* | 37.03±2.44 |
| | 200 | 63.31±4.94 | 36.65±1.09* |
| | 300 | 62.95±4.60 | 33.50±0.50* |
| 对照 | 0 | 66.24±1.65 | 42.79±0.05 |

表 5 马齿苋不同方式提取物对蛋鸡肠道结构的影响

| 处 理 | 添加量 (mg/kg) | 绒毛高度 <i>V</i> (μm) | 隐窝深度 <i>C</i> (μm) | <i>V/C</i> (μm) |
|-----|----------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| 粉碎 | 100 | 1 304.17±46.15** | 222.97±15.84 | 5.91±0.71 |
| | 200 | 1 246.47±67.86** | 182.23±25.77 | 6.85±0.88 |
| | 300 | 1 015.80±35.27 | 158.00±16.34 | 6.43±0.58 |
| 水提 | 100 | 1 191.43±43.16** | 160.27±12.61 | 7.56±0.45 |
| | 200 | 1 514.37±42.56** | 189.43±20.1 | 8.06±1.05* |
| | 300 | 1 488.47±53.66** | 220.63±39.46 | 8.07±1.82* |
| 醇提 | 100 | 1 316.40±44.74** | 174.53±20.08 | 7.60±1.03 |
| | 200 | 1 453.33±41.97** | 210.8±25.07 | 6.99±1.00** |
| | 300 | 1 081.83±63.51 | 123.7±14.15** | 9.06±1.25** |
| 对照 | 0 | 852.33±30.08 | 179.47±11.82 | 4.78±0.39 |

300 mg/kg 组外,其他处理均可极显著增加绒毛高度($P<0.01$);醇提 300 mg/kg 组极显著($P<0.01$)降低了隐窝深度。水提 200 mg/kg 组与 300 mg/kg 组可显著($P<0.05$)增加 *V/C* 比值,醇提

200 mg/kg 组与 300 mg/kg 组可极显著($P<0.01$)增加 *V/C* 比值。

3 讨论与结论

3.1 马齿苋提取物对蛋鸡产蛋性能的影响

本试验中,多数添加可改善蛋鸡的产蛋率与料蛋比,但仅有 200 mg/kg 水提物效果显著($P<0.05$),产蛋率增加 19.02 百分点,料蛋比降低 0.59。有研究表明,马齿苋对蛋鸡生产性能无显著影响。Moazedian 等在日粮中补充不同水平的马齿苋种子,研究其对蛋鸡的生产性能和鸡蛋质量,结果发现,产蛋量、日采食量、饲料转化率、蛋质量等性状受不同水平马齿苋种子的影响不大($P>0.05$)^[10]。Kartikasari 等在蛋鸡饲料中加入不同水平的马齿苋粉,结果也发现,产蛋鸡喂食马齿苋粉可改善蛋黄颜色,但不会改变产蛋鸡的生产性能和鸡蛋的质量^[11]。盛东峰等研究也发现,添加 2%~8% 的马齿苋对蛋鸡产蛋率无显著影响($P>0.05$)^[3]。这些研究与本试验多数试验组相吻合,结果均显示不能显著提高蛋鸡的生产性能。但也有研究表明,马齿苋对蛋鸡产蛋性能有一定的影响。Aydin 等在蛋鸡饲料中补充不同水平的干马齿苋发现,在产蛋鸡的日粮中添加干燥的马齿苋可显著提高产蛋量和蛋质量^[12]($P<0.05$)。冯轩彪等研究发现,与对照组相比,日粮中添加 1%、2% 和 3% 马齿苋组产蛋率分别提高 15.4%、23.1%、26.9%,料蛋比分别降低 16.6%、17.4%、17.6%,且差异显著($P<0.05$)^[13]。Sadeghi 等评估马齿苋干粉对肉鸡生长性能的影响研究中发现,饲料中添加马齿苋干粉能有效提高饲料转化率^[4]。Evaris 等研究也发现,日粮中加入 200 g/kg 马齿苋的母鸡显著提高采食量、产蛋量、蛋重和饲料转化率^[14]($P<0.05$)。在本试验中,仅有水提 200 mg/kg 组对蛋鸡生产有显著效果,提示可能由于水提方式提高蛋鸡的吸收效果,但高剂量的添加在一定程度上又影响了水提物的吸收。

3.2 马齿苋提取物对蛋鸡脂类代谢与炎症因子的影响

本试验中,仅有水提 300 mg/kg 与醇提 300 mg/kg 两组能够显著提高蛋鸡高密度脂蛋白含量($P<0.05$);仅有水提 200 mg/kg 组能够极显著降低蛋鸡低密度脂蛋白含量($P<0.01$)。各试验组对蛋鸡血浆中 TC 有不同程度的降低,但无显著影响。盛东

峰等研究发现,在蛋鸡饲料中添加 4%~8% 马齿苋粉可显著降低血清中 TC、TG 和 LDL-C 含量^[3]。葛剑等研究表明,不同浓度的马齿苋多糖试验组雏鸡血清 TG、TC 和 LDL-C 含量均呈现降低趋势, HDL-C 和 HDL-C/TC 呈现不同程度的提高^[7]。Ashtiyani 等研究发现,采用不同剂量马齿苋乙醇提取物饲喂小鼠,结果这些小鼠体内胆固醇和甘油三酯的浓度水平均显著下降^[15]。这些研究均与本研究相符,尤以水提 200 mg/kg 组为最佳添加形式与剂量。

有多数研究表明,马齿苋提取物具有消炎的作用,庞勤等研究表明,采用不同提取方法提取马齿苋,对于小鼠耳廓肿胀均有一定的抑制作用^[16];金英子等研究还发现,马齿苋水提取物、马齿苋醇提取物具有一定的抗炎、镇痛、耐缺氧作用,其作用醇提取物强于水提取物^[17]。葛一漫等研究发现,马齿苋提取物能够显著降低大鼠皮肤组织 TNF- α 含量^[18]。TNF- α 和 IL-6 可使细胞对炎症产生反应^[19-20]。TNF- α 是一个经典的炎症指标,被确定为炎症反应的关键调节因子^[21]。IL-6 是一种功能广泛的多效性细胞因子,同时具有促炎和抗炎特性^[22]。本次试验表明,各处理在一定程度上均可降低蛋鸡血浆内 TNF- α 与 IL-6 的含量。但仅有水提 200 mg/kg 组与醇提 100 mg/kg 组可显著降低 TNF- α 含量;粉碎 200 mg/kg、水提 200 mg/kg、醇提 200 mg/kg 和醇提 300 mg/kg 组可显著降低 IL-6 含量。有研究表明,马齿苋抗炎机制可能与影响 TNF- α 的表达有关^[23]。还有研究指出,马齿苋水提取物具有抗炎作用,可以减轻炎症^[24]。Allahmoradi 等发现,马齿苋水-醇提取物显著降低 LPS 刺激的 PBMC 中促炎性细胞因子 TNF- α 和 IL-6 的浓度^[25]。Li 等研究发现,马齿苋中含有可减少 TNF- α 、IL-6 等物质分泌的成分^[26]。Yang 等指出,马齿苋具有广泛的抗炎作用,并通过研究也发现马齿苋乙醇提取物可减少 TNF- α 、IL-6 等炎症因子的 mRNA 表达及 TNF- α 的蛋白表达^[27]。综上所述,马齿苋或马齿苋提取物具有显著的消炎作用,能够减少动物体内 TNF- α 、IL-6 等炎症因子的含量。

3.3 马齿苋提取物对蛋鸡肠道结构的影响

绒毛高度和隐窝深度是动物营养学家广泛使用的肠道功能的标志物。V/C 是评价小肠形态结构的综合指标,其值上升在一定程度上表明小肠黏膜功能改善和消化吸收能力提升^[28]。研究表明,肠道

形态的变化可能会影响营养吸收和动物表现,当肠绒毛增长时,能增加肠黏膜与食糜接触面积,导致肠道消化和吸收功能的改善,从而提高小肠消化和吸收能力^[29-30]。肠道隐窝是绒毛基部的上皮细胞下陷至固有层内形成的管状结构,隐窝深度反映细胞生成率,隐窝变浅,成熟细胞数量增加,分泌功能也随之增强,肠道发育越好^[31]。有研究表明,灌服马齿苋水提取物可显著提高热应激小鼠空肠黏膜上皮细胞内紧密连接 ZO-1 mRNA 的含量,促进空肠绒毛的生长发育,使受损的空肠黏膜结构得到了修复^[32]。黄小流等研究发现,马齿苋多糖有增加回肠绒毛高度的趋势,同时还能显著或极显著增加回肠绒毛高度/隐窝深度及结肠绒毛高度^[33]。以上研究均表明,马齿苋对肠道结构有良好的促进作用。本次试验发现,添加马齿苋各提取物均可提高十二指肠绒毛长度,提高 V/C 值,部分处理可以降低隐窝深度,与以上研究结果一致,说明饲料中添加马齿苋有利于蛋鸡肠道结构的改善,以便促进营养的吸收。

3.4 结论

饲料中添加 200 mg/kg 水提取物能够同时显著降低料蛋比,提高产蛋率($P < 0.05$);极显著降低低密度脂蛋白含量($P < 0.01$)。添加 300 mg/kg 水提取物与醇提取物均可显著提高高密度脂蛋白含量($P < 0.05$)。添加 200 mg/kg 水提取物与 100 mg/kg 醇提取物均可显著降低血浆中 TNF- α 含量($P < 0.05$);添加 200 mg/kg 各提取物与 300 mg/kg 醇提取物,均可显著降低血浆中 IL-6 含量($P < 0.05$)。除粉碎 300 mg/kg 和醇提 300 mg/kg 组外,饲料中添加其他马齿苋提取物均可极显著提高十二指肠绒毛高度($P < 0.01$);添加 300 mg/kg 醇提取物可极显著降低十二指肠隐窝深度($P < 0.01$);水提 200、300 mg/kg 2 组可显著提高 V/C 比值($P < 0.05$),醇提 200、300 mg/kg 2 组可极显著提高 V/C 比值($P < 0.01$)。

综上所述,添加马齿苋提取物对蛋鸡产蛋性能、脂类代谢、炎症感染和肠道结构均有一定程度的改善。其中,添加 200 mg/kg 水提取物效果较好,为推荐添加形式与剂量。

参考文献:

- [1] 李海涛,葛翎,段国梅,等. 马齿苋的化学成分及药理活性研究进展[J]. 中国野生植物资源,2020,39(6):43-47.
- [2] 陈国妮,孙飞龙,闫亚茹. 马齿苋的活性成分及其在畜牧业中的应用[J]. 饲料广角,2015(17):44-47.
- [3] 盛东峰,朱自学. 马齿苋对蛋鸡产蛋性能、蛋品质及血清生化指

- 标的影响[J]. 饲料研究,2019,42(10):34-37.
- [4] Sadeghi G, Karimi A, Shafeie F, et al. The Effects of purslane (*Portulaca oleracea* L.) powder on growth performance, carcass characteristics, antioxidant status, and blood metabolites in broiler chickens[J]. Livestock Science, 2016, 184: 35-40.
- [5] 黄 晶, 文生萍, 杨炎林. 马齿苋粉对肉鸡生长性能和抗氧化能力的影响[J]. 中国饲料, 2019(18): 60-63.
- [6] Wang C, Liu Q, Ye F C, et al. Dietary purslane (*Portulaca oleracea* L.) promotes the growth performance of broilers by modulation of gut microbiota[J]. AMB Express, 2021, 11(1): 31.
- [7] 葛 剑, 杨翠军, 孙茂红. 马齿苋多糖对雏鸡生长性能、血液代谢激素和血脂的影响[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(2): 87-92.
- [8] 杨志敏, 葛 剑, 王运涛, 等. 马齿苋多糖对雏鸡免疫功能的影响[J]. 草原与草坪, 2014, 34(3): 73-75, 81.
- [9] Wang P P, Sun H X, Liu D Y, et al. Protective effect of a phenolic extract containing indoline amides from *Portulaca oleracea* against cognitive impairment in senescent mice induced by large dose of D-galactose/NaNO₂ [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2017, 203: 252-259.
- [10] Moazedian M, Saemi F. Effects of different levels of *Portulaca oleracea* seed in laying hens diets containing rice bran on performance, egg quality, fatty acids, and cholesterol[J]. Comparative Clinical Pathology, 2018, 27(5): 1397-1403.
- [11] Kartikasari L, Nuhriawangsa A M P, Hertanto B S, et al. Effect of supplementation purslane (*Portulaca oleracea*) as a source of α -linolenic acid on production performance and physical quality of egg of laying hens[J]. Animal Production, 2015, 17(3): 149.
- [12] Aydin R, Dogan I. Fatty acid profile and cholesterol content of egg yolk from chickens fed diets supplemented with purslane (*Portulaca oleracea* L.) [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90(10): 1759-1763.
- [13] 冯轩彪, 黄建华, 付海玲, 等. 马齿苋对东乡黑鸡产蛋性能及大肠杆菌和乳酸杆菌的影响[J]. 中国饲料, 2020(1): 78-80.
- [14] Evaris E, Franco L A S, Correa J S, et al. Effect of dietary inclusion of purslane (*Portulaca oleracea* L.) on yolk omega-3 fatty acids content, egg quality and productive performance of Rhode Island red hens[J]. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 2015, 18(1): 33-38.
- [15] Ashtiyani S C. The effects of *Portulaca oleracea* alcoholic extract on induced hypercholesterolemia in rats [J]. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences, 2013, 15(6): 34-39.
- [16] 庞 勤, 何 黎. 不同提取方法及浓度马齿苋抗炎作用的研究[J]. 皮肤病与性病, 2012, 34(6): 318-320, 322.
- [17] 金英子, 张红英, 焦 珊. 马齿苋抗炎镇痛耐缺氧作用的研究[J]. 中国医院药学杂志, 2009, 29(7): 538-541.
- [18] 葛一漫, 张朝明, 胡一梅, 等. 马齿苋提取物对急性湿疹大鼠皮肤 TNF- α 与 IL-4 表达的影响[J]. 中国免疫学杂志, 2014, 30(12): 1637-1640, 1646.
- [19] Xu N G, Li X H, Zhong Y. Inflammatory cytokines: potential biomarkers of immunologic dysfunction in autism spectrum disorders [J]. Mediators of Inflammation, 2015: 531518.
- [20] Kaplanski G, Marin V, Montero-Julian F, et al. IL-6: a regulator of the transition from neutrophil to monocyte recruitment during inflammation[J]. Trends in Immunology, 2003, 24(1): 25-29.
- [21] Bradley J R. TNF-mediated inflammatory disease[J]. Journal of Pathology, 2008, 214(2): 149-160.
- [22] Scheller J, Chalaris A, Schmidt-Arras D, et al. The pro- and anti-inflammatory properties of the cytokine interleukin-6 [J]. Biochimica et Biophysica Acta (Molecular Cell Research), 2011, 1813(5): 878-888.
- [23] 庞 勤, 邹 蔚, 何 黎. 云南马齿苋提取物的抗炎机制研究[J]. 中华皮肤科杂志, 2013, 46(1): 58-60.
- [24] 刘 燕, 蒋明琴. 利用马齿苋治疗猪胃肠炎的研究[J]. 当代畜禽养殖业, 2015(8): 3-4.
- [25] Allahmoradi E, Taghiloo S, Omrani-Nava V, et al. Anti-inflammatory effects of the *Portulaca oleracea* hydroalcoholic extract on human peripheral blood mononuclear cells[J]. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 2018, 32: 80.
- [26] Li C Y, Meng Y H, Ying Z M, et al. Three novel alkaloids from *Portulaca oleracea* L. and their anti-inflammatory effects [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2016, 64(29): 5837-5844.
- [27] Yang X H, Yan Y M, Li J K, et al. Protective effects of ethanol extract from *Portulaca oleracea* L. on dextran sulphate sodium-induced mice ulcerative colitis involving anti-inflammatory and antioxidant [J]. American Journal of Translational Research, 2016, 8(5): 2138-2148.
- [28] 马文锋, 吴秋珏, 赵芙蓉, 等. 低聚木糖对产蛋后期蛋鸡生产性能、肠道形态结构及蛋白质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2021, 49(9): 16-21.
- [29] Chamorro S, Romero C, Brenes A, et al. Impact of a sustained consumption of grape extract on digestion, gut microbial metabolism and intestinal barrier in broiler chickens [J]. Food & Function, 2019, 10(3): 1444-1454.
- [30] 徐子涵, 许 丽. 不同剂型乳酸菌对雏鸡生长性能和小肠黏膜形态的影响[J]. 动物营养学报, 2011, 23(10): 1812-1818.
- [31] 蒋 磊, 陈 杰. 乳酸菌制剂对肉鸡生长性能、盲肠菌群和免疫器官的影响[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2019, 33(4): 8-11, 57.
- [32] 郭 月, 刘小宝, 李 健, 等. 马齿苋水提物对热应激小鼠空肠结构及吸收功能的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2020, 51(4): 873-880.
- [33] 黄小流, 颜小星, 张童童, 等. 马齿苋多糖对早期断奶大鼠生长性能、血清生化指标和肠道形态的影响[J]. 动物营养学报, 2019, 31(4): 1773-1780.