

博落回及其提取物替代饲用抗生素研究进展

蒋晓旭¹, 曹振辉¹, 林秋叶², 张春勇¹, 安清聪¹, 郭荣富¹, 潘洪彬^{1*}

(1. 云南农业大学, 云南省动物营养与饲料重点实验室, 云南昆明 650201; 2. 云南农业大学食品科学技术学院, 云南昆明 650201)

摘要 畜禽养殖过程中抗生素的滥用, 导致产生耐药性和药物残留等一系列问题。因此, 研究替代饲用抗生素已成为畜禽健康养殖领域的热点问题。博落回及其提取物来源天然, 具有抗菌、抗炎、抗疟、杀虫、抗肿瘤等多种生物学功能。对博落回及其提取物对畜禽生产性能和肠道健康的影响进行了综述, 并对今后其在畜禽健康养殖中的应用进行了展望。

关键词 博落回; 抗生素; 健康养殖

中图分类号 S816.7 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)30-0127-03

The Research Progress of *Macleaya cordata* and Its Extracts Substituting Antibiotics in Feed

JIANG Xiao-xu¹, CAO ZHEN-hui¹, LIN Qiu-ye², PAN Hong-bin^{1*} et al (1. Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science of Yunnan Province, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201; 2. School of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

Abstract The abuse of antibiotics in livestock and poultry breeding process leads to a series of problems, such as drug resistance, drug residues and so on. There have been a significantly increased number of studies focused on searching alternatives to antibiotics. *Macleaya cordata* and its extracts comes from nature and has many biological functions such as antibacterial, anti-inflammatory, anti-malaria, insecticide, anti-tumor. The effect of *Macleaya cordata* and its extracts on the growth performance and intestinal health of livestock and poultry was reviewed, and the application in healthy livestock farming in the future was forecasted.

Key words *Macleaya cordata*; Antibiotic; Healthy livestock farming

随着社会和经济的发展, 饲用抗生素的滥用导致产生耐药性、药物残留等一系列问题, 在目前对畜产品安全高度关注和实现畜牧业可持续发展的背景下, 替代饲用抗生素的研究已经成为畜禽养殖领域的研究热点和亟待解决的问题。植物提取物是一种新型抗生素替代品, 具有安全高效、无残留、不产生抗药性等特点, 在畜禽饲料中已被广泛应用^[1]。

博落回 (*Macleaya cordata*) 及其提取物是一种来源天然的植物饲料添加剂, 对于提高畜禽生产力、改善畜禽肠道健康等方面都有良好的效果。根据农业部公告第 1597 号(新兽药注册目录), 博落回提取物和博落回散已成为我国的二类新兽药。欧盟理事会指令 70/524/EEC 于 2004 年正式批准了博落回植物草药、博落回提取物作为天然诱食剂注册, 并被欧盟饲料添加剂法令 (EC) No1831/2003 收录^[2]。

博落回中天然的有效成分使用后易降解无残留, 因其复杂的活性成分和独特的作用机理, 因此不易产生耐药性, 对环境污染小, 解决了传统抗生素遗留的问题^[3]。博落回的广泛应用对发展绿色畜牧业具有重要作用。笔者对博落回及其提取物对畜禽生产性能和肠道健康的影响进行了综述, 并对今后其在畜禽健康养殖中的应用进行了展望。

1 博落回的特性

博落回 (又称号筒草、勃勒回等) 为罂粟科植物 (图 1), 广泛分布于我国长江流域以南各省份, 特别是在云、贵、川地区较为多见, 遍生于荒山野坡, 随处可见, 并可人工种植。博

落回的使用在我国历史上已经有十分悠久的历史, 其果实具有清热解毒、杀虫止痒、抗菌抗炎的功效。此外, 其还可用作口服液、注射液、颗粒剂等药剂的原料, 同时还用作防治水果、蔬菜等作物病虫害的生物农药的原料。临床上, 博落回可用于治疗阴道炎、肺炎、肝炎、皮肤病等, 并具有抗肿瘤作用^[4-5]。

博落回植株中含有丰富的生物碱、甾体、皂甙、黄酮及其甙以及少量挥发油等, 其中大部分为异喹啉类生物碱, 这类生物碱大多具有较强的生理活性, 果实部分生物碱含量最高, 超过 3%。博落回含有血根碱 (Sanguinarine)、白屈菜红碱 (Chelerythrine)、别隐品碱 (Allocryptopine)、原阿片碱 (Protopine) 等生物碱, 其中血根碱和白屈菜红碱为主要的生物碱^[6] (图 2)。

博落回的提取物在抗肿瘤方面具有良好的效果。杨舒等^[7]研究发现博落回含有的 2 种活性成分对人体端粒 DNA 具有诱导作用, 使之形成 G-四链体结构, 通过这种方式抑制端粒酶活性, 达到对肿瘤细胞增殖进行抑制的目的, 推测可能是博落回抗肿瘤的分子机制之一。庞建新等^[8]以人肝癌 Hep3B 细胞和小鼠肝癌 H22 细胞为试验对象, 采用 MTT 法检测博落回提取物对这 2 种细胞的体外抑制作用, 采用小鼠移植性肿瘤法检测博落回提取物在体内对小鼠 H22 癌细胞的抑制作用, 结果表明体内外均有良好的抑制肿瘤效果。大量试验表明, 白屈菜红碱是一种选择性的蛋白激酶 C (Protein kinase C, PKC) 的抑制剂, 并被广泛用于细胞信号转导的研究, 大多与抗肿瘤和细胞增殖有关, 血根碱的抗肿瘤作用较弱, 并且血根碱主要干扰 DNA 双螺旋结构, 对正常细胞与肿瘤细胞没有很好的选择性, 因此其抗肿瘤主要成分为白屈菜红碱。樊淑莲等^[9]对博落回总碱抗肿瘤作用的研究中发现, 博落回总碱对小鼠的实体瘤有明显的抑制作用。庞发根^[10]采用 MTT 法研究博落回的活性成分对肿瘤细胞生长的

基金项目 云南省教育厅科学研究重点基金项目 (2014Z079); 科技创新创业行动基金项目 (2016ZKY019)。

作者简介 蒋晓旭 (1992-), 男, 江苏连云港人, 硕士研究生, 研究方向: 动物营养与饲料科学研究; 曹振辉 (1977-), 男, 辽宁灯塔人, 博士研究生, 研究方向: 益生菌和噬菌体方面的研究。蒋晓旭与曹振辉为同等贡献作者。* 通讯作者, 副教授, 从事动物营养与饲料科学研究。

收稿日期 2016-08-31

抑制作用,发现血根碱对于试验所用的肿瘤细胞有很强的抑制作用,且具有量效关系。



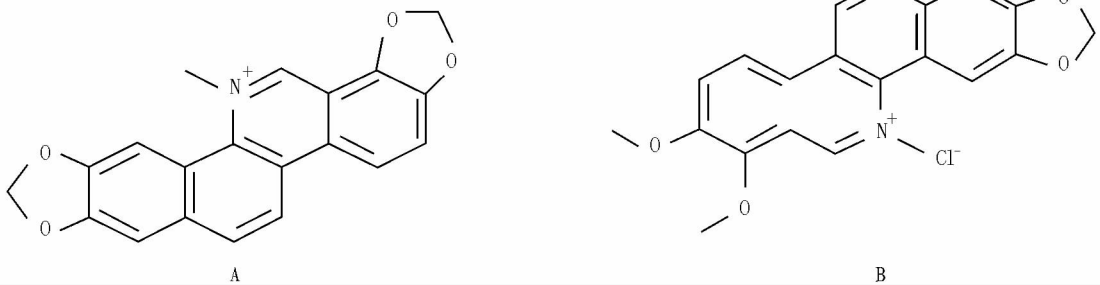
图1 博落回植株

Fig. 1 Pictures of the *Macleaya cordata*

2 博落回及其提取物对畜禽生产性能的影响

由博落回提取物制成的饲料添加剂博落回散(商品名为美佑壮),在猪和肉鸡饲料中添加使用可以促进猪和肉鸡的生长,提高饲料转化率。Lenfeld等^[11]研究表明博落回中含有的活性成分对于胆碱酯酶活性有抑制作用,可以刺激并加速唾液分泌,此外还有外周抗肾上腺素解交感作用^[12]和通过对色氨酸-5-羟色胺代谢途径的调节,而增加饲养动物的采食量^[13],这2种作用的结合是其提高动物生长性能的原因。

饶华等^[14]和蔡鹏等^[15]研究表明在仔猪日粮中添加博落回提取物对于提高仔猪日增重、日采食量以及降低料重比有显著效果。此外,在猪饲料中添加博落回提取物有提高机体白细胞的活性的作用和有提高仔猪初生重的趋势。Drsata等^[13]认为博落回提取物能促进仔猪生长的作用机理可能是由于其中所含有的血根碱与白屈菜红碱等生物碱作用于肠道,抑制肠道内芳香族氨基酸脱羟酶的分泌,减少芳香族氨基酸降解,提高了仔猪对色氨酸等必需氨基酸在小肠中的利用效率,促进了蛋白质代谢的作用,从而促进了仔猪的生长。在肉鸡饲料中添加博落回提取物可以促进肉鸡生长,提高饲料利用率,从而可以降低生产成本,提高经济效益。Khadem等^[16]研究了博落回对肉鸡的生长性能的影响,用传统抗生素添加剂土霉素作为阳性对照组,结果发现土霉素与博落回均可明显提高肉鸡的出栏重,其中博落回提取物对于肉鸡的采食量没有明显的影响,而土霉素显著提高了肉鸡的采食量,但添加博落回的肉鸡的肉料比从试验开始到结束都有所改善。Juskiewicz等^[17]在博落回提取物对肉鸡的肉质和生产性能的影响试验中添加不同剂量的博落回提取物,发现博落回并没提高肉鸡的采食量,但可以提高饲料的转化率,此外还降低了食糜的pH和 β -葡萄糖醛酸酶的活性,提高了总短链脂肪酸浓度,增强 α -葡萄糖苷酶、 β -葡萄糖苷酶、 α -半乳糖苷酶和 β -半乳糖苷酶的活性等。



注:A. 血根碱;B. 白屈菜红碱。

Note: A. Sanguinarine; B. Chelerythrine.

图2 血根碱和白屈菜红碱的化学式

Fig. 2 The chemical formula of sanguinarine and chelerythrine

3 博落回及其提取物对畜禽健康的影响

3.1 对畜禽免疫功能的作用

动物机体自身的免疫机能具有识别和消灭外来侵入的细菌和病毒等微生物的能力,并有处理衰老、损伤、死亡的自身细胞以及识别和处理体内突变细胞和感染细胞的能力,免疫力低的畜禽对外来微生物侵袭的抵抗力明显下降,这是导致畜禽经常生病的主要原因之一^[18]。满意等^[19]研究发现在仔猪的饲料中添加适宜水平的博落回提取物,对于提高断奶仔猪血清中免疫球蛋白G(IgG)含量的效果极显著,对提高一氧化氮(NO)含量有显著效果,可以提高仔猪免疫功能,从而改善仔猪生长性能。Khadem等^[16]研究表明博落回与土霉素在抗炎方面有着相似的效果,均可降低空肠粘膜炎中诱导型一氧化氮合酶(Inducible nitric oxide synthase, iNOS)的表达,而且添

加博落回的试验组对肉鸡的腹部脂肪有影响,随着博落回添加量的增加,肉鸡的腹部脂肪率逐渐降低,较低的腹部脂肪与炎症抑制作用有关。郭小清等^[20]发现博落回对于T和B淋巴细胞的功能都有刺激作用,可以改善肝功能,显著降低LDH(血清乳酸脱氢酶)水平,降低动物死亡率,提高血清中白蛋白与球蛋白的比值。Navarro等^[21]研究表明血根碱与白屈菜红碱有抑制DNA合成和逆转录酶以及影响细胞膜通透性的功能。这些都可能是抗菌、抗病毒以及提高动物免疫力的作用机制之一。

3.2 对畜禽肠道的作用

动物消化道微生态平衡能够影响宿主的消化吸收,并且在阻止病原菌的入侵和增强机体免疫方面起着重要作用,但消化道内外环境对微生态的平衡有一定影响^[22],因此促使动物健康生长的有效手段就是保持消

化道微生物区系的稳定。研究表明, 抗生素对动物肠道的微生物有很大的影响, 可以明显降低肠道正常菌群的数量, 而低剂量的抗生素并不能起到抗菌效果, 却会诱导原噬菌体的产生并产生耐药性^[23]。徐海燕等^[24]研究表明博落回对于降低肠道内大肠杆菌等可能致病有害菌的数量有显著效果($P < 0.05$), 通过这种方法可以改善肠道菌群平衡。Pickler 等^[25]在试验中给肉鸡的饮用水中加入血根碱, 结果表明添加血根碱的试验组小肠绒毛高度有明显的提高。此外, 博落回生物碱对内质网和核膜等膜性结构有破坏作用, 并导致细胞凋亡^[26]。

通过博落回生物碱对猪肠上皮细胞(IPEC-1)增殖的影响研究表明, 血根碱和白屈菜红碱的用量为 0.25 ~ 4.00 $\mu\text{g/mL}$, 原阿片碱和别隐品碱的用量为 100 $\mu\text{g/mL}$, 对 IPEC-1 的增殖有显著的抑制作用($P < 0.05$); 0.006 25 ~ 0.1000 0 $\mu\text{g/mL}$ 的血根碱、白屈菜红碱以及 3.125 ~ 25.000 $\mu\text{g/mL}$ 的原阿片碱或 1.562 5 ~ 25.000 0 $\mu\text{g/mL}$ 的别隐品碱对 IPEC-1 具有显著促进增殖作用($P < 0.05$), 由此可见低浓度的博落回生物碱具有促进 IPEC-1 增殖的作用^[27]。研究表明, 小肠吸收功能增强的重要标志是增加小肠绒毛高度^[26], 因此, 博落回生物碱可能是通过促进小肠细胞的增殖和分化, 来增强小肠消化、吸收、免疫屏障等功能, 从而提高畜禽的生长性能, 并保障畜禽的肠道健康。

4 博落回及其提取物对炎症相关因子的影响

大量试验表明, 博落回中所含的血根碱成分对于细胞中的某些通路有抑制作用, 不管在体外试验还是体内试验都有明显的抗炎作用。Vrba 等^[28]在研究博落回的抗炎和抗菌活性的试验中, 以 RAW264.7 细胞为试验对象, 发现在适当的添加条件下血根碱可以通过抑制激活 p38 有丝分裂原激活蛋白激酶(P38 mitogen-activated protein kinases, P38MAPK)/Nrf2 通路, 进而调节细胞保护酶[包括血红素加氧酶-1(HO-1)和硫氧还蛋白-1]的表达, 增加酶的抗氧化防御系统的能力。Niu 等^[29]以腹膜巨噬细胞为研究对象, 用 LPS 对其进行刺激, 使其细胞内的 p38MAPK 和 ERK1/2 活化, 在试验组中加入血根碱, p38MAPK 和 ERK1/2 的磷酸化作用被明显抑制, 这也可以抑制一些炎症因子(如抑制 NO 和 TNF- α)的产生。一氧化氮是一个小分子, 在多种生理过程起着重要的作用。过量的 NO 可以介导多种有害的反应, 包括组织损伤、感染性休克、细胞凋亡和坏死。Niu 等^[30]研究表明血根碱可以抑制生物体内细胞中 NF- κB 信号通路的激活, 减少诱导性一氧化氮的产生, 从而达到抗炎的作用。这些都为阐明博落回在生物体内的作用机制提供了研究方向。

5 展望

虽然目前博落回及其提取物在畜禽养殖中已经得到了广泛应用, 对于其作用机理也有了许多的假设, 如抑制对 p38MAPK 和 ERK1/2 的激活以及对于 NF- κB 、Nrf2、JNK 等通路的信号转导, NF- κB 信号通路不仅会介导一些炎症反应, 同时它也直接参与机体正常的生理调节, 并与许多其他信号通路整合在一起对机体产生复杂的调节作用^[31]。因此, 博落回对于 NF- κB 信号通路的调节并不是简单的阻断

作用。由于博落回具有多种生物学功能, 对于博落回及其提取物是通过何种途径完成体内免疫调控的作用机制尚不清楚。目前植物添加剂机理研究大多利用现代分子生物学和细胞生物学技术手段。因此, 今后研究的重点应放在探索博落回及其提取物的生物学功能作用机制展开, 从细胞和分子水平阐明其体内作用和影响基因表达的信号通路。这些研究将为完善博落回及其提取物生物学作用的分子机制提供理论支持, 为其今后在畜牧业生产中更加有效的利用奠定基础。

参考文献

- [1] 甘利平, 杨维仁, 张崇玉, 等. 植物提取物的生物学功能及其作用机理[J]. 动物营养学报, 2015, 27(9): 2667-2775.
- [2] 欧阳龙, 盛利斌, 曾建国. 博落回散在健康养殖中的应用前景[J]. 湖南饲料, 2015(1): 28-29.
- [3] 田书音, 李冰, 朱宇旌. 博落回生物碱的研究进展[J]. 养殖与饲料, 2010(11): 65-67.
- [4] 杨军, 王静, 刘信顺, 等. 博落回的药效研究[J]. 中药材, 1999, 22(2): 82-84.
- [5] 张小艳, 黄红梅, 汪尚坤, 等. 博落回的研究进展[J]. 现代农业科技, 2014(23): 157-158.
- [6] 毛鹏, 周乐, 冉晓雅, 等. 博落回生物碱提取工艺初步研究[J]. 西北农业学报, 2004, 13(2): 97-100.
- [7] 杨舒, 刘岩, 杨千帆, 等. 博落回抗肿瘤作用及诱导人体端粒 DNA 形成 G-四链体分子机制研究[J]. 中草药, 2011, 42(4): 738-742.
- [8] 庞建新, 马仁强, 刘兰梅, 等. 博落回总碱对肝癌细胞的毒性作用和体内抗肿瘤作用[J]. 第一军医大学学报, 2005, 25(3): 325-328.
- [9] 樊淑莹, 焦峰, 张园, 等. 博落回总生物碱对动物移植性肿瘤的作用研究[J]. 陕西肿瘤医学, 2000, 8(3): 174-175.
- [10] 庞发根. 博落回(*Macleaya C. (wild) R. Br.*) 抗癌活性成分的研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2005.
- [11] LENFELD J, KROUTIL M, MARSÁ LEK E, et al. Antiinflammatory activity of quaternary benzophenanthridine alkaloids from *Chelidonium majus* [J]. *Planta medica*, 1981, 43(2): 161-165.
- [12] BIANCO F, BASINI G F. The plant alkaloid sanguinarine affects swine granulosa cell activity [J]. *Reproductive toxicology*, 2006, 21(3): 335-340.
- [13] DRSAJA J, ULRICHOVÁ J, WALTEROVÁ D. Sanguinarine and chelerythrine as inhibitors of aromatic amino acid decarboxylase [J]. *Journal of enzyme inhibition*, 1996, 10(4): 231-237.
- [14] 饶华, 蔡鹏, 周锡红, 等. 博落回提取物对断奶仔猪生长性能的影响[J]. 中国兽药杂志, 2009, 43(11): 42-45.
- [15] 蔡鹏, 孙志良, 曾建国, 等. 不同剂量博落回提取物对断奶仔猪生长性能的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2010, 37(5): 41-43.
- [16] KHADEM A, SOLER L, EVERAERT N, et al. Growth promotion in broilers by both oxytetracycline and *Macleaya cordata* extract is based on their anti-inflammatory properties [J]. *British journal of nutrition*, 2014, 112(7): 1110-1118.
- [17] JUSKIEWICZ J, GRUZAUSKAS R, ZDUNCZYK Z, et al. Effects of dietary addition of *Macleaya cordata* alkaloid extract on growth performance, caecal indices and breast meat fatty acids profile in male broilers [J]. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 2011, 95(2): 171-178.
- [18] 姚占红. 动物机体自身免疫力也是生产力[N]. 中国畜牧兽医报, 2013-08-18(005).
- [19] 满意, 张春勇, 李美荃, 等. 博落回提取物对早期断奶仔猪生长性能和血清免疫参数的影响[J]. 动物营养学报, 2013, 25(1): 126-132.
- [20] 郭小清, 唐莉苹, 聂建超, 等. 博落回的药理作用及其在动物保健中的作用[J]. 中国动物保健, 2005(5): 34-35.
- [21] NAVARRO V, DELGADO G. Two antimicrobial alkaloids from *Bocconia arborea* [J]. *J Ethnopharmacol*, 1999, 66(2): 223-226.
- [22] 梁庆红, 张琳, 段恕诚. 肠道正常菌群对机体免疫调节和造血功能影响的研究进展[J]. 临床儿科杂志, 2005, 23(7): 489-491.
- [23] 朴香淑, 李德发. 中草药饲料添加剂促进畜禽生长性能研究现状及展望[J]. 饲料工业, 2002, 23(1): 12-15.
- [24] 徐海燕, 汪孟娟, 王京京, 等. 博落回对小鼠肠道菌群及血液生化指标的影响[J]. 饲料博览, 2014(1): 41-44.

别是对照的 1.5 倍、1.5 倍;产量分别是对照的 3.4 倍、3.6 倍。商品枝数量和产量与对照之间均达 0.01 水平的极显著性差异。同时实施定干、短截的 2 组中(样株⑥~⑩、⑪~⑮)商品枝数量在 0.05 水平上差异不显著。实施定干、短截、打顶措施(样株⑪~⑮)与对照(样株①~⑤、⑥~⑩,不采取任何

措施或实施定干、短截措施)比较,商品枝数量分别是对照的 2.1 倍、1.4 倍,产量分别是对照的 4.2 倍、1.4 倍,商品枝数量和产量与对照之间达 0.01 水平上的极显著性差异。综上所述,在钩藤不同生长时期,选择适宜的生长高度实施定干、短截、打顶等抚育措施后,商品枝数量及产量显著上升。

表 3 不同抚育措施杜仲林下钩藤种植效果比较

Table 3 Comparison of *Uncaria rhynchophylla* compound planting under different tending measures

年份 Year	①~⑤		⑥~⑩		⑪~⑮	
	平均商品枝 Average commercial branches//枝/株	平均产量 Average yield kg/株	平均商品枝 Average commercial branches//枝/株	平均产量 Average yield kg/株	平均商品枝 Average commercial branches//枝/株	平均产量 Average yield kg/株
2013	—	—	—	—	—	—
2014	170 bC	0.7 cC	257 aB	2.4 bB	263 aA	2.5 aA
2015	189 cC	0.9 cC	276 bB	2.7 bB	393 aA	3.8 aA

注:同列数据后不同大写字母表示在 0.01 水平上差异极显著;不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

Note: Different capital letters in the same column stand for extremely significant difference at 0.01 level; different lowercases indicate significant difference at 0.05 level.

3 结论与讨论

(1) 杜仲林下种植钩藤,林分郁闭度是影响成活率、保存率、生长势、产量的重要因素。该试验结果表明,林分郁闭度大于 0.6 时有利于提高钩藤种植成活率,郁闭度较高能形成较好的遮阴效果;林分郁闭度为 0.4~0.6,生长势好、产量高;郁闭度低于 0.4 或高于 0.6 的林分,种植钩藤保存率低,经济效益较差。因郁闭度过低,达不到对钩藤进行适当避阴的作用;郁闭度过大,不能满足后期钩藤生长所需的光照条件。综上所述,林分郁闭度较高有利于钩藤成活率的提高;林分郁闭度为 0.4~0.6 有利于钩藤保存率及产量的提高,是种植钩藤最适宜的林分郁闭度。

(2) 采取不同的抚育措施对钩藤产量会产生很大的影响。钩藤定植后,植株长至 30 cm 高时定干,而后保留分茎数 3~4 株,待植株长至 60 cm 高时短截,保留分茎数 3~

4 株,直到植株长至 150 cm 高时,再实施打顶,可极大促进钩藤分侧枝抽发,增加商品枝数量,大幅度提高产量。

(3) 影响钩藤种植效果的因素较多,今后将进一步开展林下种植钩藤其他方面的研究,比如不同树种、林分及不同地类等对钩藤生长及产量的影响。同时,开展钩藤种植后期管理和病虫害的监测、研究,为林下钩藤复合种植和规范化、规模化发展达到稳产丰产提供可靠技术保障。

参考文献

- [1] 北京林学院. 树木学[M]. 北京:中国林业出版社,1980.
- [2] 刘卫,王中师,宋书伟,等. 钩藤总碱与天麻素联用对自发性高血压大鼠血压和血压变异性的影响[J]. 中华高血压杂志,2012,20(6):570-574.
- [3] 金义兰,杨华,蒋选利,等. 钩藤与 5 种中药材套种模式效益初探[J]. 湖南农业科学,2015(9):69-71.
- [4] 刘玉德,王桃银,李世玉,等. 钩藤的规范化栽培研究[J]. 中国现代中药,2012,14(7):31-34.
- [25] PICKLER L, BEIRÃO B C B, HAYASHI R M, et al. Effect of sanguinarine in drinking water on *Salmonella* control and the expression of immune cells in peripheral blood and intestinal mucosa of broilers[J]. J Appl Poult Res, 2013, 22(3):430-438.
- [26] SUKHOTNIK I, AGAM M, SHAMIR R, et al. Oral glutamine prevents gut-mucosal injury and improves mucosal recovery following lipopolysaccharide endotoxemia in a rat[J]. Journal of surgical research, 2007, 143(2):379-384.
- [27] 李杰,伍树松,熊兴耀,等. 博落回生物碱对猪肠上皮细胞增殖的影响[J]. 动物营养学报,2014,26(6):1632-1637.
- [28] VRBA J, OROLINOVA E, ULRICHOVA J, et al. Induction of heme oxygenase-1 by *Macleaya cordata* extract and its constituent sanguinarine in RAW264.7 cells[J]. Fitoterapia, 2012, 83(2):329-335.
- [29] NIU X F, FAN T, LI W F. The anti-inflammatory effects of sanguinarine and its modulation of inflammatory mediators from peritoneal macrophages[J]. European journal of pharmacology, 2012, 689(1/2/3):262-269.
- [30] NIU X F, FAN T, LI W F, et al. The anti-inflammatory effects of sanguinarine and its modulation of inflammatory mediators from peritoneal macrophages[J]. European journal of pharmacology, 2012, 689(1/2/3):262-269.
- [31] 王晓晨,吉爱国. NF- κ B 信号通路炎症反应[J]. 生理科学进展, 2014, 45(1):68-71.

(上接第 129 页)