

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2022.09.08

22 味中药及其复方对奶牛乳房炎病原菌金黄色葡萄球菌的体外抑菌试验研究

叶建新, 陈星宇, 张成宇, 赵双, 李昭龙, 王冠男, 程晓薇, 于忠娜, 于雷*

(青岛农业大学海都学院, 山东莱阳 265200)

[收稿日期] 2022-04-08 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280(2022)09-0052-06 [中图分类号] S859.3

[摘要] 为了筛选有效中药抑制奶牛乳房炎病原菌金黄色葡萄球菌, 采用药敏纸片法测定黄芩等 22 味中药的体外抑菌效果。采用水提法制备中药药液, 浓缩为生药 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 测定 22 味中药对金黄色葡萄球菌的体外抑菌圈直径、最小抑菌浓度 (MIC) 和最小杀菌浓度 (MBC)。结果表明: 黄芩和地榆对金黄色葡萄球菌呈高度敏感, 白术、丹皮等 5 味中药均属中度敏感。选取体外抑菌效果最好的黄芩和地榆加上白术、丹皮组成不同比例复方进行抑菌实验, 结果表明: 复方 II 和复方 VII 的抑菌和杀菌效果最佳, 其 MIC 和 MBC 均为 $31.25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

[关键词] 中药; 奶牛乳房炎; 金黄色葡萄球菌; 体外; 抑菌

In vitro Antibacterial Test of 22 Traditional Chinese Medicines and It's Compound Preparations on Pathogenic *Staphylococcus aureus* of Dairy Cow Mastitis

YE Jian-xin, CHEN Xing-yu, ZHANG Cheng-yu, ZHAO Shuang, LI Zhao-long,

WANG Guan-nan, CHENG Xiao-wei, YU Zhong-na, YU Lei*

(Haidu College · Qingdao Agricultural University, Laiyang Shandong 265200, China)

Corresponding author: YU Lei, E-mail: 755970166@qq.com

Abstract: In order to screen out effective traditional Chinese medicine to inhibit *Staphylococcus aureus* (*Staph. aureus*) of dairy cow mastitis's pathogenic bacteria, the *in vitro* antibacterial effect of 22 traditional Chinese medicine on *Staph. aureus* was determined by drug sensitive tablet method. The liquid of traditional Chinese medicine was prepared by water extraction to concentrate into crude medicine of $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$. The inhibitory zone diameter *in vitro*, minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of 22 traditional Chinese medicine against *Staph. aureus* were measured. The results showed that *Scutellaria baicalensis*

基金项目: 2021 年校级大学生创新创业训练计划项目 (CXCYC202101012); 青岛农业大学海都学院青年教师课程建设 (JY202123)

作者简介: 叶建新, 从事中药抑菌研究。

通讯作者: 于雷。E-mail: 755970166@qq.com

and *Sanguisorba officinalis* were highly sensitive to *Staph. aureus*. Five herbs, including *Atractylodes macrocephala* Koidz and Tree Peony Bark were moderately sensitive. The antibacterial experiments were carried out with different proportions of *Scutellaria baicalensis* and *sanguisorba* with *Atractylodes macrocephala* Koidz *macrocephala* and *cortex paeoniae*. The results showed that compound II and compound VII had the best antibacterial and bactericidal effects, and their MIC and MBC were both $31.25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$.

Key words: traditional Chinese medicine; cow mastitis; *Staph. aureus*; *in vitro*; antibacterial

奶牛乳房炎是危害全世界奶牛的主要疾病之一^[1],也是影响奶牛健康和乳制品安全的关键因素^[2]。乳房内细菌性感染被认为是奶牛乳房炎的主要原因。其中,金黄色葡萄球菌是引起奶牛乳房炎的主要传染性病原体之一^[3],也是一种常见的食源性致病微生物。奶牛感染金黄色葡萄球菌引发的乳房炎通常是慢性感染^[4],虽然不会导致奶牛的异常或死亡,但由该菌产生的降解酶和毒素会不可逆地损害乳房组织^[5],最终降低产奶量。目前,应用抗生素仍是奶牛乳房炎的主要治疗策略^[6]。但使用抗生素治疗由金黄色葡萄球菌引发的感染,会使该菌产生生物膜并适应宿主环境^[7-8],产生耐药性^[9],从而增加治疗难度。此外抗生素会在奶牛体内产生不同程度的药物残留,这不仅制约了我国畜牧业的健康发展,也将危害人们的日常饮食健康^[10]。

我国中草药资源丰富,且中草药具有毒副作用小、药物残留少等优点,且中草药的活性物质具有抗菌、消炎和免疫调节等作用。使用中草药代替抗生素在如今的无抗时代是大势所趋,可以从根本上提高牛奶品质,提高畜牧业的经济效益^[11]。试验选取并研究了 22 味中草药及其复方对金黄色葡萄球菌的体外抑菌效果,为进一步研发防治金黄色葡萄球菌引起的乳房炎中草药制剂及实际临床应用提供参考资料。

1 材料与方 法

1.1 试验菌株 金黄色葡萄球菌,分离自山东省烟台市某奶牛场患乳房炎奶样,由青岛农业大学食品科学与工程学院微生物实验室鉴定、保存并赠送。

1.2 试验药物 黄芩、钩藤、王不留行、菊花、神

曲、红花、白头翁、金银花、独活、大黄、山药、桃仁、黄柏、丹皮、藿香、甘草、柴胡、白术、黄芪、蒲公英、地榆、厚朴共 22 味中药,均购自于山东省莱阳市枣行药店。

1.3 试剂和仪器 LB 培养基,购自青岛海博生物技术有限公司;恒温培养箱(WJ-3-160),购自上海跃进医疗器械厂;超净工作台(SW-CJ-2FD),购自上海博讯实业有限公司医疗设备厂;恒温摇床(SHAKE SCS-24),购自上海市离心机械研究有限公司;常规仪器与试剂,均由青岛农业大学海都学院预防兽医学实验室提供。

1.4 菌液活化及浓度的测定 金黄色葡萄球菌的分离活化,参考文献^[12]的方法进行,将冷冻保存的菌种划线接种至平板培养基,37 ℃培养 24 h;挑取单个菌落接种至 5 mL 液体培养基,37 ℃、200 r·min⁻¹摇床培养 16 h。每隔 2 h 用分光光度计在 600 nm 测定 OD 值,确定细菌的对数期,参考文献^[13]的方法,利用平板计数法测定菌落数,调整菌液的浓度为 $2 \times 10^9 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

1.5 中药的制备 称取各中药 20 g 置于烧杯中加入 300 mL 蒸馏水,浸泡 1 h 后,倒入锅中武火加热至沸腾,随后文火加热 50 min。加热后用 8 层纱布过滤,取出药渣,再加入 300 mL 蒸馏水,倒入锅中,步骤同上。合并两次滤液,加热浓缩至 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$,室温放置 12 h,6 000 r·min⁻¹离心 5 min,取上清液,高压灭菌,在 4 ℃冰箱中保存。

1.6 药敏片的处理 参考文献^[14]的方法,取 22 味中药提取液各 1 mL 于 1.5 mL 离心管中,分别放入 10 片药敏片,充分浸泡 24 h 后,转移至玻璃平皿中并将药敏片不重叠的摆平分开。放入 37 ℃恒温箱烘干 24 h 后做好标记,放入 4 ℃冰箱备用。

1.7 中药抑菌试验及复方的抑菌试验

1.7.1 单味中药的抑菌试验 取 20 μL 稀释后的菌液($2 \times 10^8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$)于培养皿中,用涂布棒均匀涂布,用镊子在酒精灯火焰上消毒后,夹取处理过的药敏片放入培养皿中,按平按实,并在平板底部做好标记。用封口膜对培养皿进行封口处理,倒置平板,放入恒温箱 37 $^{\circ}\text{C}$ 培养 24 h。每种药物 3 个重复,取平均值。参照文献^[15]的测定标准:抑菌圈大于 15 mm 时判定为高敏,介于 10 ~ 15 mm 时判定为中敏;小于 10 mm 时判定为低敏。

1.7.2 中药复方的筛选及抑菌试验 把地榆、黄芩、白术、丹皮提取液按 2:2:2:1、4:4:4:1、2:2:1:2、4:4:1:4、2:1:2:2、4:1:4:4、1:2:2:2、1:4:4:4 的比例配伍,制备复方中药的水提液,并依次命名为复方 I、II、III、IV、V、VI、VII、VIII,各复方药物浓度均为 1 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 6 000 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 5 min,过滤后高压灭菌,置于 4 $^{\circ}\text{C}$ 保存。中药复方的药敏片处理与 1.5 相同;复方中药的抑菌试验与 1.6.1 相同。

1.7.3 最小抑菌浓度(MIC)和最小杀菌浓度(MBC)的测定 参照文献^[16]在 1~7 号管和 9 号管各加入 0.1 mL 稀释好的菌液($2 \times 10^8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$), 37 $^{\circ}\text{C}$ 恒温培养 24 h,具体步骤见表 1,24 h 后将制备好的菌液涂布于培养基上,置于 37 $^{\circ}\text{C}$ 恒温箱 18 h,以菌落分散生长的视为有抑菌效果,此时最低药物浓度值为其 MIC 值;以肉眼观察无菌落生长的为 100% 被杀灭,此时最低药物浓度值为 MBC。

表 1 二倍稀释法

Tab 1 Double dilution method

试管号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
稀释倍数	1:2	1:2 ²	1:2 ³	1:2 ⁴	1:2 ⁵	1:2 ⁶	空白	阴性	阳性
肉汤(mL)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
药液(mL)	1	1	1	1	1	1	1	-	-
菌液(mL)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1

2 结果与分析

2.1 单味中药抑菌试验结果 由表 2 可见,22 味中药中筛选出对奶牛乳房炎致病菌金黄色葡萄球菌

菌有抑菌作用的有 13 种,其中黄芩和地榆的抑菌效果最佳,抑菌圈直径分别为 $18.30 \pm 1.02 \text{ mm}$ 和 $18.32 \pm 1.00 \text{ mm}$,均属于高度敏感;黄柏、丹皮、甘草、白术、独活共 5 味中药均属中度敏感,抑菌圈直径分别为 $11.88 \pm 0.36 \text{ mm}$ 、 $13.34 \pm 0.56 \text{ mm}$ 、 $10.60 \pm 0.26 \text{ mm}$ 、 $14.48 \pm 0.66 \text{ mm}$ 和 $11.30 \pm 0.58 \text{ mm}$;藿香、柴胡、黄芪、蒲公英、菊花、金银花共 6 味中药属低度敏感;其余 9 种无抑菌效果。

表 2 单味中药抑菌结果(mm)

Tab 2 Antibacterial test results of single traditional Chinese medicine(mm)

中药	抑菌圈直径
黄芩	18.30 ± 1.02
黄柏	11.88 ± 0.36
丹皮	13.34 ± 0.56
藿香	7.16 ± 0.12
甘草	10.60 ± 0.26
柴胡	7.06 ± 0.12
白术	14.48 ± 0.66
黄芪	6.96 ± 0.10
蒲公英	7.22 ± 0.08
地榆	18.32 ± 1.00
菊花	8.22 ± 0.36
金银花	7.46 ± 0.16
独活	11.30 ± 0.58

注:厚朴、钩藤、王不留行、神曲、红花、白头翁、大黄、山药、桃仁无抑菌效果,未列出。

2.2 复方中药抑菌试验结果 由表 3 可见,所有复方对奶牛乳房炎致病菌金黄色葡萄球菌均表现出一定的抑菌效果,且均为高度敏感。

表 3 复方中药抑菌试验结果(mm)

Tab 3 Antibacterial test results of compound traditional Chinese medicine(mm)

中药复方	抑菌圈直径
复方 I	15.52 ± 0.68
复方 II	17.80 ± 0.52
复方 III	15.28 ± 0.26
复方 IV	16.28 ± 0.76
复方 V	15.62 ± 0.44
复方 VI	16.78 ± 0.26
复方 VII	18.20 ± 1.02
复方 VIII	15.30 ± 0.82

2.3 单味中药 MIC 和 MBC 测定结果 22 味中药中,地榆的 MIC 值为 $31.25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,MBC 值为 $31.25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,抑菌和杀菌效果较其他单味中药强,其次是黄芩和白术。具体数据见表 4。

表 4 单味中药 MIC 和 MBC 测定结果 ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)

Tab 4 Determination results of MIC and MBC of single traditional Chinese medicine ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)

中药	MIC	MBC
黄芩	31.25	62.5
黄柏	125	250
丹皮	125	125
藿香	500	500
甘草	250	250
柴胡	500	500
白术	62.5	62.5
菊花	500	500
金银花	500	500
独活	250	250
黄芪	500	500
蒲公英	500	500
地榆	31.25	31.25

2.4 中药复方 MIC 和 MBC 测定结果 八种中药复方制剂中复方 II 和复方 VII 的抗菌和杀菌能力较强,其 MIC 和 MBC 均为 $31.25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$;其余中药复方也有一定抑菌效果。具体数据见表 6。

表 5 中药复方 MIC 和 MBC 测定结果 ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)

Tab 5 Determination results of MIC and MBC of traditional Chinese medicine compound ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)

中药复方	MIC	MBC
复方 I	62.5	62.5
复方 II	31.25	31.25
复方 III	62.5	62.5
复方 IV	62.5	125
复方 V	62.5	62.5
复方 VI	62.5	62.5
复方 VII	31.25	31.25
复方 VIII	62.5	125

3 讨论与结论

研究发现单味中药中黄芩和地榆水提液对金

黄色葡萄球菌体外抑菌呈高度敏感,左国营等人^[17]的结果也显示地榆、黄芩两种药物对金黄色葡萄球菌有较好的抑菌效果。研究证实,黄芩的主要抑菌成分是黄芩苷和黄芩素,其中黄芩素能够抑制细菌形成生物保护膜,削弱细菌的自我保护能力,并通过干扰细菌蛋白质合成和抑制三羧酸循环达到抑菌作用,黄芩不仅作为单味药发挥抑菌作用明显,与其它中药配伍时还能起到良好的协同作用^[18]。鞣质、酚酸类、皂苷类及黄酮类成分是地榆发挥其抑菌效果的主要活性成分^[19]。地榆可能是通过提高金黄色葡萄球菌细胞膜的通透性,破坏细菌整体的稳定性和完整性,利于鞣质等抑菌成分进入细菌内部,从而发挥抑菌作用。本试验中白术、丹皮对金黄色葡萄球菌也具有较好的抑菌效果,这与前人^[20-21]的研究结果一致。白术主要是通过挥发性油和多糖类成分进行抑菌,白术挥发油对鲍曼不动杆菌、金黄色葡萄球菌和草绿色链球菌的抑菌作用明显^[22]。本试验采用水煎法熬制中药,无法获得白术挥发油,证实白术水提液对金黄色葡萄球菌也具有较好的抑菌作用,但其抑菌机制有待进一步研究。

试验采用二煎法水煎的方式熬制提取中药,但是各类中药性状、结构不同,仅用传统水煎方法提取出的中药有效成分有所差异,水溶性成分并不是所有中药的有效抑菌成分,采取水煎法所提取的药液并不能完全发挥出所选取中药的真正抑菌效果,可能得到的水提药液中仅是一般化学成分,或是活性成分的前体成分,其对试验结果存在不同程度的影响。本试验中所得的中药抑菌圈直径与相关文献^[23-25]有一定差异,可能是菌株的来源不同、中药的提取方法不同、抑菌试验采用的方法不同而造成结果上的差异。此外,本研究中单味中草药对金黄色葡萄球菌抑菌效果测定结果多为低敏或不敏感,可能是单味中药药敏试验中所选的低浓度所致,还需要调整药液浓度进一步研究,筛选出对病原菌有抑菌效果的药液浓度。

研究发现复方药的抑菌效果普遍强于单味药,可能是所选中药之间发挥协同抑菌作用;但复方药

中也存在抑菌效果弱于单味药,可能是复方药中仅单味中药发挥抑菌作用或某几种中药出现拮抗抑菌作用。各类中药对金黄色葡萄球菌的抑菌机制各不相同,从而产生的抑菌效果也存在差异。因此挑选合适的,具有高效抑菌的中药具有非常重要的临床价值。而通过组合、配伍将不同的单味药形成副作用小、抑菌效果好的复方中药仍然需要不懈的深入研究,在当今国家严格管控抗生素使用的背景下,本试验为临床上研究防治奶牛乳房炎致病菌中金黄色葡萄球菌的中药复方提供参考。由于中药种类较多,有效成分复杂,其复方的配比和复方之间抑菌作用的相互影响还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 于雷,邹本革,韩荣伟,等.我国部分地区乳房炎奶样中大肠杆菌的分离鉴定及耐药性分析[J].中国兽药杂志,2021,55(02):6-12.
Yu L,Zou B G,Han R W, et al. Isolation, identification and drug resistance analysis of *Escherichia coli* in mastitis milk samples from Some regions in China [J]. Chinese Journal of Veterinary Drug,2021,55(02):6-12.
- [2] González Rubén N, Wilson David J. Mycoplasmal mastitis in dairy herds [J]. The Veterinary clinics of North America. Food animal practice,2003,19(1):199-221.
- [3] 剧慧栋.奶牛乳房炎主要致病菌的相关研究[D].石家庄:河北师范大学,2012.
Ju H D. The related study of main pathogenic bacteria of bovine mastitis [D]. Shijiazhuang: Hebei Normal University,2012.
- [4] FB Gilbert, Cunha P, Jensen K, et al. Differential response of bovine mammary epithelial cells to *Staphylococcus aureus* or *Escherichia coli* agonists of the innate immune system [J]. Veterinary Research, 2013, 44(1):1-23.
- [5] Pradeep Vasudevan, Manoj Kumar Mohan Nair, Thirunavukkarasu Annamalai, et al. Phenotypic and genotypic characterization of bovine mastitis isolates of *Staphylococcus aureus* for biofilm formation [J]. Veterinary Microbiology,2003,92(1):179-85.
- [6] Cheng W N, Han S G. Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments [J]. Asian Australasian Journal of Animal Sciences, 2020, 33(11):1699-1713.
- [7] Oliveira Manuela, Bexiga Ricardo, Nunes Sandro Filipe, et al. Invasive potential of biofilm-forming *Staphylococci* bovine subclinical mastitis isolates. [J]. Journal of veterinary science,2011,12(1):95-97.
- [8] F. Scali, C. Camussone, L. F. Calvino, et al. Which are important targets in development of *S. aureus* mastitis vaccine? [J]. Research in Veterinary Science,2015,100:88-99
- [9] Naushad Sohail, Nobrega Diego B, Naqvi S Ali, et al. Genomic Analysis of Bovine *Staphylococcus aureus* Isolates from Milk To Elucidate Diversity and Determine the Distributions of Antimicrobial and Virulence Genes and Their Association with Mastitis. [J]. mSystems,2020,5(4):e00063-20.
- [10] 路孝兵.奶牛乳房炎中药“蒲和饮”透皮剂的研制及临床疗效试验[D].重庆:西南大学,2014.
Lu X B. The preparation of the percutaneous prescription of Chinese drug “Puheyin” for dairy mastitis and its clinical effects [D]. Chongqing: Southwest University,2014.
- [11] 杨健,严作廷,王东升,等.中药治疗奶牛乳房炎的系统评价与Meta分析[J].南方农业学报,2016,47(04):656-663.
Yang J, Yan Z T, Wang D S, et al. Systematic evaluation and Meta-analysis on efficacy of Chinese herbal medicine on cow mastitis [J]. Journal of Southern Agriculture,2016,47(04):656-663.
- [12] 谭才邓,朱美娟,杜淑霞,等.抑菌试验中抑菌圈法的比较研究[J].食品工业,2016,37(11):122-125.
Tan C D, Zhu M J, Du S X, et al. Study on the inhibition zone method in antimicrobial test [J]. Food Industry,2016,37(11):122-125.
- [13] 邹国发,邓祖军,陈秋如,等.基于固体培养基的金黄色葡萄球菌计数方法的相关性研究[J].广东药科大学学报,2017,33(04):527-530.
Zou G F, Deng Z J, Chen Q R, et al. Comparison of different counting methods of *Staphylococcus aureus* based on solid medium [J]. Journal of Guangdong Pharmaceutical University,2017,33(04):527-530.
- [14] 马述臣.复方兽药的药敏试验(药敏片法)与药物选择[J].山东畜牧兽医,2010,31(01):25-26.
Ma Sh C. Drug sensitivity testing of compound veterinary drugs (drug sensitivity tablet method) and drug selection [J]. Shandong Journal of Animal Science and Veterinary Medicine,2010,31(01):25-26.
- [15] 张赛奇,王米,雷娜,等.中药对猪源大肠杆菌 O₈ 体外抑菌试验研究[J].家畜生态学报,2015,36(08):62-65.
Zhang S Q, Wang M, Lei N, et al. In vitro inhibition of *Escherichia coli* O₈ of porcine origin by Chinese herbal medicine [J]. Journal of Domestic Animal Ecology,2015,36(08):62-65.
- [16] 鹿意,梁晓,秦志华,等.八味中药及其复方对鸡大肠杆菌的

- 体外抑制试验[J]. 中国兽医杂志, 2018, 54(06): 70-72.
- Lu Y, Liang X, Qin Zh H, *et al.* In vitro inhibitory effect of eight traditional Chinese medicine and its compound preparation on chicken *E. coli* [J]. Chinese Journal of Veterinary Medicine, 2018, 54(06): 70-72.
- [17] 左国营, 王根春, 徐贵丽, 等. 30 种中草药提取物体外抗 MRSA 的筛选研究 [J]. 中国现代应用药学, 2006(04): 293-295.
- Zuo G Y, Wang G C, Xu G L, *et al.* Screening study of 30 herbal extracts against MRSA *in vitro* [J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2006(04): 293-295.
- [18] 施高翔, 邵 菁, 汪天明, 等. 黄芩及其有效成分抗菌作用新进展[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(19): 3713-3718.
- Shi G X, Shao J, Wang T M, *et al.* New advances in antibacterial effects of *Scutellaria baicalensis* and its active ingredients [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2014, 39(19): 3713-3718.
- [19] 代良敏, 熊永爱, 范 奎, 等. 地榆化学成分与药理作用研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(20): 189-195.
- Dai L M, Xiong Y A, Fan K, *et al.* Chemical Composition and Pharmacological Effect of *Sanguisorba officinalis* [J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2016, 22(20): 189-195.
- [20] 蔡玉华, 胥振国, 刘修树, 等. 白术提取物及其在抗耐甲氧西林金黄色葡萄球菌方面的初步应用[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2018, 39(15): 1740-1743.
- Cai Y H, Xu Zh G, Liu X S, *et al.* The study of *Atractylodes macrocephala* Koidz extraction and its preliminary application in Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* [J]. Journal of Qiqihar Medical College, 2018, 39(15): 1740-1743.
- [21] 刘志春, 王小丽, 林 鹏, 等. 五味子等 29 种中草药的体外抑菌实验[J]. 赣南医学院学报, 2004(05): 509-512.
- Liu Zh C, Wang X L, Lin P, *et al.* In vitro antibacterial experiments on 29 herbs including *Schisandra chinensis* [J]. Journal of Gannan Medical University, 2004(05): 509-512.
- [22] 张晓娟, 左冬冬. 白术化学成分及药理作用研究新进展[J]. 中医药信息, 2018, 35(06): 101-106.
- Zhang X J, Zuo D D. New advances in the study of chemical composition and pharmacological effects of *Atractylodes macrocephala* Koidz [J]. Chinese Journal of Information on Traditional Chinese Medicine, 2018, 35(06): 101-106.
- [23] 张召兴, 李佩国, 张海龙, 等. 24 种中药对雏鸡致病性金黄色葡萄球菌地方流行株体外抑菌试验[J]. 中国家禽, 2020, 42(02): 105-108.
- Zhang Zh X, Li P G, Zhang H L, *et al.* In vitro inhibition test of 24 Chinese herbs against endemic strains of pathogenic *Staphylococcus aureus* in chicks [J]. China Poultry, 2020, 42(02): 105-108.
- [24] 韩梅红. 10 味中草药对金黄色葡萄球菌的体外抑菌试验[J]. 长江大学学报: 自然科学版, 2011, 8(10): 4.
- Han M H. In vitro inhibition test of 10 herbs against *Staphylococcus aureus* [J]. Journal of Yangtze University: Natural Science Edition, 2011, 8(10): 4.
- [25] 李思聪, 曾富强, 聂 健, 等. 七种中药提取物对大肠埃希菌和金黄色葡萄球菌的体外抑菌试验[J]. 四川畜牧兽医, 2013, 40(02): 29-31.
- Li S C, Zeng F Q, Nie J, *et al.* Antimicrobial effects of 7 Chinese herbal medicine extracts on *Escherichiacoli* and *Staphylococcus aureus in vitro* [J]. Sichuan Animal & Veterinary Sciences, 2013, 40(02): 29-31.

(编辑:陈希)