

陈希文, 赖守勋, 尹 苗, 等. 22 种中药多糖对猪源金黄色葡萄球菌的体外抑菌活性[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(9): 264–267.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.074

# 22 种中药多糖对猪源金黄色葡萄球菌的体外抑菌活性

陈希文<sup>1,2</sup>, 赖守勋<sup>2</sup>, 尹 苗<sup>3</sup>, 周艳美<sup>1</sup>, 李 莲<sup>1</sup>, 汪 谦<sup>1</sup>, 叶兆美<sup>2</sup>, 王雄清<sup>1</sup>

(1. 绵阳师范学院动物应用技术研究, 四川绵阳 62100; 2. 四川铁骑力士集团冯光德实验室, 四川绵阳 621006;  
3. 四川省彭州市畜牧局, 四川彭州 611930)

**摘要:**采用超声波辅助法对 22 种中药多糖进行提取, 用牛津杯法和试管二倍稀释法测定中药多糖的抗菌活性。结果表明, 川牛膝、黄芩、茯苓、地榆、虎杖等 5 种中药多糖对猪源金黄色葡萄球菌有较强的抑菌效果, 抑菌圈在 20 mm 以上, 最低抑菌浓度 (MIC) 和最低杀菌浓度 (MBC) 在 3.9 ~ 7.8 mg/mL; 9 个复方提取物的体外抑菌结果表明, 以黄芩、地榆、大黄、虎杖等中药为主的复方对猪源金黄色葡萄球菌具有良好的抑菌活性, 其最大抑菌圈直径可达 27.6 mm, MIC 和 MBC 为 3.9 mg/mL, 表明它们在抗菌消炎方面具有较高的药用开发价值, 在中药组方时可优先考虑。

**关键词:** 中药多糖; 金黄色葡萄球菌; 抑菌活性; MIC; MBC; 中药复方

**中图分类号:** S853.7; S855.1<sup>+</sup>1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0264-03

金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 简称金葡菌, 是一种常见的人畜共患病原菌, 其在人医临床上常引起皮肤、口腔以及鼻腔黏膜等组织局部化脓感染, 也可引起肺炎、心包炎、关节炎、骨髓炎、肠炎以及尿路感染等; 在兽医临床常引起仔猪渗出性皮炎、牛羊乳房炎和子宫内膜炎、犬猫鼻炎以及鸡水肿病等多种动物疾病, 若不及时治疗常引起败血症、脓毒症等全身感染导致动物死亡<sup>[1-3]</sup>。此外, 由于金黄色葡萄球菌可以通过各种方式污染食品, 因此该菌也是食品安全领域引起食物中毒的重要致病菌之一<sup>[4-6]</sup>。

近年来, 随着养猪规模的不断扩大和养殖密度的不断增加, 猪细菌性疾病的发生更加复杂严重, 其中由金黄色葡萄球菌引起的仔猪渗出性皮炎在规模化猪场也日趋严重。然而, 由于抗菌素在兽医临床的滥用, 细菌耐药问题越来越突出<sup>[7-8]</sup>, 临床很难筛选得到对金葡菌敏感的药物, 一旦发病, 死淘率可高达 90%, 给养猪业造成严重的经济损失。中药因其具有营养、保健、促生长以及药用低毒、低残留和不易产生耐药性等特点, 已逐渐被国内外研究者重视<sup>[9-11]</sup>, 并发现其对很多致病菌具有较强的抑制作用, 有望成为抗菌素的替代药物或辅助药物。同时, 随着社会对食品安全及无抗养殖的重视和关注, 筛选对致病菌敏感、高效、低毒、低残留的中药来防控动物疾病已经成为当前兽医工作者研究的热点和趋势, 也是发展健康无抗养殖急需解决的 1 个重要课题。本研究选择多糖含量较高的 22 种中药, 采用超声波辅助法提取其多糖化合物, 研究其对猪源金黄色葡萄球菌的体外抑菌活性, 以期兽医临床合理用药、有效防控猪金黄色葡萄球菌病提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 中药材

22 种常用中药材 地榆 (陕西)、大黄 (四川)、虎杖 (四川)、丹参 (四川)、甘草 (甘肃)、石榴皮 (河南)、黄芪 (陕西)、黄芩 (甘肃)、茯苓 (湖南)、苦参 (内蒙古)、黄连 (四川)、鱼腥草 (四川)、柴胡 (四川)、枸杞 (宁夏)、白术 (浙江)、升麻 (陕西)、大枣 (新疆)、何首乌 (四川)、党参 (四川)、山茱萸 (陕西)、大叶茜草 (四川)、川牛膝 (四川) 和蒲公英 (贵州), 购自绵阳天源堂大药房。根据中药复方的组方原则<sup>[12]</sup>, 选择单味抑菌活性较好的中药辅以补益理气等药物, 组成 9 个复方, 具体情况见表 1。

### 1.2 主要试剂及培养基

牛肉膏蛋白胨培养基、肉汤培养基、SS 培养基、麦康凯琼脂培养基等, 购自北京奥博星生物技术有限公司; 微量生化发酵管, 购自青岛高科园海博生物技术有限公司; 氢氧化钠、氯化钠、正丁醇、无水乙醇、丙酮等常规药品为化学纯, 购自绵阳市信捷商贸有限责任公司。

### 1.3 供试菌种

猪源金黄色葡萄球菌, 分离自绵阳市某规模化猪场仔猪渗出性皮炎病猪, 由绵阳师范学院动物应用技术研究鉴定保存。

### 1.4 中药多糖的提取

称取干燥、粉碎后的中药 10 g, 放入 250 mL 烧杯中, 加入 20 倍的蒸馏水, 65 °C 下超声波提取 15 min, 2 层医用纱布过滤得提取液, 滤渣重复上述操作, 共得到 3 次提取液, 合并 3 次提取液, 低速离心 10 min 取上清液; 浓缩至 25 mL, 以 1:3 比例加入 95% 乙醇, 静置 1 夜, 次日于离心机以 3 000 r/min 离心 20 min, 去除上清液得到多糖沉淀, 加蒸馏水定容至 10 mL; 加入 Seavage 试剂 (正丁醇: 三氯甲烷 = 4:1, Seavage: 滤液 = 1:5), 3 000 r/min 离心 10 min, 取上清液, 重复 2 次可有效除去蛋白质等杂质, 定容 10 mL, 具体方法参考文献<sup>[13-15]</sup>。全部药液用立式压力蒸汽灭菌器, 121 °C 灭菌 15 min, 取出后置于 4 °C 冰箱中保存备用。

收稿日期: 2016-03-08

基金项目: 四川省应用基础研究计划 (编号: 2013JY0127)。

作者简介: 陈希文 (1977—), 男, 四川宜宾人, 博士, 副教授, 主要从事动物疾病防控研究。

通信作者: 王雄清, 教授, 主要从事动物疾病防控技术研究。

E-mail: wangqx193@163.com。

表 1 24 种单味中药与复方组成

剂型	成分及用量
单味中药	地榆、大黄、虎杖、丹参、甘草、石榴皮、黄芪、黄芩、茯苓、苦参、黄连、鱼腥草、柴胡、枸杞、白术、升麻、大枣、何首乌、党参、山茱萸、大叶茜草、川牛膝、蒲公英
复方 1	黄芩 5.0 g、地榆 5.0 g
复方 2	大黄 5.0 g、虎杖 5.0 g
复方 3	黄芩 2.5 g、地榆 2.5 g、大黄 2.5 g、虎杖 2.5 g
复方 4	黄芩 1.7 g、地榆 1.7 g、大黄 1.7 g、虎杖 1.7 g、茯苓 1.6 g、川牛膝 1.6 g
复方 5	黄芩 1.7 g、地榆 1.7 g、大黄 1.7 g、虎杖 1.7 g、茯苓 1.6 g、白术 1.6 g
复方 6	黄芩 2.5 g、金银花 2.5 g、蒲公英 2.5 g、紫花地丁 2.5 g
复方 7	黄芩 1.5 g、地榆 1.5 g、大黄 1.4 g、虎杖 1.4 g、金银花 1.4 g、蒲公英 1.4 g、紫花地丁 1.4 g
复方 8	黄芩 1.7 g、地榆 1.7 g、大黄 1.7 g、虎杖 1.7 g、大青叶 1.6 g、桔梗 1.6 g
复方 9	黄芩 1.5 g、地榆 1.5 g、大黄 1.4 g、虎杖 1.4 g、丹参 1.4 g、黄连 1.4 g、黄芪 1.4 g

1.5 菌悬液的制备

将保存的猪源金黄色葡萄球菌活化后,接种于普通琼脂斜面培养基,37 ℃恒温培养 18~24 h,每支斜面加入 1.5 mL 灭菌蒸馏水,洗下菌液,调整细菌浓度为 150 万 CFU/mL 备用,具体方法参考文献[16]。

1.6 体外抑菌活性的测定

采用牛津杯法,将灭菌后的液体培养基倒入平板内,待其凝固后,用微量移液器吸取 0.1 mL 稀释到一定浓度的菌悬液,滴入平板,用涂布器涂匀,用镊子轻轻在每个培养皿中等距离放入 4 个牛津杯,用微量加样器吸入含生药 1 g/mL 的中药多糖溶液 0.2 mL 于对应牛津杯中,置于 37 ℃条件下,恒温培养 18~24 h,测量抑菌圈直径,具体参照文献[17]。

1.7 最小抑菌浓度(MIC)的测定

采用试管二倍稀释法,每 11 支为 1 组,在 1~11 号试管中各加入 2 mL 无菌营养肉汤,在 1 号试管中加入 2 mL 含生药 1 g/mL 的中药多糖溶液混匀,取出 2.0 mL 放入第 2 管中,依次类推,直到第 9 管取出 2.0 mL 弃去,则 1~9 号试管混合液中中药提取物浓度依次为 500、250、125、62.5、31.3、15.6、7.8、3.9、0.9 mg/mL,10 号试管不含中药作对照,11 号试管不加菌悬液观察是否染菌。将稀释成一定浓度的菌悬液用微量移液器吸取 0.1 mL 于 1~10 号试管中,37 ℃振荡培养 18~24 h。观察透明无浑浊试管,选出浓度最低的试管药液,即为这种药物对该细菌的最小抑菌浓度(MIC),具体方法参照文献[18]。

1.8 最低杀菌浓度(MBC)的测定

将上述选出的透明无浑浊试管,吸取菌药液 0.1 mL 加入培养基中,用涂布器涂布均匀,置于 37 ℃恒温养 24 h。以 99.9% 杀死试验菌菌体的药物最高稀释度为最低杀菌浓度(MBC),具体方法参照文献[19]。

2 结果与分析

2.1 单味中药多糖的抑菌活性

由表 2 可知,22 种中药多糖的初提物对猪源金黄色葡萄球菌的抑菌效果存在较大差异,其中川牛膝的抑菌活性最强,抑菌圈直径 25.3 mm,MIC 和 MBC 均为 3.9 mg/mL,其次是黄芩、茯苓、地榆、虎杖等中药,其抑菌圈直径均在 20 mm 以上,具有极强的抑菌活性;而大枣、党参和大叶茜草 3 种中药对猪源金黄色葡萄球菌没有明显的抑菌效果。

表 2 22 味中药对葡萄球菌抑菌试验结果

中药名称	药物浓度 (g/mL)	抑菌圈直径 (mm)	MIC 值 (g/mL)	MBC 值 (g/mL)
地榆	1	21.2	7.8	7.8
大黄	1	19.8	15.6	15.6
虎杖	1	20.2	7.8	7.8
丹参	1	16.2	33.3	33.3
甘草	1	16.6	62.5	62.5
石榴皮	1	16.6	33.3	33.3
黄芪	1	15.4	62.5	62.5
黄芩	1	23.4	3.9	3.9
茯苓	1	22.2	3.9	3.9
苦参	1	10.4	125.0	125.0
黄连	1	10.2	250.0	250.0
鱼腥草	1	10.2	125.0	125.0
柴胡	1	15.6	62.5	62.5
枸杞	1	10.6	125.0	125.0
升麻	1	16.9	62.5	62.5
大枣	1	—	—	—
何首乌	1	16.1	33.3	33.3
党参	1	—	—	—
山茱萸	1	16.4	125.0	125.0
大叶茜草	1	—	—	—
川牛膝	1	25.3	3.9	3.9
蒲公英	1	15.2	62.5	62.5

注:抑菌圈直径≥20 mm 为极敏,15~19 mm 为高敏,10~14 mm 为中敏,10 mm 以下为低敏<sup>[20]</sup>。下表同。

2.2 复方中药多糖的抑菌活性

由表 3 可知,复方 3 和复方 7 明显比各单味药的抑菌效果都明显增强,对猪源金黄色葡萄球菌的抑菌圈直径分别为 26.3、27.6 mm,MIC 和 MBC 均为 3.9 mg/mL;而复方 5 和复方 9 均出现抗菌能力降低的现象。

3 结论与讨论

中药多糖的提取方法较多,不同的提取方法可影响其抑菌效果。其中,浸提法和醇沉法是传统常用的提取方法,其利用多糖不溶于乙醇的性质,在浓缩液中加入乙醇,使多糖从提取液中沉淀出来。但因水的极性大,容易把蛋白质、苷类等水溶性成分浸提出来,使提取液存放时易腐败变质,为后续的分离带来困难,同时该法提取比较耗时,提取率也不高<sup>[21]</sup>,因此其

表 3 9 个中药复方对葡萄球菌抑菌试验结果

中药名称	药物浓度 (g/mL)	抑菌圈直径 (mm)	MIC 值 (g/mL)	MBC 值 (g/mL)
复方 1	1	21.8	7.8	7.8
复方 2	1	17.3	15.6	33.3
复方 3	1	26.3	3.9	3.9
复方 4	1	18.2	15.6	15.6
复方 5	1	14.8	62.5	62.5
复方 6	1	18.9	15.6	15.6
复方 7	1	27.6	3.9	3.9
复方 8	1	18.4	15.6	15.6
复方 9	1	15.3	33.3	62.5

使用受到限制。近年来,随着超声波技术的蓬勃发展,超声波提取技术(ultrasound extraction,UE)已成为提取中药有效成分的一种新方法,其具有低温、常压、安全、效率高、杂质少、能耗低等优点<sup>[22]</sup>。该法影响提取率的主要因素有时间、温度、提取次数和料液比等<sup>[23]</sup>,本研究通过条件优化,确定了提取时间 20 min、提取温度 65 ℃、料液比 1 g:20 mL、提取次数 3 次的最佳提取条件,结果表明,该法操作简单、高效、方便,是一种极具发展潜力的提取方法,值得在中药提取实践中推荐使用。

在抑菌试验中,采用牛津杯法测定抑菌圈大小、试管二倍稀释法测定最小抑菌浓度(MIC)和最小杀菌浓度(MBC),是测定药物效价和活性的通用方法,也是各国药典规定的方法<sup>[24]</sup>。从本研究结果看,22 种中药抑菌圈大小、MIC 和 MBC 三者之间的数据相关性基本相符合,说明试验结果可靠。单味中药的抑菌试验结果显示,22 种中药多糖的提取物对猪源金黄色葡萄球菌的抑菌效果存在较大差异,其中川牛膝的抑菌活性最强,抑菌圈直径 25.3 mm, MIC 和 MBC 均为 3.9 mg/mL;其次是黄芩、茯苓、地榆、虎杖等中药,其抑菌圈直径均在 20 mm 以上,也具有较强的抑菌活性;而大叶茜草、大枣和党参 3 种中药对猪源金黄色葡萄球菌没有明显的抑菌效果。综合比较分析发现,22 种中药的整体抑菌强弱顺序为川牛膝>黄芩>茯苓>地榆>虎杖>大黄>石榴皮>丹参>何首乌>柴胡>黄芪>蒲公英>升麻>甘草>山茱萸>枸杞>苦参>鱼腥草>黄连>大叶茜草=大枣=党参。川牛膝因具有祛风利湿、通经活血等功效,常用于产后跌打损伤、胞衣不下、尿血血淋、风湿痹痛等病症<sup>[25]</sup>,未见其有抗菌抑菌作用的报道,而本研究结果表明川牛膝在 22 种中药中抑菌活性最强,提示川牛膝可能在抗菌消炎药方面具有一定的应用价值,这为川牛膝的进一步开发应用提供了参考。杨海燕等研究结果表明,黄芩、茯苓、地榆、虎杖等中药对金黄色葡萄球菌具有较强的抑制作用,与本研究结果相符,说明这些中药在抗菌中药的开发中具有良好的应用前景<sup>[26-28]</sup>。但在具体的抑菌圈大小和 MIC 或 MBC 数值上,本研究结果与相关报道又存在一定差异,其原因可能与中药的产地、提取方法、以及抑菌试验测定方法的不同等有关,说明在应用中药时要充分考虑这些因素的影响。值得注意的是,在党参多糖提取物的抑菌试验中,不仅没有出现抑菌圈,并且在装有党参多糖提取物的牛津杯周围,金黄色葡萄球菌的菌落反而更加密集,说明党参多糖可能具有促进细菌生长的作用,其具体机理有待进一步研究。

基于单味中药的抑菌试验结果,结合中药的配伍原则,笔者对 9 个中药复方多糖提取物进行体外抑菌试验,结果表明,

以黄芩、地榆、大黄、虎杖等中药为主的复方多糖提取物对猪源金葡菌具有良好的抑菌活性,其最好的组方抑菌圈直径可达 27.6 mm, MIC 和 MBC 为 3.9 mg/mL,表明它们在抗菌消炎等方面具有较高的药用开发价值,在中药组方时可优先考虑。MIC 和 MBC 值是兽医临床选药用药的主要依据<sup>[29]</sup>。从本研究的 MIC 或 MBC 数值上看,某些复方中药的 MIC 或 MBC 值低于单方,表明此复方效果优于单方。而有些复方的 MIC 或 MBC 值高于单方,说明可能是此类组方中含有无抑菌效果或抑菌效果差药物,从而使得复方制剂总质量增加而有效活性物质降低的结果,如本研究中的党参、黄连、白术等中药组方。但是,由于复方药物是基于动物机体整体出发,兼顾了各种药物成分的药理、药性以及之间的相互作用,发挥的是不同药物的复合作用和对机体的整体效应。因此,在抑菌活性相差不大的情况下,中药复方在动物疾病的防控方面可能较单方更合理、更有效、更科学,而对于不同复方究竟在临床生产中的运用效果如何仍需要进一步研究。

金黄色葡萄球菌是一种分布广泛且对人类和动物危害严重的病原菌,筛选有效药物控制该病不仅可降低畜禽养殖业的经济损失,同时对人类健康和食品安全具有重要意义。中药作为我国的优势国药,其资源丰富,来源广泛,具有作用广泛、毒副作用小和不易产生耐药性等特点,是抗生素替代药物研究的新方向,对疾病的预防和治疗具有广阔的应用前景,本研究结果可为兽医临床合理用药、有效防控猪葡萄球菌病提供科学参考。

参考文献:

[1] 白文彬,于康震. 动物传染病诊断[M]. 北京:中国农业出版社,2002.

[2] 周玉龙,谢金鑫,范春玲,等. 仔猪金黄色葡萄球菌性心内膜炎研究[J]. 中国人兽共患病学报,2009,25(11):1089-1094.

[3] 林 杰,陆俊贤,龚建森. 规模化鸡场金黄色葡萄球菌的分离鉴定及药敏试验[J]. 中国家禽,2011,33(2):61,63.

[4] Hennekinne J A, de Buyser M L, Dragacci S. Staphylococcus aureus and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation[J]. FEMS Microbiology Reviews,2012,36(4):815-836.

[5] Atanassova V, Meindl A, Ring C. Prevalence of staphylococcus aureus and staphylococcal enterotoxins in raw pork and uncooked smoked ham—a comparison of classical culturing detection and RFLP-PCR [J]. International Journal of Food Microbiology, 2001, 68 (1/2): 105-113.

[6] 吴仲梁,韩 伟,陶 军,等. 快速检测食品中金黄葡萄球菌的检测方法[J]. 中国食品工业,2003(6):56-57.

[7] 李德喜,李新生,杜向党,等. 动物源耐甲氧西林葡萄球菌的研究进展[J]. 江西农业学报,2009,21(6):122-124,128.

[8] 龙 辉,张广清. 金黄色葡萄球菌的耐药性分析[J]. 检验医学与临床,2008,5(17):1034-1035.

[9] Zuo G Y, Wang G C, Zhao Y B, et al. Screening of Chinese medicinal plants for inhibition against clinical isolates of methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) [J]. Journal of ethnopharmacology, 2008,120(2):287-290.

[10] Tan B K, Vanitha J. Immunomodulatory and antimicrobial effects of some traditional Chinese medicinal herbs: a review [J]. Current Medicinal Chemistry, 2004,11(11):1423-1430.

邵乐,潘孝青,李强,等.非粮型日粮中添加饲用酶制剂对5月龄獭兔生产性能及营养物质消化的影响[J].江苏农业科学,2016,44(9):267-269.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.075

# 非粮型日粮中添加饲用酶制剂 对5月龄獭兔生产性能及营养物质消化的影响

邵乐<sup>1</sup>,潘孝青<sup>1</sup>,李强<sup>2</sup>,杨杰<sup>1</sup>

(1.江苏省农业科学院畜牧研究所,江苏南京 210014; 2.江苏省宿迁市宿豫区畜牧兽医站,江苏宿迁 223800)

**摘要:**为获得獭兔非粮型饲料配方,降低玉米和豆粕使用量,并探讨非淀粉多糖酶在獭兔非粮型日粮中使用的可行性。将120只5月龄獭兔随机平均分成4组,对照组为添加20%玉米、14%豆粕等基础日粮;试验组Ⅰ,基础日粮中添加10%大麦与7%菜粕分别替代50%玉米与50%豆粕,不加酶;试验组Ⅱ,在试验组Ⅰ基础上添加200 g/T酶制剂;试验组Ⅲ,在试验组Ⅰ基础上添加400 g/T酶制剂。试验组Ⅰ生产性能与对照组相比,总增质量降低4.34%,日增质量降低4.36%,饲料报酬与腹泻率分别提高0.70与6.66百分比;与组Ⅰ相比,组Ⅱ、Ⅲ总增质量分别提高7.17%与8.80%,日增质量分别提高7.26%、8.84%,饲料报酬分别降低1.5、1.9,腹泻率均降低10百分点;粗蛋白消化率分别提高4.84%、6.87%,粗脂肪消化率分别提高2.37%、3.92%,粗纤维消化率分别提高7.17%、7.73%,粗灰分消化率分别提高10.59%、12.48%,无氮浸出物消化率分别提高6.43%、8.58%;组Ⅰ与对照组相比,兔群每增加1 kg所消耗的饲料成本降低0.73元,组Ⅱ、Ⅲ分别降低1.30、1.19元,综合测算后发现,组Ⅱ经济效益最佳。在非粮型日粮中添加200 g/T酶制剂,可获得最佳经济效益,减少人畜争粮矛盾。

**关键词:**非粮型日粮;复合酶;獭兔;生产性能;消化率

**中图分类号:** S816.73 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0267-03

近年来,粮食安全问题一直是我国的主要安全问题<sup>[1-3]</sup>,探讨非粮型饲料配方可大幅降低人畜争粮矛盾,保证粮食供

收稿日期:2015-07-24

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(14)2078]。

作者简介:邵乐(1981—),男,江苏南京人,助理研究员,从事家兔育种及饲料营养研究。E-mail: shaole1981@163.com。

通信作者:杨杰,安徽蒙城人,硕士,副研究员,从事家兔育种及饲料营养研究。Tel: (025)84390137; E-mail: jieyangbwx@tom.com。

给,同时充分利用非常规饲料,降低养殖成本。随着国际能源的供应紧张,世界各国把眼光投向生物能源,玉米作为生产生物乙醇的主要原料,其消耗量不断增加。另外,大量玉米淀粉企业、玉米乙醇企业、氨基酸企业对玉米原料的争夺,造成饲料玉米价格不断上升。为了应对玉米原料的竞争,必须尽早加大能量饲料的开发力度。在我国,大麦的产量仅次于玉米和水稻,是替代玉米作为配合饲料中的主要能量饲料,解决能量饲料短缺的有效途径之一。但是,大麦特别是有壳大麦粗

[11] 王国强. 中兽药应用的现状及发展方向[J]. 养殖技术顾问, 2012(7): 214-214.  
[12] 北京农业大学. 中兽医学[M]. 第2版. 北京: 农业出版社, 1987.  
[13] 刘丹, 汤海峰, 张三奇, 等. 虎杖中有效成分提取方法的研究[J]. 中成药, 2007, 29(4): 516-521.  
[14] 杜清. 明党参多糖提取工艺研究[J]. 现代中药研究与实践, 2005, 19(4): 51.  
[15] 刘胜姿, 邱细敏. 超声提取白术多糖的工艺研究[J]. 企业技术开发: 学术版, 2010, 29(5): 32-32, 35.  
[16] 郭积燕. 微生物检验技术[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 52-69.  
[17] 陈薇, 曾艳, 贺月林, 等. 20种中草药体外抑菌活性研究[J]. 中兽医医药杂志, 2010, 29(3): 34-37.  
[18] 李俊超, 赵迎虎, 李伟奇, 等. 黄连提取物对耐药金黄色葡萄球菌的体外抑菌试验[J]. 中兽医医药杂志, 2009, 28(3): 34-36.  
[19] 卢芳国, 朱应武, 田道法, 等. 12个中药复方体外抗菌作用的研究[J]. 湖南中医学院学报, 2004, 24(4): 9-11.  
[20] 宋光熠. 中药药理学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009.

[21] 徐翠莲, 杜林涵, 樊素芳, 等. 多糖的提取、分离纯化及分析鉴定方法研究[J]. 河南科学, 2009, 27(12): 1524-1529.  
[22] 韩伟, 黄兮, 张玲玲, 等. 中药多糖的提取、分离纯化及分析方法的研究进展[J]. 机电信息, 2012(14): 19-25.  
[23] 罗馨, 赵卫星, 温普红. 正交超声法提取鱼腥草多糖工艺研究[J]. 化学工程师, 2012(9): 9-12.  
[24] 刘冬梅, 李理, 杨晓泉, 等. 用牛津杯法测定益生菌的抑菌活力[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(3): 110-111.  
[25] 叶品良, 彭娟, 刘娟. 川牛膝研究概况[J]. 中医药学报, 2007, 35(2): 51-53.  
[26] 杨海燕, 张传美, 吴金凤. 七种中药对金黄色葡萄球菌的体外抑制试验[J]. 动物医学进展, 2007, 28(8): 48-51.  
[27] 代如意, 李莉, 殷中琼, 等. 夏枯草等14味中药对金黄色葡萄球菌的体外抑菌活性[J]. 中国兽医学报, 2014, 34(2): 297-301, 306.  
[28] 吴开云, 黄雪芳, 彭宣宪. 冰片, 虎杖, 地榆联合抗菌作用的实验研究[J]. 江西医学院学报, 1996, 36(2): 53-55.  
[29] Witte W. Medical consequences of antibiotic use in agriculture[J]. Science, 1998, 279(5353): 996-997.