

番薯藤提取物抗痤疮丙酸杆菌有效部位筛选研究

马翊, 龚恒佩, 沈敏琪, 钟晓明, 黄真^{*} (浙江中医药大学药学院, 杭州 310053)

摘要: 目的 研究番薯藤提取物对痤疮丙酸杆菌的体外抑菌作用, 并对其有效部位进行筛选。方法 采用固体平板法、试管 2 倍比稀释法测定番薯藤水、醇提取物对痤疮丙酸杆菌的抑菌圈大小和最低抑菌浓度(minimum inhibitory concentration, MIC), 采用系统溶剂法对番薯藤醇提取物进行梯度提取, 分别得到石油醚层、二氯甲烷层、乙酸乙酯层、正丁醇层和水层 5 个不同极性部位, 并确定其有效部位及相应的 MIC、最低杀菌浓度(minimum bactericidal concentration, MBC)。结果 番薯藤醇提取物对痤疮丙酸杆菌有较强抑制作用, 其 MIC 为 $50 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。其中石油醚部位的抑菌作用最强, MIC 为 $12.5 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, MBC 为 $25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$; 其次为正丁醇部位, MIC 为 $25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, MBC 为 $100 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。结论 番薯藤醇提取物对痤疮丙酸杆菌存在体外抑制作用, 其有效成分主要集中于石油醚和正丁醇部位。

关键词: 番薯藤; 痤疮丙酸杆菌; 系统溶剂法; 固体平板法; 试管二倍稀释法

中图分类号: R285.5 文献标志码: A 文章编号: 1007-7693(2019)07-0824-05

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2019.07.011

引用本文: 马翊, 龚恒佩, 沈敏琪, 等. 番薯藤提取物抗痤疮丙酸杆菌有效部位筛选研究[J]. 中国现代应用药学, 2019, 36(7): 824-828.

Study on Anti-*Propionibacterium Acne* Effective Parts of Sweet Potato Vines Extracts

MA Yi, GONG Hengpei, SHEN Minqi, ZHONG Xiaoming, HUANG Zhen^{*} (Pharmaceutical College, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To study the bacteriostasis of sweet potato vines extract to *Propionibacterium acne* and screen the active fractions. **METHODS** Using agar dilution method and liquid media two fold dilution method to determine the size of the inhibitory rings and the minimal inhibitory concentration(MIC) of the sweet potato vines water extract and alcohol extract to *P. acnes*. Using the system solvent method to gradient extract sequence of sweet potato vine alcohol extract, respectively got petroleum ether layer, dichloromethane layer, ethyl acetate layer, *N*-butyl alcohol layer and water layer such five different polar parts and to determine the active fractions and relevant MIC and minimum bactericidal concentration(MBC). **RESULTS** The sweet potato vines alcohol extract showed strong bacteriostasis to *P. acnes*, and the MIC was $50 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$. The petroleum ether part showed the strongest bacteriostasis with the MIC of $12.5 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ and the MBC of $25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, followed by *N*-butyl alcohol part with the MIC of $25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ and the MBC of $100 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$. **CONCLUSION** The sweet potato vines alcohol extract has strong bacteriostasis to *P. acnes in vitro*, and the antibacterial active ingredients mainly concentrate in petroleum ether and *N*-butyl alcohol parts.

KEYWORDS: sweet potato vines; *Propionibacterium acne*; systematic solvents method; agar dilution method; liquid media two fold dilution method

番薯 [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] 为旋花科 1 年生草本植物, 原产于南美洲, 现广泛种植于我国多数地区, 又称红薯、甘薯、甜薯等。番薯在我国拥有极高的产量, 其栽培面积亦居世界首位。番薯藤为农作物番薯的副产品, 即其茎叶部位, 长期以来仅有少部分嫩芽作为蔬菜食用, 资源利用率不高且方式较为单一。近年来, 随着人们对番薯藤的营养价值和功能作用的关注度和认可度的提高, 对于其中功能性化学成分及其相应的药理作用研究的逐渐深入, 多项研究结果显示番薯

藤具有较高的开发潜力^[1-7]。

现代药理研究表明, 番薯藤有较显著的抗菌、抗肿瘤、增强免疫力、降脂、降血糖等作用^[8-17]。但对其抗菌作用研究的对象主要为大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、志贺杆菌、葡枝根霉菌和黑曲霉菌^[9-10]。在体外抗菌作用的菌种选择和有效部位筛选方面还存在一定的研究空间。

痤疮丙酸杆菌 (*Propionibacterium acnes*, *P. acnes*) 是革兰氏阳性厌氧菌。研究表明, 它可以分泌蛋白质、酯酶、脂多糖等成分, 或刺激机体产

基金项目: 浙江省大学生科技创新活动计划暨新苗人才计划(2017R410018)

作者简介: 马翊, 女 Tel: (0571)86633077 E-mail: MAYiCPU@163.com

*通信作者: 黄真, 女, 硕士, 教授, 博导 Tel:

(0571)86633088 E-mail: huangzhen.zjtcu@gmail.com

生抗体,从而导致痤疮产生,是痤疮最主要的病因之一。抑制痤疮丙酸杆菌生长,进而抑制痤疮的产生,是临床上治疗痤疮的重要方法和思路^[18-19]。多种植物提取物及其有效成分已在体外实验中被证明具有抑菌活性,如连翘、甘草、苦参等中药水提物,具体活性成分如小檗碱、大黄酸、黄芩苷等。相对而言,药材原料不易得且成本也相对高昂的缺点使得天然药物在抗痤疮丙酸杆菌研究中存在局限性。本研究则以产量高而价格低廉的番薯藤为研究对象,研究其水、醇提物对痤疮丙酸杆菌的体外抑菌作用,并进一步筛选有效部位,从而为相应药理作用机制等研究奠定基础,并拓展其研发和应用领域,初步探索和展望其作为植物化妆品原料进行开发的全新应用价值。

1 材料

1.1 菌株

痤疮丙酸杆菌(GIMCC 编号: GIM1.162=ATCC11827),由广东省微生物菌种保存中心提供。

1.2 药敏纸片

庆大霉素、青霉素、红霉素药敏纸片(杭州微生物试剂有限公司,批号:WS/T 125-1999)

1.3 原料药材与试剂

番薯藤鲜品购自江苏省淮安市淮阴区三棵树农产品经营部,经浙江中医药大学药学院陈孔荣副教授鉴定为旋花科植物番薯[*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]的茎叶。革兰氏染液(批号:6101063)、营养琼脂(批号:1064291)均购自广东环凯微生物科技有限公司;牛肉膏(批号:20151208001)、胰蛋白胨(批号:20160301007)均购自杭州百思生物技术有限公司;酵母膏(南京茂捷生物技术有限公司,批号:20170823);可溶性淀粉(批号:20151207)、氯化钠(批号:170302)、乙酸钠(批号:20170508)均购自国药集团化学试剂有限公司;L-半胱氨酸盐酸盐(上海展元化工有限公司,批号:160115);其余化学试剂均为分析纯(杭州龙山精细化工有限公司)。

1.4 设备

GZX-9140MBE 数显鼓风干燥箱(上海博迅实业有限公司医疗设备厂);SX-500 高压蒸汽灭菌锅(Tomy Kogyo Co., Ltd.);YQX-II 厌氧培养箱(上海龙跃仪器设备有限公司);LaboGene Fortuna 超净工作台(丹麦 Labogene 有限公司);XMTD-6000 电子恒温不锈钢水浴锅(上海宜昌仪器筛厂);

R202-2 旋转蒸发仪(上海夏丰实业有限公司);AL 104 电子天平[梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司, $d=0.001$ g]。

2 方法

2.1 供试品制备

参考文献[20-21]的提取工艺进行改良,番薯藤经净制,60℃干燥后备用,提取前均采用相应溶剂浸泡30 min,其水提物采用95℃水浴回流提取,料液比1:15,每次2 h,提取2次。醇提物采用70%乙醇为溶剂,85℃水浴回流提取,料液比1:45,每次2 h,提取2次。合并滤液并回收溶剂。采用系统溶剂法依次用石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇对番薯藤醇提物进行萃取,真空干燥得各部位干浸膏。

2.2 培养基制备

培养基配方如下(以200 mL计):胰蛋白胨2.0 g,牛肉膏2.0 g,葡萄糖1.0 g,氯化钠1.0 g,酵母膏0.6 g,乙酸钠0.6 g,可溶性淀粉0.2 g,L-半胱氨酸盐酸盐0.1 g。

调节pH至6.8,固体培养基在此基础上加入琼脂3.0 g,加热搅拌溶解,121℃灭菌30 min后,加水至200 mL。室温下冷却,放入4℃冰箱备用^[22-26]。

2.3 供试菌活化

参考文献[27]的方法进行痤疮丙酸杆菌菌种活化,移植于2个斜面培养基,放入厌氧培养箱中,37℃培养48 h。

2.4 含提取物滤纸片制备

分别取水及70%乙醇,将“2.1”项下的水、醇提取物稀释配制含药量200 mg·mL⁻¹母液,采用2倍比稀释法用相应溶剂进行稀释,配制成6.25, 12.5, 25, 50, 100 mg·mL⁻¹的含药水、醇提取液。取各水、醇提取液1.5 mL,放入直径为6 mm的灭菌滤纸片5×5片,浸泡2 h,自然干燥后备用(提取液溶解后使用0.22 μm微孔滤膜过滤除菌)。阳性药为含红霉素、青霉素、庆大霉素的药敏试纸^[28]。

2.5 制备平板

将固体培养基微波加热溶解,冷却至50~60℃,用无菌移液管取15 mL加入培养皿中,冷却为固体培养基,备用^[29]。

2.6 菌悬液的制备与计数

用接种环挑取3环活化菌体放入装有50 mL

灭菌生理盐水的锥形瓶里,充分振摇 10 min,采用血细胞计数板计数,使菌悬液中孢子数达到 $10^5 \sim 10^6$ CFU·mL⁻¹ (肉眼看时呈毛玻璃状外观,与 0.5 麦氏比浊管相似,继续用无菌生理盐水稀释 100 倍),备用^[27]。

2.7 供试菌涂布

用无菌移液管取 0.1 mL 供试菌活化于平板上,涂布器涂布均匀。

2.8 滤纸片法进行抑菌试验^[30-31]

每平板划分 4 个小区,将“2.4”项下制备的含提取物液滤纸片贴入平板的小区,将贴好滤纸片的平板倒置于 37 °C 培养箱培养 24 h,取出测定抑菌圈直径,平行 3 次。

2.9 最低抑菌浓度 (minimum inhibitory concentration, MIC) 的测定

采用 2 倍比稀释法。取 70%乙醇配制含药浓度为 400 mg·mL⁻¹ 的母液备用。培养基经 121 °C 灭菌后冷却,加入溶解除菌后的药液,充分混匀,采用 2 倍比稀释法用液体培养基进行稀释,配制浓度分别为 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.13 mg·mL⁻¹ 的含药培养基;取 70%乙醇溶液用液体培养基 4 倍体积稀释,配制成不含药培养基。用无菌移液枪吸取 0.1 mL 上述制备的菌悬液,摇匀,以不含药培养基为空白对照,放置在 37 °C 恒温培养箱培养,每个处理设 3 次重复。待空白对照组中观察到浑浊(菌丝生长)后取出,观察各浓度梯度菌的生长情况,以完全无菌生长的最低药物浓度为 MIC^[32-33]。

2.10 最低杀菌浓度 (minimum bactericidal concentration, MBC) 的测定

吸取 0.1 mL 在 MIC 测定中未见痤疮丙酸杆菌生长的各试管营养物,分别涂布于固体培养基上,厌氧培养 48 h,设 3 次重复,观察结果,以仍无痤疮丙酸杆菌生长的最低药物浓度为 MBC^[34]。

3 结果

3.1 固体平板法试验结果

采用固体平板法定性测定番薯藤水、醇提取物对痤疮丙酸杆菌的抑菌效果,结果显示番薯藤水提取物在实验设置的浓度梯度范围(100, 50, 25, 12.5, 6.5 mg·mL⁻¹)内并未表现出抑菌作用,番薯藤醇提取物在 100, 50 mg·mL⁻¹ 浓度梯度上都表现出较强抑菌作用,25, 12.5, 6.5 mg·mL⁻¹ 浓度梯度上均未表现出抑菌作用。结果见表 1。

表 1 固体平板法试验结果(n=3)

Tab. 1 Results of solid plate method(n=3)

药 物	浓 度	抑菌圈/cm
番薯藤醇提取物	100 mg·mL ⁻¹	10~12
	50 mg·mL ⁻¹	8~10
	25 mg·mL ⁻¹	无抑菌圈
	12.5 mg·mL ⁻¹	无抑菌圈
	6.25 mg·mL ⁻¹	无抑菌圈
番薯藤水提取物	100 mg·mL ⁻¹	无抑菌圈
	50 mg·mL ⁻¹	无抑菌圈
	25 mg·mL ⁻¹	无抑菌圈
	12.5 mg·mL ⁻¹	无抑菌圈
	6.25 mg·mL ⁻¹	无抑菌圈
青霉素	10 µg·mL ⁻¹	>12
红霉素	10 µg·mL ⁻¹	>12
庆大霉素	10 µg·mL ⁻¹	10~12

3.2 番薯藤醇提取物 MIC 测定结果

在纸片法基础上,进一步采用试管 2 倍稀释法,在空白对照组菌生长良好的前提下,以试管内完全无菌生长来确定番薯藤醇提取物的 MIC,确定其 MIC 为 50 mg·mL⁻¹,结果见表 2。

表 2 番薯藤醇提取物抗痤疮丙酸杆菌 MIC 测定结果(n=3)

Tab. 2 Results of MIC determination of sweet potato vines alcohol extract against *P. acnes*(n=3)

浓度/ mg·mL ⁻¹	100	50	25	12.5	6.25	3.13
结果	+	+	-	-	-	-

注:“+”为阳性,即试管内无菌生长,有抑菌作用;“-”为阴性,即试管内可见菌生长,无抑菌作用。

Note: “+” was positive, that was, sterile growth in the test tube, and had a bacteriostatic effect; “-” was negative, that was, the growth of bacteria in the test tube was observed, and there was no bacteriostatic effect.

3.3 番薯藤醇提取物抗痤疮丙酸杆菌有效部位的确定

在上述实验结果基础上,进一步采用试管 2 倍比稀释法确定番薯藤醇提取物抗痤疮丙酸杆菌的有效部位和相应 MIC,在对照组菌生长良好的前提下,在实验设置的药物浓度梯度(100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.13 mg·mL⁻¹)范围内,二氯甲烷、乙酸乙酯、剩余水层部位未显现出对痤疮丙酸杆菌的抑制作用。石油醚、正丁醇部位 MIC 分别为 12.5, 25 mg·mL⁻¹,结果见表 3。

在 MIC 测定结果基础上,对番薯藤醇提取物的石油醚和正丁醇部位进行 MBC 测定,石油醚部位 MBC 为 25 mg·mL⁻¹,正丁醇部位 MBC 为 100 mg·mL⁻¹,结果见表 4。

表 3 番薯藤醇提物各部位抗痤疮丙酸杆菌 MIC 测定实验结果($n=3$)

Tab. 3 Determination of MIC of *P. acnes* in various parts of the alcohol extract of sweet potato vines($n=3$)

极性部位	浓度/ $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$					
	100	50	25	12.5	6.25	3.13
石油醚	+	+	+	+	-	-
二氯甲烷	-	-	-	-	-	-
乙酸乙酯	-	-	-	-	-	-
正丁醇	+	+	+	-	-	-
剩余水层	-	-	-	-	-	-

注：“+”为阳性，即试管内无菌生长，有抑菌作用；“-”为阴性，即试管内可见菌生长，无抑菌作用。

Note: “+” was positive, that was, sterile growth in the test tube, and had a bacteriostatic effect; “-” was negative, that was, the growth of bacteria in the test tube was observed, and there was no bacteriostatic effect.

表 4 番薯藤醇提物各部位抗痤疮丙酸杆菌 MBC 测定结果($n=3$)

Tab. 4 Determination of MBC of *P. acnes* in various parts of the alcohol extract of sweet potato vines($n=3$)

极性部分	浓度/ $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$			
	100	50	25	12.5
石油醚	+	+	+	-
正丁醇	+	-	-	-

注：“+”为阳性，即固体平板上无菌生长，有杀菌作用；“-”为阴性，即试管内可见菌生长，无杀菌作用。

Note: “+” was positive, that was, it was aseptically grown on a solid plate, and it had a bactericidal effect; “-” was negative, that was, bacteria grow in the test tube, and there was no bactericidal effect.

4 讨论

本实验采用固体平板法对番薯藤水提物及醇提物进行抗痤疮丙酸杆菌作用的定性筛选，结果表明番薯藤醇提物对痤疮丙酸杆菌的抑制作用显著，采用试管 2 倍稀释法进一步确定其 MIC 为 $50 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。后续将醇提物系统溶剂萃取得石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇、剩余水层 5 个部位，确定石油醚、正丁醇为其有效部位，其 MIC 分别为 12.5 和 $25 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ，MBC 分别为 25 和 $100 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。因此，可以进一步推测番薯藤醇提物石油醚、正丁醇均含有对痤疮丙酸杆菌存在抑制作用的成分。提示番薯藤可作为寻找抑菌活性新成分的基础，为后期开发利用提供理论依据。

文献资料显示，石油醚部位可能含有生物碱、甾体、三萜等成分，正丁醇部位可能含有有机酸、生物碱、黄酮、香豆素类成分。有关黄酮类、香豆素类成分对其他细菌的抑制作用研究已有一定文献报道^[35-36]，而番薯藤石油醚提取物对其他细菌的抑制作用也已被证实^[37]，推测其中的生物碱

和萜类等物质同样具有抑菌作用。

目前，研究植物提取物抗痤疮丙酸杆菌的体外活性，筛选有效部位和观察疗效已成为开发具有防治痤疮作用的植物化妆品及有关原料的价值、潜力的重要方法。本实验以番薯藤为研究对象探讨其对痤疮丙酸杆菌的抑制作用，筛选有效部位。为后续设计试验对其中存在痤疮丙酸抑制作用的具体成分，多种成分之间的相互作用，具体的抑菌机制，或采用痤疮动物模型观察具体疗效的研究工作奠定基础。为将番薯藤作为潜在的抗痤疮植物化妆品原料的开发提供有力的证据支持。为番薯藤植物资源的充分利用提供了新的思路。

REFERENCES

- [1] LV L Y, SHI G F, LI C L, et al. Study on the chemical constituents of the leaves of *Ipomoea batatas* [J]. J Chin Med Mater(中药材), 2009, 32(6): 896-897.
- [2] YIN Y Q, SHEN Z B, KONG L Y, Study on chemical constituents of *Ipomoea batatas* Lam [J]. Lishizhen Med Mater Med Res(时珍国医国药), 2008, 19(11): 2603-2604.
- [3] CHU Y H, CHANG C L, HSU H F. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity [J]. J Sci Food Agric, 2000, 80(5): 561-566.
- [4] ISLAM M S, YOSHIMOTO M, YAMAKAWA O. Distribution and physiological functions of caffeoylquinic acid derivatives in leaves of sweetpotato genotypes [J]. J Food Sci, 2003, 68(1): 111-116.
- [5] GHASEMZADEH A, OMIDVAR V, JAAFAR H Z E. Polyphenolic content and their antioxidant activity in leaf extract of sweet potato(*Ipomoea batatas*) [J]. J Med Plants Res, 2012, 6(15): 2971-2976.
- [6] FU Z F, TU Z C, ZHANG L, et al. Antioxidant activities and polyphenols of sweet potato(*Ipomoea batatas*, L.) leaves extracted with solvents of various polarities [J]. Food Bioscie, 2016, 15(1): 11-18.
- [7] FAN G, HAN Y, GU Z, et al. Composition and colour stability of anthocyanins extracted from fermented purple sweet potato culture [J]. LWT-Food Sci Technol, 2008, 41(8): 1412-1416.
- [8] ZHANG Y, WU Y N, CHEN L, et al. Reviews on research advances on chemical composition of sweet potato vines and leaves [J]. Food Sci(食品科学), 2006, 27(3): 252-256.
- [9] FENG C, LIN L L, LU J, et al. Bacteriostasis of flavonoids extractive of sweet potato stem and leaf [J]. Food Res Dev(食品研究与开发), 2011, 32(8): 14-17.
- [10] GAO Y Y, ZHANG Y, JI L. Research on bacteriostasis of systematic solvents extracts from sweet potato stem and leaf [J]. Food Sci(食品科学), 2006, 27(11): 174-176.
- [11] WU Y W, JIANG L Q. Research advancement in active components and anti-tumor activity of sweet potato leaves [J]. Food Nutr China(中国食物与营养), 2013, 19(12): 63-65.
- [12] 张锡彬. 红薯茎叶多糖和黄酮提取物的抗菌及降血糖功能研究[D]. 大连: 大连工业大学, 2008.
- [13] LUO L P, GAO Y Y, WANG Y X, et al. Hypoglycemic effect of polysaccharides from sweet potato vines [J]. Food Sci(食品科学), 2005, 26(9): 450-453.

- [14] TAI J X, HUA X X, WANG J W, et al. The functional test and clinical application study on the leaf products of Tebai 1 sweet potato [J]. Acta Agron Sin(作物学报), 1998, 24(2): 161-167.
- [15] GAO Y Y, LUO L P, WANG Y X, et al. Antilipidemic effect of polysaccharides extracted from sweet potato vines [J]. Food Sci(食品科学), 2005, 26(2): 197-201.
- [16] MWANRI A W, KOGIMAKAU W, LASWAIL H S. Nutrients and antinutrients composition of raw, cooked and sun-dried sweet potato leaves [J]. African J Food Agric Nutr Dev, 2011, 11(5): 5142-5156.
- [17] YOSHIMOTO M, YAHARA S, OKUNO S, et al. Antimutagenicity of mono-, di-, and tricaffeoylquinic acid derivatives isolated from sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaf [J]. J Agric Chem Soc Japan, 2002, 66(11): 2336-2341.
- [18] WU Y, JI J, ZHANG L L, et al. Roles of microorganisms in the pathogenesis of acne [J]. Chin J Dermatovenereol(中国皮肤性病杂志), 2016(3): 311-314.
- [19] YIN X P, XIA L Q. Research progress on drug resistance of acnetobacter acnes in acne patients [J]. Foreign Med Sci Sec Dermatol Venereol(国外医学.皮肤性病学分册), 2004, 30(3): 152-154.
- [20] PENG S S, LONG J M, SU L Y. Extracting and determination of polysaccharides in sweet potato leaves and psidium guajava leaves [J]. Food Sci Technol(食品科技), 2006, 31(9): 106-108.
- [21] DU J, CUI R F. The extraction of total flavonoids from stem and leaf of sweet potato [J]. Food Eng(食品工程), 2013(3): 21-23.
- [22] ZHANG X L. Antibacterial effect of pomegranate peel polyphenols against *Propionibacterium acnes* in vitro [D]. Changsha: Hunan University of Chinese Medicine, 2015.
- [23] ZHANG Y, GAO M Y, ZHANG X B, et al. Bacteriostasis of polysaccharides extractive of sweet potato stem and leaf [J]. Food Machine(食品与机械), 2007, 23(5): 89-91.
- [24] XU L Q, LU J, GE L L, et al. Bacteriostasis of polysaccharides extractive of sweet potato stem and leaf [J]. Food Sci Technol(食品科技), 2011, 36(1): 163-166.
- [25] ZHANG X B, ZHANG Y, GAO Y Y, et al. Bacteriostasis of flavonoids extractive of sweet potato stem and leaf [J]. Food Sci Technol(食品科技), 2008, 33(1): 156-159.
- [26] JIANG X, HE Y, LI L. Bacteriostatic action of Yiqing capsule against *Propionibacterium acnes* and staphylococcus epidermidis in vitro [J]. China Pharm(中国药房), 2009, 33(20): 2573-2574.
- [27] ZHU Y F, ZHAO H R. In vitro anti micro bialactivities of traditional chinese medicine to *Propionibacterium acnes* [J]. Pharm Clin Res(药学与临床研究), 2009, 17(3): 224-226.
- [28] NIU H Y, YU H S, JIN S S, et al. Study on the antibacterial activity in vitro of Hubei fritillaria [J]. J Liaoning Univ Tradit Chin Med(辽宁中医药大学学报), 2016, 18(1): 62-64.
- [29] 倪语星, 王金良, 徐英春. 抗微生物药物敏感性试验规范 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002: 16-32.
- [30] ZHANG Y X, JING M, WANG J J, et al. Study on the anti-bacterial and anthelmintic effects of *Biebersteinia heterostemon* Maxim [J]. Nat Pro Res Dev(天然产物研究与开发), 2014, 26(12): 2054-2057.
- [31] LI Y Y, LI M L, YAN X, et al. Study on the chemo-sensitivity to cisplatin in *Escherichia coli* [J]. Chin J Microecol(中国微生态学杂志), 2011, 23(3): 223-225, 229.
- [32] PENG W W, WANG Y J, LU D Q, et al. Study on antibacterial effective parts of water extracts of branch-leaves from *Breynia Fruticosa* [J]. Chin Arch Tradit Chin Med(中华中医药学刊), 2014(12): 2937-2939.
- [33] WANG X X, ZHOU Y, XU G Q, et al. Study on the efficacy of flavonoids in the antibacterial properties of honey [J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2017, 34(3): 363-369.
- [34] CHEN Z R, DONG Y M, MENG H, et al. Antimicrobial activities of extracts from ten kinds of traditional Chinese materia medica in vitro [J]. Acta Chin Med Pharmacol(中医药学报), 2011, 39(6): 24-27.
- [35] ZHAO T H, DENG S H, HANG H S, et al. Study of antibacterial activity of active fraction from stems and leaves of *Scutellaria baicalensis* Georgi [J]. Chin Pharmacol Bull(中国药理学通报), 2007, 23(7): 882-886.
- [36] YOU T H, LIU F, WEN L, et al. Advance in studies on antibacterial effect of flavonoids [J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2013, 38(21): 3645-3650.
- [37] GAO Y Y, ZHANG Y, JI L. Research on bacteriostasis of systematic solvents extracts from sweet potato stem and leaf [J]. Food Sci(食品科学), 2006, 27(11): 174-176.

收稿日期: 2018-07-15

(本文责编: 李艳芳)