

红葱不同极性提取物抑菌活性研究

徐晓梅¹,李慕紫²,黄建蓉³,王庆华^{4*}

¹广东药科大学基础学院;²广东药科大学中药学院;³广东药科大学食品科学学院,中山 528453;

⁴广东药科大学基础学院,广州 510006

摘要:选用3种常见的食源性菌金黄色葡萄球菌 ATCC25923、大肠杆菌 ATCC25922、鼠伤寒沙门氏菌 ATCC14028 作为供试菌种,采用试管二倍稀释法定量测定红葱乙醇粗提液(1 g/L)的最低抑菌浓度(MIC)和最低杀菌浓度(MBC),并用打孔法分别测定红葱石油醚、乙酸乙酯、氯仿、正丁醇和乙醇不同极性提取物的抑菌圈大小。结果表明:乙醇粗提液对金黄色葡萄球菌的 MIC 和 MBC 值分别为 3.91 mg/mL,与 7.81 mg/mL,红葱不同极性提取物对3种细菌均有不同程度的抑制作用,对金黄色葡萄球菌高度敏感。石油醚提取部位活性最强,其对金黄色葡萄球菌的最大抑菌直径达 31.83 ± 0.50 mm。实验结果为红葱提取物进一步在食品天然防腐剂的开发应用提供参考依据。

关键词:红葱;不同极性提取物;食源性细菌;抗菌活性

中图分类号:R285.5;Q946

文献标识码:A

DOI:10.16333/j.1001-6880.2018.9.025

Antibacterial Activity Study of Different Polar Extractings of *Eleutherine americana*

XU Xiao-mei¹, LI Mu-zi², HUANG Jian-rong³, WANG Qing-hua^{4*}

¹School of Basic Courses, Guangdong Pharmaceutical University;

²School of Traditional Chinese Medicine Guangdong Pharmaceutical University;

³School of Food Science, Guangdong Phamaceutical University, Zhongshan, 528453, China;

⁴School of Basic Courses, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510006, China

Abstract: With three kinds of common food-borne bacteria *Staphylococcus aureus* (ATCC25923), *Escherichia coli* (ATCC25922), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028) as testing strains, tube dilution quantitative method was used to detect the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of *Eleutherine Americana* (1 g/L). The antimicrobial diameters of *eleutherine americana* extracts of different polarity solvents such as petroleum ether, ethyl acetate, chloroform, butyl alcohol, ethanol were also studied by drilling method. The results showed that the value of MIC and MBC from ethanol crude extract to *Staphylococcus aureus* were 3.91 mg/mL and 7.81 mg/mL. Different polar extracts of *eleutherine americana* had different degrees of antibacterial activity against these three bacteria, and were all highly sensitive to *Staphylococcus aureus*. The activity of petroleum ether extraction was the strongest, and the maximum antimicrobial diameter of the *Staphylococcus aureus* was 31.83 ± 0.50 mm. The results provided further reference for *eleutherine americana* extract in the development and application of natural food preservatives.

Key words: *Eleutherine americana*; different polarity extracts; food-borne bacteria; antibacterial effect

红葱为鸢尾科红葱属植物红葱 (*Eleutherine americana* Merr. et K. Heyne) 的鳞茎,主要分布在我国云南、广西、海南等地,为民间药用植物^[1],红葱是云南省傣族、彝族、德昂族、汉族等各民族常用草药。鸢尾科红葱味苦,性凉,民间用于治疗心悸、头晕、外

伤出血、痢疾、吐血、咯血、闭经腹痛,有清热解毒、利尿除湿、活血散瘀、消肿止痛、止血之功效^[2,3]。现代药理研究表明,红葱具有多种药理作用,包括血管舒张^[4]、抗细菌^[5]、抗真菌^[6]、抗病毒^[7]、抗炎^[8]、抗氧化^[9]、抗肿瘤^[10]等一系列的活性。对红葱的研究大约开始于上世纪80年代,虽然研究时间不算短,但迄今为止,从红葱中分离出来的化合物并不多,主要化学成分有葱醌、萘酚、萘醌及其衍生物^[11]等,其

中三个主要药理活性成分红葱甲素、红葱乙素和异红葱甲素具有显著抗菌作用^[12]。有文献报道了红葱乙醇提取物对人类和禽类的弯曲杆菌有明显抑菌效应^[13], 甲醇提取物对金黄色葡萄球菌^[14,15]以及香蕉炭疽病菌、百合炭疽病菌、番茄灰霉病菌等^[16]几种植物病原菌有较好的抑制作用。

本文以红葱作为研究材料, 采用试管二倍稀释法和打孔法分别测定其提取物不同极性部位对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和鼠伤寒沙门氏菌三种细菌的抑制效果, 为红葱在食品和化妆品防腐方面的综合开发利用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

红葱, 广州白云华南生物科技有限公司种植基地提供; 供试菌种金黄色葡萄球菌 ATCC25923、大肠杆菌 ATCC25922、鼠伤寒沙门氏菌 ATCC14028, 购于广东省微生物研究所菌种保藏中心。脑心浸液培养基、牛肉膏、蛋白胨、氯化钠、琼脂购于广东环凯微生物科技有限公司; 尼泊金乙酯, 市售; 石油醚、氯仿、乙酸乙酯、正丁醇、乙醇, 均为国产分析纯, 生理盐水自配。

1.2 材料制备

1.2.1 受试样品的制备

红葱乙醇粗提液制备: 取干燥破碎的红葱鳞茎适量, 60% 乙醇回流提取两次, 料液比 1:8, 每次 1 h, 合并滤液, 用旋转蒸发仪浓缩至 1 g/mL, 0.22 μm 微孔滤膜过滤后备用^[17]。

红葱不同极性提取物制备: 红葱回流提取滤液依次以石油醚、氯仿、乙酸乙酯、正丁醇、乙醇为溶剂萃取, 水浴蒸干得五段不同极性的萃取物。取石油醚层、氯仿层、乙酸乙酯层、正丁醇层、乙醇层的干燥粉末, 加无菌 DMSO 溶解, 依次稀释至浓度梯度: 依次稀释至 6 个不同浓度梯度: 石油醚层质量浓度: 30.00、7.50、1.88 mg/mL; 乙酸乙酯层、氯仿层、正丁醇层、乙醇层质量浓度为 50.00、25.00、6.25 mg/mL。密封后紫外灯杀菌备用。

阳性药尼泊金乙酯配制: 精密称定尼泊金乙酯, 以无菌 DMSO 溶解至质量浓度 25.00 mg/mL, 作为打孔法阳性对照药物, 无菌 DMSO 作为空白对照, 密封后紫外灯杀菌备用。

1.2.2 培养基的配制

营养琼脂(M-H)培养基: 牛肉膏 3.0 g、蛋白胨

10.0 g、氯化钠 5.0 g、琼脂 20.0 g, 用双蒸水补足至 1 000 mL, 加热使琼脂溶化完全, 调整 pH 为 7.4 ~ 7.6, 分装, 于 121 $^{\circ}\text{C}$ 高压灭菌 20 min, 待培养基冷却, 取 90 mm 灭菌平皿倒板, 制成培养基平板备用。营养肉汤培养基: 于 1 000 mL 双蒸水中加入牛肉膏 5.0 g、蛋白胨 10.0 g、氯化钠 5.0 g, 调整 pH 为 7.4, 分装, 于 121 $^{\circ}\text{C}$ 高压灭菌 20 min, 冷却备用。

1.2.3 菌悬液的制备

将冻干管标准菌株分别用脑心浸液培养基复苏, 用接种环挑取一环于 5 mL 营养肉汤培养基中, 于 37 $^{\circ}\text{C}$ 摇床培养 18 ~ 20 h 使其活化, 取传代至第三代的菌液稀释, 以平板计数法将各菌液浓度调整至 1×10^8 cfu/mL, 备用。

1.3 测定方法

1.3.1 试管二倍稀释法测定最小抑菌浓度(MIC)及最小杀菌浓度(MBC)

取灭菌试管 11 支并编号, 每管加入无菌肉汤培养基 2 mL, 然后于第 1 管中加入 1 g/mL 红葱乙醇粗提液 2 mL, 混匀后取 2 mL 加入第 2 管中, 依次梯度稀释至第 9 管, 取出 2 mL, 弃用, 1 ~ 9 管的质量浓度分别为 500.00、250.00、125.00、62.50、31.25、15.63、7.81、3.91、1.95 mg/mL。第 10 管不加药物, 作为阳性对照管, 第 11 管中加红葱乙醇粗提液 2 mL, 混匀后取出 2 mL 弃去, 不加细菌, 作为阴性对照管, 各管平行 3 份。取细菌稀释液 0.1 mL 分别加入以上第 1-10 管中混匀, 第 11 号管加 0.1 mL 灭菌生理盐水。将各管置于 37 $^{\circ}\text{C}$ 培养箱中, 静置培养 20 h。自上述各管中取培养液 0.1 mL, 分别接种于 M-H 培养基中, 用涂布器涂布均匀, 置 37 $^{\circ}\text{C}$ 恒温箱内培养 20 h 后观察结果^[18]。用“+”表示无杀菌或抑菌作用; 用“-”表示有杀菌或抑菌作用。相应培养皿上的菌落数同阳性对照管相比较少者具有抑菌作用, 对应试管的最低药物稀释浓度即为该药对供试菌株的 MIC。相应培养皿上无菌生长者, 表明细菌被药物杀死, 以无菌生长的最低药物稀释度为该药对供试菌株的 MBC。

1.3.2 打孔法测定红葱各极性提取物的抑菌圈直径

无菌条件下将涂布有菌悬液的 M-H 培养基平板等间距对称地用外径 6 mm 的玻璃管打 4 个孔, 用镊子挑除孔中培养基, 吸取红葱各极性提取物药液 50 μL 加入孔中, 每个浓度设 3 个重复, 每板设一个空白对照。将培养平板放入 37 $^{\circ}\text{C}$ 恒温培养箱培养 20 h, 用游标卡尺以“十字交叉”法测量抑菌圈直

径,对三种菌的抑菌作用以抑菌圈直径的平均值(\bar{x}) \pm 标准差(s)表示,抗菌药物敏感度的判定标准为:抑菌圈直径 ≥ 18 mm为高度敏感,12~18 mm为中度敏感,7~12 mm为低度敏感,<7 mm为不敏感^[19]

2 结果与分析

2.1 红葱乙醇粗提液对3种食源性菌的最小抑菌浓度(MIC)

红葱乙醇粗提液对大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌的MIC分别为62.50、31.25、3.91 mg/mL

表1 红葱乙醇粗提液对3种细菌的MIC浓度

Table 1 The MIC of ethanol crude extracts from *Eleutheria americana* to 3 strains

管号 Test tube number	不同稀释倍数下的细菌生长情况 The growth of bacteria under different dilution times									阳性对照 Positive control	阴性对照 Negative control	MIC (mg/mL)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
浓度(mg/mL) Concentration	500.00	250.00	125.00	62.50	31.25	15.63	7.81	3.91	1.95			
ATCC25922	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	62.50
ATCC14028	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	31.25
ATCC25923	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	3.91

注:“+”表示有菌生长,“-”表示红葱乙醇粗提液对供试菌有抑制作用。

Note:“+” indicates the growth of bacteria,“-” indicates that the crude extract of red onion ethanol has inhibitory effect on the test bacteria.

2.2 红葱乙醇粗提液对3种食源性菌的最小杀菌浓度(MBC)测定

红葱乙醇粗提液对大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌的MBC值见表2,质量浓度分别为250.00、125.00、7.81 mg/mL,试管内容物经移种平

(见表1),结果表明同一药物对不同菌株的MIC不同。红葱乙醇提取物对金黄色葡萄球菌的MIC最低,说明乙醇提取物对金黄色葡萄球菌的抑制作用最强,对沙门氏菌的抑制作用其次,对大肠杆菌的抑制作用最弱。由于红葱乙醇提取物的颜色较深,难以直观比较试管内的菌落生长情况,可吸取0.10 mL的试管内容物于M-H培养基,37℃培养20h后观察结果,同阳性对照比较,以菌落数小于阳性对照管的最小浓度作为3种细菌的MIC,其MIC值可作为设置红葱不同极性提取部位浓度梯度的参考。

皿培养基后,以无菌生长的最低稀释度为3种菌的MBC。结果表明红葱乙醇粗提液对金黄色葡萄球菌的杀菌效果最好,其次是沙门氏菌,对大肠杆菌的杀菌效果最差。

表2 红葱乙醇粗提液对3种细菌的MBC浓度

Table 2 The MBC of ethanol crude extracts from *Eleutheria americana* to 3 strains

管号 Test tube number	不同稀释倍数下的细菌生长情况 The growth of bacteria under different dilution times									阳性对照 Positive control	阴性对照 Negative control	MBC (mg/mL)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
浓度(mg/mL) Concentration	500.00	250.00	125.00	62.50	31.25	15.63	7.81	3.91	1.95			
ATCC14022	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	250.00
ATCC14023	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	125.00
ATCC25923	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	7.81

注:“+”表示有菌生长,“-”表示无菌生长。

Note:“+” means the growth of bacteria,“-” means no bacterial growth.

2.3 阳性药的筛选及浓度确定

常见的食品防腐添加剂有苯甲酸及其盐类、山梨酸及其钾盐、对羟基苯甲酸酯类等,如苯甲酸钠,

但其最适pH ≤ 4 ,在中性培养基中抑菌效果弱。因此阳性药选用对羟基苯甲酸酯类防腐剂,抗菌能力不仅比山梨酸和苯甲酸强,且抗菌作用受pH影响

不大,在 pH4 ~ 8 的范围内效果好。打孔法阳性药选择尼泊金乙酯,根据试验所需,对其设置不同的浓度梯度,得到抑菌的最佳质量浓度为 25.00 mg/mL,抑菌圈直径约为 20.00 mm。阳性药物抑菌圈过大,两个相邻的抑菌圈产生重合,从而影响测量的准确度,过小,则会影响测量时的准确性,增大误差^[20]

2.4 红葱不同极性提取物对 3 种食源性细菌的抑菌圈比较

红葱石油醚层质量浓度为 15.00、7.50、1.88 mg/mL,乙酸乙酯层、氯仿层、正丁醇层、乙醇层为 50.00、25.00、6.25 mg/mL,对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、沙门氏菌的抑菌圈大小见表 3,可见红葱各极性提取部位对 3 种细菌均有不同程度的抑制作用,对金黄色葡萄球菌的抑菌效果最强,各极性提取

物在最大浓度时,抑菌作用为极敏,其它浓度也表现为高敏或中敏的作用,并呈现一定的量效关系。对金黄色葡萄球菌抑菌作用强度由强到弱依次为石油醚层 > 氯仿层 > 乙醇层 > 乙酸乙酯层 > 正丁醇层,石油醚层的质量浓度为 7.50 mg/mL,对金黄色葡萄球菌已达 32.04 ± 0.13 mm,表现出很强的抑菌活性。在与阳性药尼泊金乙酯同浓度条件下,石油醚层、乙酸乙酯层、氯仿层、乙醇层的抑菌圈较尼泊金乙酯大,说明红葱各极性溶剂提取物对金黄色葡萄球菌的抑菌效果不亚于尼泊金乙酯。结果还显示,红葱各极性溶剂提取物对沙门氏菌的抑制作用较金黄色葡萄球菌弱,除了乙酸乙酯与乙醇萃取部位在最高浓度时表现为高敏,抑菌圈大小分别为 15.64 ± 0.73 mm、 20.14 ± 0.31 mm,其它浓度都为中敏。

表 3 红葱不同极性提取物对 3 种菌的抑菌圈 (mm, $\bar{x} \pm s$, $n = 3$)

Table 3 Result of antimicrobial diameters on 3 test bacterias of different polar fractions from eleutherine americana extract (mm, $\bar{x} \pm s$, $n = 3$)

样品名称 Sample description	样品浓度 Concentration (mg/mL)	抑菌圈平均直径 Average diameter of bacteriostatic circle		
		金黄色葡萄球菌 ATCC25923	大肠杆菌 ATCC 25922	沙门氏菌 ATCC 14028
石油醚层 Petroleum ether layer	15.00	31.83 ± 0.50^{Aa}	-	13.14 ± 0.53^c
	7.50	30.94 ± 0.28^{Aa}	-	11.71 ± 0.49^{Aa}
	1.88	27.99 ± 0.52^{Aa}	-	8.88 ± 0.46^{Bb}
乙酸乙酯层 Ethyl acetate layer	50.00	27.36 ± 0.55^{Bb}	10.9 ± 0.33^{Cc}	16.22 ± 0.55^{Bb}
	25.00	25.25 ± 0.45^{Bb}	8.97 ± 0.64^b	11.74 ± 0.52^{Aa}
	6.25	20.64 ± 0.20^{Cc}	-	11.05 ± 0.53^{Aa}
氯仿层 Chloroform layer	50.00	31.38 ± 0.27^{Aa}	14.23 ± 1.05^{Bb}	14.53 ± 0.29^{Ccb}
	25.00	29.31 ± 0.37^a	11.78 ± 0.40^{Aa}	11.82 ± 0.27^{Aa}
	6.25	24.89 ± 0.66^{Bb}	-	8.89 ± 0.56^{Bb}
正丁醇层 N-butyl layer	50.00	22.56 ± 1.07^{Cc}	11.68 ± 0.62^{Cc}	11.78 ± 0.28^{Ddc}
	25.00	20.30 ± 0.52^{Cc}	10.16 ± 0.18^{Bab}	11.7 ± 0.19^{Aa}
	6.25	13.35 ± 1.13^{Dd}	8.29 ± 0.48^{Aa}	11.46 ± 0.42^{Aa}
乙醇层 Ethanol layer	50.00	28.31 ± 0.92^{Bb}	15.88 ± 0.20^{Aa}	18.49 ± 0.42^{Aa}
	25.00	25.82 ± 0.44^{Bb}	10.99 ± 0.29^a	11.67 ± 0.48^{Aa}
	6.25	19.82 ± 0.36^{Cc}	-	11.67 ± 0.33^{Aa}
尼泊金乙酯 Ethylparaben	25.00	22.51 ± 0.33	23.40 ± 1.69	21.35 ± 0.38
DMSO	-	-	-	-

注:“-”表示未观察到抑菌圈,同浓度水平,同列不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$),不同大写字母代表差异极显著($P < 0.01$)。

Note:“-” means that the inhibition zone has not been observed. The difference is significant in the same level of different lowercase letters ($P < 0.05$). The difference between the different capitals is very significant ($P < 0.01$).

3 讨论与结论

鸢尾科植物红葱具有明显的体外抗菌活性,有

望开发成为安全有效的食品防腐剂,以减轻目前市面上使用的山梨酸钾、苯甲酸钠等人工防腐剂所带来的对人体的潜在风险。

植物有效成分的提取方法有浸渍法、回流提取、微波提取、超声提取、超临界流体萃取法等,溶剂选择也甚多,可根据需要分离的活性部位选择不同极性的溶剂。根据实验室前期研究获得红葱最佳提取工艺路线,因此本文采用60%乙醇为溶剂对红葱有效成分进行提取。再用石油醚、氯仿、乙酸乙酯、正丁醇等萃取,能较全面地考察红葱的生物活性好的有效部位。结合试管二倍稀释法与打孔法分别检测红葱提取物对几种常见食源性细菌的抑制效果。两种方法各有特点,前者主要用于定量检测MIC,结果灵敏,精确,但是操作繁琐。因此我们选择打孔法进一步研究红葱不同极性萃取部位抑菌活性,其优势在于:一是能保证药物浓度和扩散量,试管法往往在药物加入之后立即抑制细菌生长,打孔法是通过药物扩散的方式,抑制时间更持久;二是药物的渗透性强,能作用于培养基内部生长的细菌;三是打孔法操作简便,观察结果更具体直观。

红葱乙醇粗提液对大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌的MIC分别为62.50、31.25、3.91 mg/mL, MBC值分别为250.00、125.00、7.81 mg/mL,乙醇粗提取物对金黄色葡萄球菌的抑制及杀灭效果最好,对沙门氏菌的抑制及杀灭效果次之,对大肠杆菌的作用最弱。上述实验结果显示,红葱乙醇粗提取物及各极性溶剂提取物对金黄色葡萄球菌具有很强的抑制作用,此结果与Ifesan^[14]、曹云芸^[13]、Sarai-va^[21]等的报道相一致。根据其抑菌效果设置红葱不同极性提取部位的浓度梯度,用打孔法测定抑菌圈直径,得出最佳抑菌活性部位,旨在获得抑菌效果最佳的活性部位。据目前文献报道药敏试验一般分为极敏、高敏、中敏、低敏和耐药5个等级。但是关于中草药的抗菌等级划分,还没有统一标准,但可参照相应药物的标准,即抑菌圈直径 ≥ 18 mm为高度敏感,12~18 mm为中度敏感,7~12 mm为低度敏感,<7 mm为不敏感。抑菌圈实验显示,红葱各段不同极性提取物对大肠杆菌基本没有抑制作用,对沙门氏菌有一定的抑制作用,对金黄色葡萄球菌抑制最强,其效果优于尼泊金乙酯,且非极性溶剂提取成分抑制效果强于极性成分,最佳抑菌活性部位是石油醚层,石油醚层的质量浓度为7.50 mg/mL,对金黄色葡萄球菌已达 32.04 ± 0.13 mm,表现出很强的抑菌活性。目前分离鉴定的红葱活性成分主要是蒽醌、萘酚、萘醌类及衍生物,这些成分在非极性溶剂的溶解度较大,这可能是本实验非极性溶剂提取

物的抑菌效果较强的原因之一。此外,一些溶剂的提取物在低浓度时对沙门氏菌的抑菌圈直径比较接近,这可能是低浓度条件下,对沙门氏菌的抑制不显著,因而无明显的量效关系。大肠杆菌仅在红葱乙醇提取物浓度为50.00 mg/mL时,抑菌圈大小为 21.09 ± 1.69 mm,抑制作用较弱。

本研究证明了红葱对食源性细菌具有一定的抑制作用,为开发红葱植物抑菌剂广泛应用于食品、化妆品等领域提供了可能,也为今后进一步从红葱最佳抑菌活性部位中分离抑菌活性成分提供了理论依据。

参考文献

- 1 Kim YJ, Uyama H. Tyrosinase inhibitors from natural and synthetic sources: structure, inhibition mechanism and perspective for the futur[J]. *Cell Mol Life Sci*, 2005, 62:1707-1723.
- 2 Wang XY(王晓艺), Wang QH(王庆华), He Y(何云), et al. Study on the composition and biological activity of eleutherine americana[J]. *Asia Pac Trad Med*(亚太传统医药), 2015, 5(3):39-42.
- 3 The Editorial Committee of China Academy of Sciences Chinese flora(中国科学院中国植物志编辑委员会). Chinese flora(中国植物志)[M]. Beijing: Science Press, 1985:130.
- 4 Liu XJ(刘西京), Wang CY(汪程远), Wang N(王乃利), et al. Study on the effect of eluetherine americana extract on aortic rings of isolated rat aorta[J]. *China Phar*(中国药房), 2009, 20:1376-1378.
- 5 Sirirak T, Voravuthikunchai SP. Eleutherine americana: A candidate for the control of campylobacter species[J]. *Poultry sci*, 2011, 90:791-796.
- 6 Kusuma IW, Arung ET, Rosamah E, et al. Antidermatophyte and antimelanogenesis compound from eleutherine americana grown in Indonesia[J]. *J Nat Med*, 2010, 64:223-226.
- 7 Hara H, Maruyama N, Yamashita S, et al. Elecanacin, a novel new naphthoquinone from the bulb of eleutherine americana chemica[J]. *Pharm Bull*, 1997, 45:1714-1716.
- 8 Le MH, Do TTH, Phan VK, et al. Chemical constituents of the rhizome of eleutherine bulbosa and their inhibitory effect on the pro-inflammatory cytokines production in lipopolysaccharide-stimulated bone marrow-derived dendritic cells[J]. *B Kor Cheml Soc*, 2013, 34:633-636.
- 9 Huang JR(黄建蓉), Li MZ(李慕蓉), Chen YL(陈颖蕾), et al. Effect of medium pH value on the spectrum characteristic and stability of red pigments from eleutherine americana[J]. *Food Ind*(食品工业), 2017, 38(7):75-79.

- 10 Duan WJ(段文娟), Zhao W(赵伟), Li Y(李月), *et al.* Separation and purification of naphthoquinones from *eleutherine mericana* by high-speed counter-current chromatography [J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2016, 28: 1911-1914.
- 11 Li X, Ohtsuki T, Koyano T, *et al.* New Wnt/ β -Catenin Signaling Inhibitors Isolated from *eleutherine palmifolia* [J]. *Chem Asian J*, 2009, 4: 540-547.
- 12 Dai JJ(戴娇娇), Min QX(闵庆喜), Zhong CH(钟彩红), *et al.* The protective effect and antioxidation of *eleutherine americana* on acute gastric mucosal injury [J]. *Pharmacol Clin Chin Mater Clin Med* (中药药理与临床), 2013, 29(6): 89-91.
- 13 Ganzera M, Nischang I, Siegl C, *et al.* Application of MEKC and monolithic CEC for the analysis of bioactive naphthoquinones in *eleutherine americana* [J]. *Electrophoresis*, 2009, 30: 3757-3763.
- 14 Cao YY(曹芸芸), Wang L(王玲), Zhang T(张滔), *et al.* Study on antibacterial activity of small red garlic in dai medicine [J]. *J Yn Univer Chin Med* (云南中医学院学报), 2006, 29(8): 53-64.
- 15 Ifesan BOT, Ibrahim D, Voravuthikunchai SP. Antimicrobial activity of crude ethanolic extract from *eleutherine americana* [J]. *J Food Agric & Environ*, 2010, 8: 1233.
- 16 Pan J(潘俊), Zhang YZ(张焱珍), Li WY(李晚道), *et al.* Study on the active constituents of plant pathogens in *Eleutherine Americana* [J]. *South Ch J of Agri Sci* (西南农业学报), 2011, 24: 2246-2248.
- 17 Liu XJ(刘西京). Chemical constituents of *eleutherine americana* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2012, 43: 223-225.
- 18 Qin P(秦鹏), Ye DY(冶冬阳), Li LY(李林育). Differential distribution of eNOS in epididymis tissues of plateau adult tibetan sheep and small-tail han sheep [J]. *Prog Vet Med* (动物医学进展), 2017, 38(11): 65-70.
- 19 Wen Q(闻庆), Pang YX(庞玉新), Hu X(胡璇), *et al.* Study on antibacterial activity of extracts from residues of *Blumea balsamifera* (L.) DC. *in vitro* [J]. *J Guangdong Pharm Univ* (广东药学院学报), 2015, 31: 713-716.
- 20 Liu M(刘咪), Zhang SW(张伟松), He CA(何财安), *et al.* The inhibitory effect of grape skin anthocyanin on several common foodborne pathogens [J]. *J Chin Inst Food Sci Tech* (中国食品学报), 2014, 14(11): 70-75.
- 21 Surasak L, Supayang PV. Anti-streptococcus pyogenes activity of selected medicinal plant extracts used in thai traditional medicine [J]. *Trop J Pharm Res*, 2013, 12: 535-540.

《天然产物研究与开发》青年编委会

青年编委(以姓氏笔划为序)

Members

丁克	王红兵	戈惠明	尹文兵	尹胜	吕兆林
DING Ke	WANG Hongbing	GE Huiming	YIN Wenbing	YIN Sheng	LV Zhaolin
伍婉卿	刘相国	孙昊鹏	孙桂波	孙黔云	李芸霞
WU Wanqing	LIU Xiangguo	SUN Haopeng	SUN Guibo	SUN Qianyun	LI Yunxia
李良成	李国友	邱莉	汪海波	沐万孟	张炳火
LI Liangcheng	LI Guoyou	QIU Li	WANG Haibo	MU Wanmeng	ZHANG Binghuo
陈益华	林茂祥	林昌俊	欧阳杰	易华西	罗应刚
CHEN Yihua	LIN Maoxiang	LIN Changjun	OU Yangjie	YI Huaxi	LUO Yinggang
周文	胡友财	袁涛	夏永刚	高慧敏	唐金山
ZHOU Wen	HU Youcai	YUAN Tao	XIA Yonggang	GAO Huimin	TANG Jinshan
黄胜雄	韩淑燕	蓝蔚青	廖晨钟	潘卫东	薛永波
HUANG Shengxiong	HAN Shuyan	LAN Weiqing	LIAO Chenzhong	PAN Weidong	XUE Yongbo