

荸荠产粉废浆中功能组分及其功能效果的初步研究

刘欣, 赵力超, 周爱梅
(华南农业大学食品学院, 广东 广州 510640)

摘 要: 以马蹄粉厂产粉废浆为原料, 提取、分离、纯化了一种功能组分, 并对其组成成分、化学结构分析以及功能活性测定。实验首先采用溶剂从产粉废浆中粗制功能组分, 然后采用层析法对功能组分进行分离纯化, 进而用气相色谱和质谱联用测定分析其结构, 并采用抑菌谱检测、小鼠体内抗菌试验以及小鼠耳二甲苯致炎法、小鼠蛋清致炎法和小鼠醋酸扭体法等方法对其功能活性进行测定。实验结果显示马蹄产粉废浆中的主要功能成分为 24-乙基- Δ^7 -胆甾醇, 该成分有显著的体外和体内抗菌能力, 且有明显的消炎作用及对疼痛的抑制作用。

关键词: 荸荠; 产粉废浆; 功能组分; 功能效果

Preliminary Study on Functional Component and Functional Activities of Waste Slurry Derived in Processing Water Chestnut Starch

LIU Xin, ZHAO Li-chao, ZHOU Ai-mei
(College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In this paper the waste slurry produced in the production of water chestnut starch was used as raw material to extract, separate and purify a kind of functional compound. Its main components, chemical constitution and functional activities were then analyzed. Solvents were first used to prepare crude functional compounds followed by separation and purification with chromatography to get pure functional compound. Then GC-MS (gas chromatography-mass spectrum) was used to analyze its chemical constitution. Finally, its curative effects were assayed by checking antimicrobial spectrum, antibiotic effects in mice by swelling ears of mice induced by xylene, by swelling hind paws of rats induced by egg white and by writhing test in mice. The results showed that the functional compound extracted from the waste slurry was 24-ethylcholesta- Δ^7 -cholesterol. It had obvious antimicrobial effects on bacteria *in vivo* and *in vitro*, and had inhibited many kinds of inflammation. Also it showed visible activities on easing pain caused by acetic acid.

Key words: chufa; waster slurry; functional component; functional activities

中图分类号: R284.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)02-0251-06

荸荠(*Helocharis tuberosa* Schulut)属莎草科多年生水生草本植物, 古称鳧茨, 又称乌芋、马蹄、地栗, 是我国典型的传统中药, 具有药膳同源之功效, 不光其质脆味佳, 营养丰富, 而且能清心降火、补肺凉肝、消食化痰、破积滞、利脓血等。《中药大辞典》上记载荸荠中含有抑菌成分——马蹄英, 该物质对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌及产气杆菌均有抑制作用。最新研究成果也表明, 荸荠皮中含有一种抗菌物质, 对细菌的最低抑菌浓度(MIC)为 0.3%, 对多数真菌的最低抑

菌浓度为 1.25%, 且稳定性良好^[1]。还有报道发现荸荠的各种制剂在动物体内均有抑制肿瘤细胞的作用^[2]。

我国作为荸荠生产大国, 长期以来仅限于马蹄淀粉、饮料、罐头的生产, 而产粉废浆、废渣往往弃去, 处理不好还会造成环境污染。如果能够通过研究废料中的功能成份, 并将其加以利用, 生产出一种新的天然防腐、抗菌剂或作为保健食品功能因子添加到食品中, 对减少环境污染、增加产品附加值将具有不可估量的意义。

收稿日期: 2005-04-13

基金项目: 广东省科技厅社会发展攻关项目(A30305)

作者简介: 刘欣(1958-), 女, 副教授, 研究方向为食品化学。

本文首次以马蹄粉厂产粉废浆为原料,提取、分离、纯化了一种功能组分,并用气相色谱和质谱联用方法初步鉴定其主要成份为24-乙基- Δ^7 -胆甾醇;首次通过体内、体外抗菌试验、小鼠耳二甲苯致炎法、小鼠耳蛋清致炎法和小鼠醋酸扭体法等,检测该功能组分的抑菌、消炎、镇痛功效。24-乙基- Δ^7 -胆甾醇在荸荠中首次被鉴定出具有功能活性。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

荸荠废浆取自马蹄粉厂产粉废液池;营养琼脂培养基,试剂(均为国产分析纯)。

供实验菌种:枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)、金色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、大肠杆菌(*Escherichia coli*)、沙门氏菌(*Salmonella* sp.),均由华南农业大学食品微生物教研室提供。

实验动物:清洁级昆明种小鼠,体重 20 ± 2 g;清洁级SD大鼠,体重 180 ± 10 g,均由广东省医学实验动物中心提供,合格证号:2003A013。

HP6890/5973型GC/MS联用仪(美国),P13203-N十万分之一电子天平。

1.2 功能组分的提取、纯化、鉴定流程

1.2.1 流程图

荸荠废浆功能组分的提取、纯化、鉴定流程见图1。

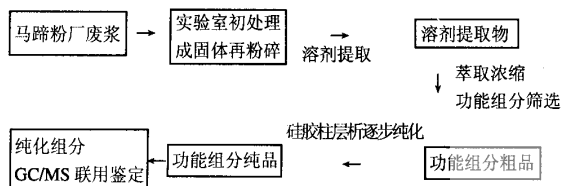


图1 提取纯化鉴定流程图

Fig.1 Flow chart of abstraction, purification and identification

1.2.2 流程要点

1.2.2.1 马蹄粉厂产粉废浆的产生过程 马蹄→清洗→打浆→渣浆分离→大量清水冲洗废渣并与浆液合并→浆体静置使得淀粉充分沉淀→淀粉由工厂收集,其余液态物质排出(产粉废液)→废液自然沉降1~2d,取其底部的浆状物。

1.2.2.2 荸荠废浆实验室初处理工艺 将浆状物用离心机(5000r/min)离心处理10~15min至浆状物分层明显,去上清液层及下层淀粉层。将中间层部分于50~55℃中干燥成块,用电动植物粉碎机进行粉碎,通过60目筛,0℃密封保存备用。

1.2.2.3 溶剂萃取 用乙醇反复浸泡提取处理物后,加水于乙醇提取物中,搅拌制成悬浮液。然后依次用极

性从小到大的石油醚、乙酸乙酯、正丁醇三种有机溶剂通过两相萃取分部,分多次萃取至悬浮液无色。得到四个部分,石油醚部分、乙酸乙酯部分、正丁醇部分和水部分。各部分再次除去有机试剂得到各部分提取物。

1.2.2.4 功能组分筛选 通过滤纸片法和生物自显影法筛选出有功能作用的部分进行过柱纯化,并且通过生物自显影方法,可以得知功能因子大概的比移值(R_f),为过柱后的有功能活性的流分的筛选提供依据。

1.2.2.5 硅胶柱层析逐步纯化 对乙酸乙酯萃取物进行200~300目硅胶柱层析。将前处理好的萃取物-硅胶混合粉用石油醚分散,缓慢、均匀的加到制备好的层析柱内。以石油醚-乙酸乙酯混合体系来洗脱。收集流份,以氯仿-甲醇(8.5:1.5)为展开剂,以碘为显色剂,对各流份在硅胶薄层板(TLC)的展开点进行比较,合并比移值(R_f)相同的流份。通过抑菌圈和生物自显影的方法选出有功能活性的合并流份,于低于50℃,0.01MPa蒸馏除去有机溶剂,得到的固体物质进行下一次柱层析分离。将过柱得到的含有活性因子的合并流份进行下一次过柱,通过固体物质含量来确定柱子的大小。过柱方法同上,改用氯仿-甲醇混合体系来洗脱。继续通过抑菌圈和生物自显影方法检验分离。经过多次柱层析,直至分出在硅胶板上只为一个活性斑点的物质。通过不同的展开剂体系展开,均只有一个斑点。将此物质于低于50℃,0.01MPa蒸馏除去有机溶剂,0℃密封保存。

1.3 动物实验剂量选择

经预实验,设定动物实验的高、低剂量分别为6、3g/kg。同时设定正常对照组和阿司匹林对照组。经口服给与受试物,每日灌喂一次,灌喂量为1ml,正常对照组给与等量的白水,阿司匹林的剂量为0.2g/kg。荸荠功能组分难溶于水,通过添加1%CMC-Na做成均匀的混悬液。

1.4 功能组分的抑菌作用测定方法

功能因子的体外抑菌试验——滤纸片法,参考张文治、程丽娟的方法^[3,4]。以抑菌圈直径大小(mm)为抑菌能力指标。

功能因子的体内抗菌试验,参考陈叔云的方法^[5]。选取健康小鼠30只,随机分为3组。采用金黄葡萄球菌,静脉注射0.2ml,同时灌胃给予高剂量组(H),低剂量组(L),连续给药观察记录7d。

1.5 功能组分的消炎作用测定方法

1.5.1 对二甲苯致小鼠耳廓肿胀的抑制作用实验

参考陈叔云的方法^[5]。选取健康小鼠40只,随机分为4组:高剂量组、低剂量组、生理盐水对照组、阿司匹林对照组。各组每日灌药1次,连续1w,于末次给药后1h每鼠耳涂二甲苯。致炎后1h测肿胀度。用

t- 检验比较各族之间的差异性。

1.5.2 对蛋清所致大鼠足跖肿胀的影响

参考陈叔云的方法^[5]。选取大鼠 40 只, 随机均分 4 组: 高剂量组、低剂量组、生理盐水对照组、阿司匹林对照组。各组每日灌药 1 次, 连续 7d, 于末次给药后 1h 各组注射蛋清 0.05(ml/ 只)致炎。测大鼠右后足跖的周长, 计算肿胀率, 并与对照组比较差异的显著性。

1.5.3 镇痛作用

采用小鼠醋酸扭体法^[6]。选取小鼠 40 只随机分为 4 组: 高剂量组、低剂量组、生理盐水对照组、阿司匹林对照组。各组每日灌药 1 次, 连续 7d, 于末次给药后 30min 注射醋酸溶液。观察 15min 内各组小鼠出现的扭体反应次数, 记录。

2 结果与分析

2.1 过柱后的功能部分

通过多次柱层析纯化, 抑菌圈法和生物自显影法跟踪筛选。最后得到一功能组分, 其具有良好的抑菌效果。组分经氯仿-甲醇以 8.5:1.5 的混合体系展开, 为一个斑点。通过不同的展开剂体系跑板, 均只有一个斑点。将此物质于低于 50℃, 0.01MPa 蒸馏除去有机溶剂, 得到一淡黄棕色固体物质, 0℃密封保存。

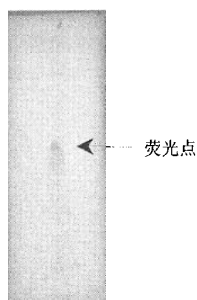


图2 功能组分的硅胶板层析图

Fig. 2 Silica gel plate chromatogram of functional component

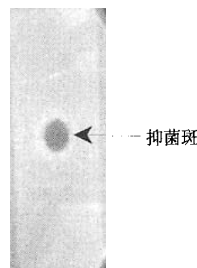


图3 功能组分的生物自显影图

Fig. 3 Bioautography picture of functional component

功能组分的硅胶板层析图(荧光 254nm 下拍摄)和生物自显影图分别见图 2 和图 3, 从图中我们可以看出, 层析图上的斑点和生物自显影抑菌斑是相对应的, 说明该组分含有功能因子。

2.2 功能组分结构初探

纯化功能组分的 GC 图谱如图 4 所示, 图中的三个主要峰分别产生在 54.222、44.070 和 36.802min。三个峰的质谱图见图 5~8, 经谱库鉴定, 可能化合物分别为: 24-乙基- Δ^7 -胆甾醇、24-乙基-胆甾醇、24-乙基- $\Delta^5, 22$ -胆甾二烯醇, 匹配度均在 99% 以上。结构式分别见图 8~10。由于没有通过制备色谱进一步纯化该功能组分, 所以该图谱背景有不少杂峰, 但不影响试验结果。

谱库检索可快速地获得各峰的结构, 检索结果按匹配度的高低排列。但由于有的组分含量极低, 信噪比低, 背景的干扰影响了谱库检索的正确性。此外, 谱库的容量有限, 不可能包含所有化合物信息, 因此, 在未来的研究工作中将采用核磁共振波谱、紫外光谱、红外光谱对结果进行验证。

本研究首次从马蹄废液中分离出甾醇类化合物。植物甾醇(Phytosterol or Plant Sterol)是植物中的一种活性成分, 它不仅可直接用于消炎、降血脂、抗溃疡和防治癌症, 而且是当前世界甾体药物迫切需要的重要药源。江南紫金牛(日月红)(*Ardisa faberi Hemsl*)为紫金牛科紫金牛属植物, 全草入药, 具有活血化淤、消炎止痛、止咳祛痰等功效, 从中分离出 24-乙基- $\Delta^7, 22$ -胆甾二烯醇, $C_{29}H_{48}O$, mp160~162℃, 结构式见图 11。功能组分 BQ 与该化合物的结构、功能都相似。

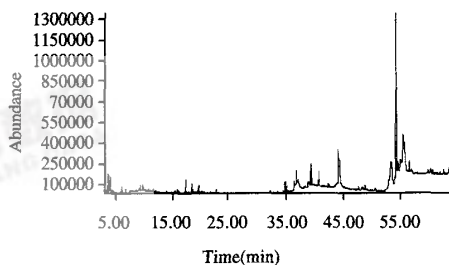


图4 功能组分的气相色谱图

Fig. 4 Gas chromatogram of functional compound

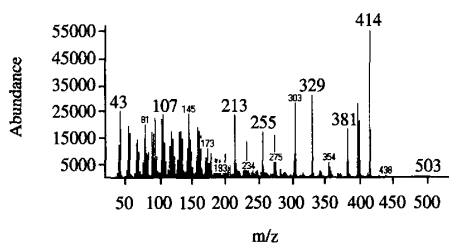


图5 24-乙基- Δ^7 -胆甾醇质谱图

Fig. 5 Mass spectrum of 24-ethylcholesta- Δ^7 -cholesterol

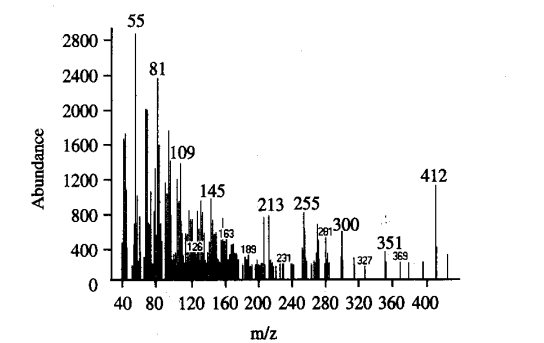


图6 24-乙基- $\Delta^{5,22}$ -胆甾二烯醇质谱图
Fig.6 Mass spectrum of 24-ethylcholesta- $\Delta^{5,22}$ -cholestadienol

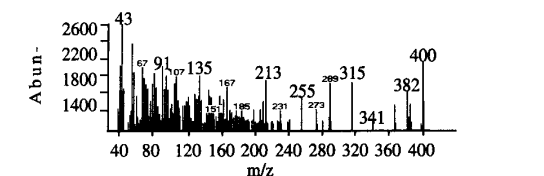


图7 24-乙基-胆甾醇质谱图
Fig.7 Mass spectrum of 24-ethylcholesta- cholesterol

2.3 荸荠功能因子的抑菌作用

荸荠功能组分体外抑菌实验结果如表1所示。从表中可见,30%浓度的功能组分提取液对细菌如金黄色葡萄球菌、枯草杆菌、大肠杆菌和沙门氏菌的抑菌能力较为显著,对金黄色葡萄球菌的抑菌圈高达11.8±0.3mm,比较而言,功能组分提取液对酵母菌如假丝酵母、啤酒酵母则作用较小,对霉菌抑菌活性不大。上述结果与《中药大辞典》中记载的“马蹄英”的抑菌效果类似,马蹄英,对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌及产气杆菌均有抑制作用。所以,初步推断本实验提纯的功能组分为“马蹄英”的主要作用成分。

实验所用的菌株包括细菌、霉菌、酵母,菌种具有一定的代表性,均为水果、果汁、饮料、罐头、水及农产品中常见的腐败菌。功能组分又是从天然植物荸荠的产粉废料中所得,无化学防腐剂的毒副作用,用来制作食品防腐剂是非常适宜的。

因为荸荠具有清咽利嗓的功效,动物体内抗菌实验

表1 荸荠功能组分对食品有害菌的抑菌状况
Table 1 Bacteriostatic state of chufa functional component to harmful bacteria to food

实验菌种	抑菌圈(mm)	实验菌种	抑菌圈(mm)
金球菌	11.8±0.3	啤酒酵母	6.0±0.2
沙门氏菌	10.8±0.8	假丝酵母	—
枯草杆菌	10.7±0.7	黑曲霉	—
大肠杆菌	11±0.5	米曲霉	—

注: — 表示没有抑菌性。

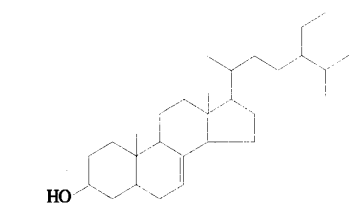


图8 24-乙基- Δ^7 -胆甾醇
Fig.8 24-ethylcholesta- Δ^7 -cholesterol

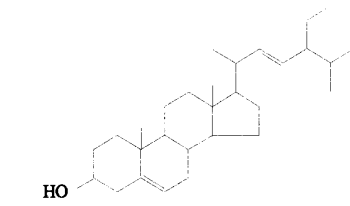


图9 24-乙基- $\Delta^{5,22}$ -胆甾二烯醇
Fig.9 24-ethylcholesta- $\Delta^{5,22}$ -cholestadienol

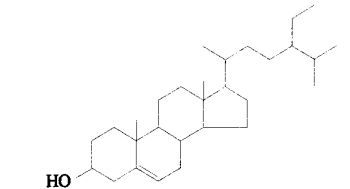


图10 24-乙基-胆甾醇
Fig.10 24-ethylcholesta- cholesterol

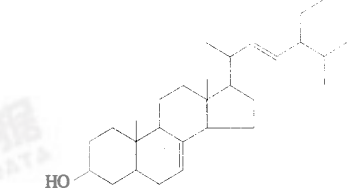


图11 24-乙基- $\Delta^{7,22}$ -胆甾二烯醇
Fig.11 24-ethylcholesta- $\Delta^{7,22}$ -cholestadienol

选择与咽炎有关的金黄葡萄球菌作为致病菌。体内抗菌实验结果见表2,经口服给与荸荠功能组分7d后,与对照组相比,低、高剂量的功能组分均能不同程度的提高静脉感染金黄色葡萄球菌小鼠的存活率并延长生存时

表2 功能因子对金黄色葡萄球菌的体内抑制作用
Table 2 Inhibitory action of functional component to staphylococcus aureus in vivo

组别	剂量(g/kg)	动物数(只)	不同时间死亡只数							死亡率(%)
			1d	2d	3d	4d	5d	6d	7d	
对照组	0	10	5	3	2					100
H	6.0	10	3	1	0	1	1			60
L	3.0	10	4	2	2	1				90

间。高、低剂量组分别将小鼠死亡率降低到60%、90%。高剂量能使一半以上的小鼠存活,效果显著。

2.4 荸荠功能因子的消炎镇痛作用

对二甲苯致小鼠耳廓肿胀的抑制作用实验结果见表3,由表可见,经口服给与荸荠功能组分7d后,与对照组相比,低、高剂量的功能组分分别降低二甲苯致小鼠耳廓肿胀厚度的48.13%和31.56%。经t-检验低、高剂量组与对照组相比均有非常显著性意义($p < 0.01$)。与阿司匹林组对比,高剂量组差异则无显著性意义($p > 0.05$)。结果显示:荸荠功能因子能显著抑制二甲苯对小鼠耳的致炎作用,且具有较明显的量效关系,抗炎作用与阿司匹林相似。

表3 功能因子对二甲苯致小鼠耳廓肿胀的抑制作用($\bar{x} \pm SD$)
Table 3 Inhibitory action of functional compound to swelling ears of mice induced by xylene($\bar{x} \pm SD$)

组别	剂量 (g/kg bw)	n (只)	耳廓增加重量 (耳肿胀度)(mg)	抑制率 (%)
生理盐水	—	10	8.27 ± 1.12	—
H	6.0	10	2.61 ± 0.82** Δ	68.44
L	3.0	10	3.98 ± 1.54** $\Delta\Delta$	51.87
阿司匹林	0.2	10	2.71 ± 0.92**	67.23

注:与生理盐水组相比:** $p < 0.01$;与阿司匹林组比: Δ , $p > 0.05$, $\Delta\Delta$, $p > 0.01$ 。

对蛋清所致大鼠足跖肿胀的影响实验结果见表4。由表可见,经口服给与荸荠功能组分7d后,与对照组相比,低、高剂量的功能组分均能在一段时间内有效抑制大鼠足跖肿胀。在4h的监测过程中,高剂量组对空白组一直表现出有非常显著性意义($p < 0.01$),与阿司匹林组相比,差异则无显著性意义($p > 0.05$ 或 $p > 0.01$)。

实验性炎症模型种类繁多,但均属非特异性。主要根据炎症过程发展的三个不同时期而设计的,基本可归纳为三个方面:(1)以增加血管通透性为主要改变的各种急性炎症模型(如测定血浆蛋白渗出量、肿胀度等);(2)以白细胞游走为主要特征的炎症模型;(3)以肉芽组织增生为特征的各种慢性炎症模型。实验选用抑制炎症肿胀实验对功能因子的消炎特性进行初步研究。对二甲苯致小鼠耳廓肿胀的抑制作用实验及对蛋清所致大鼠足跖

肿胀的影响实验均表明功能因子对炎症肿胀有显著的抑制作用,消炎作用明显。其抗炎作用机制有待于进一步研究。

镇痛作用实验结果见表5,由表5可见,经口服给与荸荠功能组分7d后,与对照组相比,低、高剂量的功能组分均有较为明显的镇痛作用,能够不同程度的减少小鼠扭体次数,镇痛率分别为43.89%和11.97%。

表5 功能因子的镇痛作用(扭体法)($\bar{x} \pm SD$)
Table 5 Abirritation of functional component (writhing test) ($\bar{x} \pm SD$)

组别	剂量 (g/kg bw)	n (只)	15min内扭体的次数 (次)	镇痛率 (%)
生理盐水	—	10	40.10 ± 6.45	—
H	6.0	10	22.50 ± 4.10**	43.89
L	3.0	10	35.30 ± 5.55*	11.97
阿司匹林	0.2	10	11.20 ± 3.52**	72.07

注:与生理盐水组相比:** $p < 0.01$,* $p < 0.05$ 。

植物甾醇的抗炎作用是较早被发现的功能之一。它有类似于氢化可的松的消炎作用和类似于阿司匹林的解热镇痛作用,因此可用来作为抗炎镇痛药物。从中国南沙群岛附近海域的唇软珊瑚中分离得到的化合物三羟基甾醇,能明显抑制二甲苯致小鼠耳肿胀,对鸡蛋清致大鼠足跖肿胀、棉球肉芽肿增生和毛细血管通透性增加及大鼠急性胸膜炎均有明显的抑制作用^[7]。牛奶菜属植物毛茛蓼(*M.sinensis*)注射液对毒蛇咬伤治愈率达94%,并有较好的镇痛消炎功效。本试验从荸荠废浆中分离的功能组分经验证也有此类功效。

3 结 论

研究结果表明,马蹄产粉废浆中提取分离的荸荠功能组分BQ对所选的细菌均有较好的抑制能力,对所选酵母的抑制能力低于细菌,但是还是高于所选霉菌。实验选用抑制炎症肿胀实验对功能因子的消炎特性进行初步研究。对二甲苯致小鼠耳廓肿胀的抑制作用实验及对蛋清所致大鼠足跖肿胀的影响实验均表明功能因子对炎症肿胀有显著的抑制作用,消炎作用明显。通过醋酸扭体法观察其镇痛效果也有显著的抑制作用。

表4 功能因子对蛋清所致大鼠足跖肿胀的影响($\bar{x} \pm SD$)
Table 4 Infection of functional component to swelling hind paws of rat induced by egg white($\bar{x} \pm SD$)

组别	剂量 (g/kg)	n (只)	肿胀度(%)			
			1h	2h	3h	4h
生理盐水	—	10	22.23 ± 5.02	34.50 ± 4.40	42.29 ± 4.60	41.94 ± 5.49
H	6.0	10	16.46 ± 3.56** Δ	24.78 ± 5.83** $\Delta\Delta$	30.06 ± 5.90** $\Delta\Delta$	32.63 ± 4.28* Δ
L	3.0	10	19.18 ± 2.64 $\Delta\Delta$	29.83 ± 3.81* $\Delta\Delta$	37.40 ± 2.91* $\Delta\Delta\Delta$	36.75 ± 2.31* $\Delta\Delta$
阿司匹林	0.2	10	14.87 ± 4.03**	23.62 ± 5.67**	28.50 ± 4.77**	31.89 ± 4.02**

注:与生理盐水组相比:** $p < 0.01$,* $p < 0.05$;与阿司匹林组相比: Δ , $p > 0.05$, $\Delta\Delta$, $p > 0.01$, $\Delta\Delta\Delta$, $p < 0.01$ 。

薯蓣黄酮的抗疲劳作用研究

洪雪娥, 高荫榆*, 罗丽萍, 夏冬华
(南昌大学生命科学学院, 江西 南昌 330047)

摘 要: 研究薯蓣黄酮(FSPV)的抗疲劳作用。将 FSPV 分为高、中、低 3 个剂量组给小白鼠灌胃, 并以 0.9% 生理盐水为对照。10d 后记录小白鼠负重游泳时间, 并用试剂盒测定血尿素氮(BUN)含量、血清乳酸脱氢酶(LDH)活力以及肝糖元、肌糖元含量等与疲劳有关的生理指标。研究结果表明, 3 个剂量的 FSPV 均能延长小白鼠的游泳时间, 降低运动后 BUN 的增量, 提高血清 LDH 活力, 也显著增加肝糖元和肌糖元的储备量。FSPV 有抗疲劳作用, 且中剂量(200mg/kg bw · d) FSPV 抗疲劳效果最佳。

关键词: 薯蓣; 黄酮; 抗疲劳

Studies on Mice Antifatigue Effect of Flavonoids from Sweet Potato Vines

HONG Xue-e, GAO Yin-yu*, LUO Li-ping, XIA Dong-hua
(College of Life Science, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

Abstract: To study the antifatigue effect of flavonoids from sweet potato vines(FSPV), three doses (100, 200 and 400mg/kg bw · d) of FSPV respectively with 0.9% sodium chloride solution as control were fed to mice by instil-gavage. After 10 days, the swimming time was determined by stopwatch, and the fatigue indexes, such as blood urea nitrogen(BUN), serum lactic dehydrogenase(LDH) and liver and muscle glycogen, were assayed respectively by reagent boxes. The results showed that FSPV could prolong the swimming time and meanwhile had remarkable effects on increasing the serum LDH activity and the reserves of liver and muscle glycogen, and also decreasing increment of BUN after exercise. Finally, it was found that FSPV had obvious antifatigue effect and the medium dose of FSPV (200mg/kg bw · d) was optimum.

Key words: sweet potato vines; flavonoids from sweet potato vines(FSPV); antifatigue

中图分类号: O623.54

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)02-0256-03

收稿日期: 2005-07-29

* 通讯作者

基金项目: 江西省科技厅农业重大项目(20041A0500103)

作者简介: 洪雪娥(1979-), 女, 硕士研究生, 研究方向为食物资源开发与利用。

荸荠有着众多的功能效果, 如清热、生津、开胃、消食、化痰、润燥、明目、清音、醒酒等功效。本实验仅针对其抑菌消炎镇痛的功能效果对提纯的功能组分进行了验证。其他方面的功效有待于进一步验证是由此功能因子产生, 还是另有其他功能因子。荸荠是一味良药, 如能针对其众多有效的功能因子深入的研究下去, 将会有更广阔的前景。

参考文献:

[1] 曾莹, 姚晓玲, 夏服宝. 荸荠皮提取物的抗菌性及其应用研究[J]. 食

品工业科技, 2003, 24(11): 17-20.

- [2] 盛继群. 孝感荸荠种质资源及应用价值[J]. 氨基酸和生物资源, 2002, 24(3): 11-13.
- [3] 张文治. 实用食品微生物学[M]. 北京: 轻工业出版社, 1991. 198-201.
- [4] 程丽娟, 唐明, 袁静, 等. 生物学实验技术[M]. 北京: 科学技术出版社, 1993. 56-57.
- [5] 徐叔云, 卞如瀛, 陈修. 药理实验方法学(第二版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991. 1134-1135.
- [6] 陈奇. 中药药理研究方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1994. 974-975.
- [7] 许实波. 海洋三羟基甾醇抗炎作用的研究[J]. 药理实验与临床观察, 1997, 28(7): 410-413.