

竹提取物的化学成分及其利用研究进展

岳永德¹, 操海群², 汤 锋²

(1. 国际竹藤网络中心, 北京 100102;

2. 安徽省农产品安全重点实验室, 安徽农业大学资源与环境学院, 合肥 230036)

摘 要:近年来,竹类资源的研究和利用在国内外十分活跃。本文综述了竹提取物中的主要化学成分,包括竹叶黄酮、多糖、氨基酸、挥发性成分等的种类和含量研究进展,总结了竹提取物的抗氧化活性等生理功能,重点论述了竹提取物的防腐抗菌作用、控制害虫作用等生物活性。提出了今后竹子化学研究的重点领域。

关键词:竹子;化学成分;生物活性;生理功能;利用

中图分类号: S795.08

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2007)03-0328-06

Advance in bamboo chemical ingredients and its utilizations

YUE Yong-de¹, CAO Hai-qun², TANG Feng²

(1. International Center for Bamboo & Rattan, Beijing 100102; 2. Key Laboratory for Agri-food Safety of Anhui Province, School of Resources & Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: The recent development in renewable natural resource and a viable replacement for wood have led to a growing activity in bamboo resource utilizations. This paper intends to give an overview of recent progress in bamboo chemistry, the bioactivity and potential applications of bamboo ingredients, with the aim of drawing attention to useful information and enhancing interest in this practically unexplored but promising field.

Key words: bamboo; ingredients; bioactivity; medicinal function; utilization

竹子是多年生常绿植物,具有分布广、速生丰产、再生能力强、用途广泛等特点。近年来,竹类资源的研究和利用在国内外十分活跃。由于竹子有着复杂的次生代谢过程,在其生命活动中产生了许多生理活性成分,因此,在传统的竹材利用领域之外,人们开始关注对竹提取物化学成分及其生物活性和生理功能的研究。本文着重论述竹提取物主要化学成分、竹提取物的抗氧化活性等生理功能以及其对植物病虫的生物活性等热点问题,探讨了今后竹子化学研究的重点领域。

1 竹提取物的化学成分

竹叶在中国具有悠久的药食两用历史,但是,对

竹子提取物化学成分的研究却起步较晚。20世纪50年代, Shimano 利用纸色谱等手段检测出淡竹 (*Lophatherum gracile* Brongn.) 叶中含有木犀草素类黄酮成分^[1],其后 Ohmoto 等从淡竹叶中分离出声竹素 (azundoin)、印白茅素 (cyindrin)、蒲公英赛醇 (taraxerol)、无羁萜 (riedelin) 等三萜类化合物^[1]。目前已报道的竹提取物的化学成分包括黄酮及其苷类、活性多糖类、特种氨基酸及其肽类、芳香成分以及锰、锌、硒等多种微量元素。

1.1 黄酮

黄酮 (flavonoids) 是具有 2-苯基色原酮结构的化合物的总称,在植物中普遍存在。竹提取物中发现的黄酮类化合物主要是黄酮苷,以在 6、8 位的碳

收稿日期: 2007-05-09

基金项目: 国家科技支撑计划 (2006BAD19B08) 资助。

作者简介: 岳永德 (1952 -), 男, 教授, 博士生导师。E-mail: yueyd@icbr.ac.cn

苷黄酮为主,如荭草苷(orientin)、异荭草苷(homorientin)、牡荭苷(vitexin)和异牡荭苷(isovitexin)等^[2]。也有在3位的氧苷黄酮醇,如槲皮素-3-O-芸香糖苷(quercetin-3-O-rutinoside)、槲皮素-3-O-葡萄糖苷(quercetin-3-O-glucoside)和鼠李素-3-O-芸香糖苷(rhamnetin-3-O-rutinoside)等^[3]。

肖贻崧等利用液相色谱-质谱联用技术分析了苦竹(*Pleioblastus amarus*)叶中黄酮类化合物,发现苦竹叶中的黄酮类化合物主要为3位芸香糖基和6位葡萄糖基的黄酮醇甙类^[4]。王红兵等从苦竹叶95%醇浸膏的氯仿和乙酸乙酯部分中共获得8个化合物,鉴定为甘草查耳酮A、伞形花内酯、松柏醇、木栓酮、胡萝卜、谷甾醇、邻羟基苯甲醛和香豆酸^[5]。

陈泉等用溶剂萃取及多次柱色谱分离,从淡竹叶中分离得到11个化合物,经鉴定,其中包括牡荭素(vitexin)、苜蓿素(tricin)、香豆酸(p-coumaric acid)、4-羟基-3,5-二甲氧基苯甲醛(4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzaldehyde)、5,4-二羟基-3,5-二甲氧基-7- β -D-葡萄糖氧基黄酮(5,4-dihydroxy-3,5-dimethoxy-7- β -D-glucosyloxy-flavone)、香草酸(vanillic acid)等黄酮类化合物^[6,7]。

竹叶、竹皮等部位均含有丰富的黄酮类化合物,竹提取物中总黄酮含量平均在2%左右。毛竹(*Phyllostachys edulis*)、苦竹叶粗提物中总黄酮含量为7.85%、13.22%^[8],紫竹(*Phyllostachys nigra*)叶的全年平均黄酮含量大约为银杏叶的2/3^[9]。

李洪玉等用HPLC法分析测定了桂竹(*Phyllostachys bambusoides*)等不同来源竹叶中荭草苷、异荭草苷和异牡荭苷的含量,发现含量最高的是紫竹(0.89%),其次为高节竹(*Phyllostachys promiensis*)(0.29%)、金毛竹(*Phyllostachys nigra* var. *Henonis*)(0.12%)、红壳竹(*Phyllostachys iridescens*)(0.19%)、毛竹(0.16%)、斑竹(*Phyllostachys bambusoides* Sieb)(0.16%),较低的是桂竹(0.08%)和早园竹(*Phyllostachys propinqua*)(0.07%)^[10]。

1.2 多糖

竹提取物中含有多糖成分,从箬竹热水提取物中分离得到了由木糖、阿拉伯糖和半乳糖组成的活性多糖^[11];从毛竹叶中提取得到了一种中等分子量的酸性杂多糖,主要由鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖和半乳糖等6种单糖组成^[12,13]。

毛燕等报道,石竹(*Phyllostachys nuda*)、淡竹、金竹(*Phyllostachys parvifolia*)、白哺鸡竹(*Phyllostachys dulcis*)、红壳竹、芽竹(*Phyllostachys*

robuseram ea)、甜竹(*Phyllostachys flexosa*)、毛竹、斑竹等9种竹叶中总糖含量为22.48%~27.62%,水溶性糖含量为8.41%~14.46%,多糖为10.48%~17.71%。总糖含量、多糖含量最高为甜竹叶,水溶性糖含量最高为红壳竹叶^[14]。

1.3 特种氨基酸

据周兆祥报道,竹叶中含有16种氨基酸,其中包括苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸等7种必需氨基酸^[15]。在竹提取物中含有相当量的羟基赖氨酸,即羟基赖氨酸(-OH-Lys),主要以游离单体和小肽的形式存在。桂竹和毛竹叶中羟基赖氨酸的含量分别占干叶氨基酸总量的1.33%和1.40%^[16]。

1.4 挥发性成分

竹叶中挥发性物质的主要成分为醛、羧酸、酚及醇等类化合物。张英等用SDE和大孔树脂顶空吸附法、毛细管气相色谱/质谱技术(CGC/MS)研究了竹叶精油和头香的化学成分,从阔叶箬竹(*Indocalamus latifolius*)、毛金竹(*Phyllostachys nigra*)和四季竹(*Bambusa multiplex*)等3种竹叶中分别检出风味化合物57种、68种和82种,其中22种为3种竹叶所共有,约占总挥发物的60%~70%。芳香成分以醛、呋喃、酮类为主,C5~C8中等长度碳链的含氧化合物占主导地位,是竹叶清香的物质基础。其中起关键作用的有(E)-2-己烯醛、(Z)-3-己烯醇、2-乙基呋喃、己烯和己醛等5种C6化合物,分别占3种竹子总挥发物的66.04%、48.00%和69.09%^[17]。

在箬竹叶中鉴定出43种挥发性成分,其中,醛类化合物有12种(占总含量的27.49%),羧酸类化合物8种(占总含量的23.54%),酚类化合物4种(占总含量的19.98%),醇类化合物6种(占总含量的4.55%),含量最高的化合物为4-乙基苯酚(含量为1.26%),其次为3-己烯酸(含量为10.06%)。在毛竹和苦竹叶分别鉴定出53种和42种挥发性成分,其中含量最高为叶醇,分别为20.33%和27.08%;其次为2-己烯醛,含量分别为14.62%和10.02%。在慈竹(*Sinocalamus affinis*)叶挥发性成分中鉴定出24种化学物质,主要芳香物质为C5~C8的含氧化合物,含有(E)-2-己烯醛和(Z)-3-己烯醇^[18-21]。

1.5 叶绿素

竹叶中含有丰富的叶绿素,竹叶中叶绿素的含量达5.2~8.1 mg·g⁻¹^[22]。一般夏季采集的竹叶叶绿素含量最高,春季次之,秋末最低。这些竹叶叶

绿素不仅是良好的天然食用色素,而且在医药上具有广泛的用途,比如叶绿素浸膏经过进一步反应,可制取叶绿素铜钠、脱镁叶绿甲酯乙酸、叶绿素铜和叶绿素铁钠等多种叶绿素衍生物,具有抑菌、除口臭及防止牙龈出血等功效^[23]。

1.6 矿质元素

通过对淡竹、刚竹 (*Phyllostachys Indigenous*)、毛竹、雷竹 (*Phyllostachys praecox*) 和箬竹竹叶进行矿质元素测定,检出了 20 多种矿质元素,其中包括人体必需的 Fe、Ca、Si 等常量元素和 Zn、Mn、Cu、Mo、V、Ni 等微量元素。100 g 干竹叶中平均含 Ca 886 mg、P 144 mg、K 1 540 mg、Ba 458 mg、Mg 88 mg、Si 1 330 mg、Fe 8.86 mg、Zn 1.98 mg、Mn 4.42 mg、Cu 0.72 mg 和 Pt 0.04 mg^[24,25]。

2 竹提取物的生物活性及生理功效

竹叶的医疗保健作用早已为中国人所认识。《本草纲目》记载:苦竹叶具有明目利九窍、治不睡、止消渴、解酒毒等作用;淡竹叶具有镇静、解热、止咳和止血的功效^[26]。《中药大辞典》记载:淡竹叶有清热解烦,生津利尿;治热病烦渴,小儿惊痫,咳喘吐血,面赤,小便短赤,口糜舌疮等功用。《中国中药资源志要》内 12 694 种中药中,竹类共收集 10 属 32 种。

近年研究表明,竹提取物具有优良的抗自由基、抗氧化、抗衰老、抗菌、杀虫、调节血脂以及保护心脑血管等生物活性和药理功效。

2.1 抗氧化作用

竹提取物具有优良的抗自由基能力和确凿的类 SOD 活性。用化学发光法对来自于 6 属 17 种竹叶醇提取物对氧自由基 ($O_2^{\cdot-}$) 和羟基自由基 ($\cdot OH$) 的清除能力的研究表明,竹叶提取物普遍显示了较强的清除活性氧自由基的作用,且呈显著的量效关系。竹提取物对 $O_2^{\cdot-}$ 的抑制中浓度 (IC_{50}) 平均为 $(4.93 \pm 2.36) \mu g \cdot mL^{-1}$, 相当于 $0.124 U \cdot mL^{-1}$ 超氧化歧化酶 (SOD) 的活力;对 $\cdot OH$ 的抑制中浓度平均为 $(1.48 \pm 0.91) \mu g \cdot mL^{-1}$, 相当于 $0.235 mg \cdot mL^{-1}$ 的阿魏酸纯品的作用^[27]。

近 10 年来,我国科技工作者对竹叶提取物(竹叶黄酮)抗脂质过氧化活性做了大量研究工作,发现在麦乳精中强化 1% 的竹提取物,可显著提高制品的抗自由基和抗氧化能力,并可保护维生素 A 和 E 的活性。在啤酒中强化一定量的竹提取物,抗氧化性能和储存稳定性增强,双乙酰回升受到显著抑制。对竹叶黄酮进行控制性酸水解,发现在菜籽油

体系中,水解苷元显示了与 BHT(二丁基羟基甲苯)可比的抗氧化活性,有效浓度在 0.02% 左右;其抑制猪油过氧化能力与槲皮素和茶多酚相似;化学发光法测定结果表明,水解苷元清除 $\cdot OH$ 活性接近槲皮素^[28-30]。可见,竹叶黄酮苷元具有作为天然油脂抗氧化剂的开发潜力^[31]。Kweon 等从毛竹提取物中分离出 3 种抗氧化活性化合物,其中 2 种为新发现的化合物^[32]。

马世玉等研究了竹提取物对小鼠的抗氧化作用,结果表明,竹叶提取物能显著提高小鼠心、脑和血清中抗氧化酶活性,增强其清除自由基能力,抑制脂质过氧化,减少脂褐素类物质在脑组织的积累,从而起到保护脑和心脏等组织,对抗 D 半乳糖所致衰老退行性变的作用。给予竹叶提取物的小鼠心、肝、脑组织和全血中超氧化歧化酶 (SOD) 及谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 活力显著提高,而丙二醛 (MDA) 和脂褐质 (LF) 含量则明显下降。竹叶提取物亦能清除抗坏血酸体系产生的 $\cdot OH$, 且 $\cdot OH$ 的清除率呈明显的量效相关性。对荷瘤小鼠,竹叶提取液能明显增加血清 SOD 的含量,减少 MDA 水平^[33,34]。有学者认为,竹叶提取物的这种显著提高机体抗氧化酶活性和清除自由基的作用是其抗癌功效的机制之一。

2.2 防腐抗菌作用

竹提取物对食品微生物具有良好的防腐抗菌作用,对福桔、瘦猪肉、土鸡肉、豆腐均可达到良好的防腐效果,高浓度竹提取物 (2%) 的防腐效果甚至优于 0.2% 的甲基托布津。竹提取物对苹果汁、麦芽汁、马铃薯汁、桔子汁、猪肉汁、牛肉汁等也具有良好的防腐作用,可有效抑制果品贮藏期间微生物的生长繁殖。但是当霉菌污染严重和生长旺盛时,低浓度竹提取物不再有任何抑制作用^[35,36]。竹提取物对食品致病菌伤寒沙门氏菌 (*Salmonella typhi*)、痢疾志贺菌 (*Shigella dysenteriae*)、小肠结肠炎耶尔森氏菌 (*Yersinia enterocolitica*)、金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)、蜡样芽孢杆菌 (*Bacillus cereus*)、魏氏梭菌 (*Lostridium perfringens*)、肉毒梭菌 (*Clostridium botulinum*) 等也具有不同程度的抑制作用。在相同时间内,竹提取物浓度越高,抑菌率越高;同一浓度的竹提取物,作用时间越长,抑菌率越高^[37]。

许钢等研究发现,四季竹竹叶乙酸乙酯提取液对伤寒沙门氏菌、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、普通变形杆菌的最小抑制浓度均为 1%,对米曲霉、酒精酵母的最小抑制浓度均为 5%,提取

物浓度越高,抑菌率越高^[38]。向天勇发现箬竹叶甲醇提取物中的黄酮醇氧苷类化合物具抑菌活性,水解后的黄酮醇抑菌活性更高^[39]。

Chuyen等用乙醚从 Kumazasa 的叶中提取出抗细菌、真菌和霉菌的物质,通过 GC和 GCMS技术,鉴定出醋酸、丙炔酸、苯酚及邻甲氧基苯酚等三十余种抗菌活性成分^[40]。Nishina等从孟宗竹竹皮中获得抗细菌的活性物质,发现该物质是 2,6-二甲氧基苯醌^[41]。

竹提取物对植物病原微生物也具有较好的抑制作用。操海群等报道了毛金竹、灰水竹 (*Phyllostachys platygloussa*)、毛竹、苦竹、巨县苦竹 (*Pleioblastus juxianensis*)、孝顺竹 (*Bambusa multiplex*)、青皮竹 (*Bambusa textilis*)、阔叶箬竹、短穗竹 (*Brachystachyum densiflorum*)、白纹短穗竹 (*Brachystachyum albostriatum*) 等不同竹种提取物对植物病原菌的抑制作用,发现毛金竹、毛竹、青皮竹、短穗竹等竹提取物具有较强的抗真菌作用,对小麦赤霉病菌 72 h 的菌丝生长抑制率均在 80%以上。其中,毛竹提取物在 96 h 后的菌丝抑制率仍达 100.0%^[42]。

对毛竹粗提物进行萃取分离,分别得到石油醚和乙酸乙酯 2 个组分。生物测定表明,5.0 g·L⁻¹浓度的乙酸乙酯组分对小麦赤霉病菌的 48 h 菌丝抑制率达 100%,对苹果炭疽病菌菌丝抑制率达 89.23%,而相同浓度下石油醚组分对小麦赤霉病菌和苹果炭疽病菌的菌丝抑制率仅为 51.47%和 49.23%。将毛竹粗提物的乙酸乙酯组分通过硅胶柱层析分离,得到 9 个流份,发现不同流份的抑菌活性差异较大,其中第 1 流份 (F₁) 和第 3 流份 (F₃) 对小麦赤霉病菌的抑制作用明显优于其它流份,经 GCMS 初步鉴定, F₁ 中抑菌有效成分为苯酚类化合物^[43]。

2.3 抗肿瘤作用

竹叶活性多糖有确切的抗癌活性,从竹叶中提取的一种中等分子量的酸性杂多糖,临床实验或动物实验均证明其具有抗癌活性。日本学者发现,从竹叶中提取的 Bamfolin 粉末 (有效成分是一种多糖),对肝腹水瘤 AH39 有 100% 的抑制作用,对鼻咽癌、上腭癌、腹腔癌、胃癌、卵巢癌、食道癌和肉瘤等均有不同程度的疗效,长期服用对肝脏、血液无副作用^[11]。

不同浓度竹提取物对肿瘤大小及小鼠胸腺指数、脾指数影响的研究结果表明,处理组肿瘤体积明显缩小、瘤重减轻、胸腺及脾指数显著提高,竹提取

物对小鼠移植性 H22 肝癌细胞、ASP-1 肺癌细胞的生长具有明显抑制作用^[44,45]。有学者认为竹提取物抑制肿瘤生长的作用机制与清除机体自由基、防止脂质过氧化、提高机体免疫功能等因素有关。

竹提取物对亚硝酸盐 (NO₂⁻) 也表现出良好的清除能力,并对 N 亚硝胺类 (NDMA) 化合物的合成具有阻断作用。在体外模拟胃液条件下,浓度为 2.62 ~ 6.33 mg·mL⁻¹ 的竹提取物对 NO₂⁻ 的清除率为 57.31% ~ 88.06%,对 NDMA 阻断率为 30.92% ~ 83.62%。紫竹、高节竹、花哺鸡竹、红哺鸡竹、斑竹提取物对 NO₂⁻ 的清除能力相当于 0.01 mol·L⁻¹ 的 V_C; 近实心苦竹 (*Pleioblastus solidus*)、长叶苦竹 (*Pleioblastus simonii*)、青苦竹 (*Pleioblastus chino*)、满山爆竹 (*Sinobambusa tootsik*)、毛竹、金毛竹、斑竹提取物对 NDMA 合成的阻断作用相当于 0.02 mol·L⁻¹ 的 V_C^[2]。

2.4 调节血脂作用

血脂异常升高是冠心病发病的危险因素之一,降低血清中过高的低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、总胆固醇 (TC),并提高高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) 的水平,有利于预防冠心病。沈健等以成年 SD 雄性大鼠为对象,用高脂饲料建立高血脂模型,研究了竹叶提取物调节血脂作用。结果表明,竹提取物能显著降低 SD 大鼠血液甘油三酯、总胆固醇、LDL 胆固醇的浓度,中剂量和高剂量组能显著提高 HDL 胆固醇浓度,其降血脂的作用与银杏提取物相当^[46]。

2.5 抗衰老作用

用昆明种小鼠为实验对象,进行抗衰老、耐缺氧和抗疲劳作用试验。结果表明,高剂量组的竹提取物能显著增强小鼠对非特异性刺激的抵抗能力和抗疲劳能力,对正常小鼠的学习能力有一定的促进作用。以 15 月龄的雌性 NIH 小鼠为试验对象,发现竹提取物能明显抑制老年小鼠体内的脂质过氧化,对老年小鼠内源性抗氧化酶系 SOD 和 GSH-Px 的活力具有显著的诱导作用。其抑制脂质过氧化、升高 GSH-Px 的作用优于银杏提取物,升高 SOD 的作用与银杏提取物相似^[47]。

2.6 控制害虫作用

从植物化学成分中筛选农药先导化合物仍是研究的热点之一,竹提取物对重要农业害虫的生物活性,也受到了关注。

操海群等 2003 年以来分别报道了毛金竹、灰水竹、毛竹、苦竹、巨县苦竹、孝顺竹、青皮竹、阔叶箬竹、短穗竹、白纹短穗竹等不同竹种提取物对害虫的控制作用。结果表明,竹提取物对供试昆虫具有一

定的触杀、拒食和驱避作用。室内测定结果表明,在 $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓度下,供试 10 种竹提取物对蚜虫均具有一定的触杀作用,24 h 校正死亡率最低为 63.86%、最高为 87.76%;而毛金竹、灰水竹、毛竹、巨县苦竹、青皮竹、白纹短穗竹等 6 种竹提取物,96 h 校正死亡率均达 90% 以上^[48]。在 $0.1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓度下,巨县苦竹、白纹短穗竹、灰水竹和苦竹提取物对淡色库蚊幼虫表现出较强的毒杀作用,24 h 校正死亡率分别为 85.72%、83.93%、69.65% 和 67.86%,24 h 致死中浓度 (LC_{50}) 分别为 30.65、53.94、41.2 和 $54.49 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ^[49]。

2.7 竹提取物的安全性

竹提取物的毒理学安全性评价结果表明,小鼠经口致死中量 (LD_{50}) 大于 $10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,根据 LD_{50} 的分级标准,竹提取物为实际无毒;小鼠骨髓噬多染红细胞微核试验检测结果为阴性,表明其无细胞毒性;小鼠精子畸形试验检测结果为阴性,表明其对生殖细胞无致突变作用;对 SD 大鼠的 30 d 喂养试验结果表明,竹提取物对大鼠体重、进食量、食物利用率未见明显影响,对大鼠血红蛋白、白细胞计数及分类未见明显影响,各剂量组雌雄大鼠的谷丙转氨酶、总蛋白、清蛋白、A/G、胆固醇、血糖、尿素氮等各项血生化指标均无明显影响,各剂量组的脏器比均无显著性差异,大体解剖无异常发现,病理切片镜检发现对照组和各剂量组雌雄大鼠的肝、肾、胃、十二指肠均未出现有意义的病变。因此,竹提取物各剂量组对大鼠 30 d 喂养试验未见明显毒性反应,其最大无作用剂量为 $5.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ^[50,51]。

3 竹提取物及其利用的研究重点

从植物中寻找新的天然药物,筛选生理活性物质作为合成药物或农药的先导化合物或目标化合物,仍然是当今植物化学引人注目的研究内容之一。综上所述可以看出,在竹子化学成分研究领域,无论是医用还是农用方面,国内外均取得了一些进展。但总体而言,目前对竹子化学成分的分析,尚缺乏系统、深入的研究;对竹子化学成分的利用,基本处于直接利用粗提物阶段,技术含量不高,资源浪费严重;在活性成分的分离鉴定和高效制备等方面,明显存在不足。因此,今后对竹子化学成分的研究、利用,重点应侧重以下方面。

3.1 不同竹种化学成分结构和指纹图谱研究

从竹叶中寻找生理活性物质,开发高附加值竹产品,正成为竹子利用的新领域。显然,只有弄清不同竹种中化学成分及含量的差异,才能充分地开发

利用竹子中活性物质。但遗憾的是,对于我国的竹资源,尤其是化学资源,目前的现状是家底不清。在我国众多的竹种中,经过化学成分分析的竹种不到 20 种,仅占我国竹种数量的 4% 左右,严重制约了对竹子化学成分的开发利用。因此,目前必须集中力量完成我国竹种化学成分分析这一基础研究,建立重要竹种化学指纹图谱,摸清家底,为进一步开发利用竹子活性成分奠定基础。

3.2 竹提取物生物活性的高通量筛选研究

植物化学的主流是研究生物活性成分的化学,竹子化学也不例外。从最近国际上植物化学发展趋势看,脱离生物活性的纯植物化学成分研究日趋萎缩,与生物活性研究密切结合已成为植物化学研究的发展方向。与生物活性相结合需要高效、快速、准确的生物活性测定方法作为筛选手段。因此,开发新的筛选模型,提高活性筛选准确率,是植物化学研究重点之一。跟踪分离活性成分要从粗提物开始,并在每一步的分离中对各组分进行测试,有活性的进一步纯化,以发现高活性的天然成分,用于进一步研究。

显然,以活体生物尤其是动物为筛选模型的方法,存在实验时间长、成本高、样品需求量大等缺陷,作为指导分离过程的活性筛选方法,难以满足高效、快速、准确的要求。高通量筛选是国际上近年兴起的一种新型活性筛选技术,目前我国虽已引进一些高通量筛选模型,但针对植物提取物特别是粗提物的筛选模型,应用上存在较大难度。如何对引进筛选模型进行消化吸收,针对不同的应用领域,提出适用性更强的筛选体系,是竹子化学包括植物化学工作者迫切需要解决的问题。

3.3 竹提取物生物活性成分高效分离和制备技术

目前我国竹叶黄酮的提取大多采用热水浸提或溶剂提取,提取方法简单、粗糙,提取物中总黄酮含量一般低于 40%,无法获得高质量的产品。对竹叶中含有的多糖等大量生物活性组分的提取,存在与竹叶黄酮同样的问题。制备和分离技术的现代化、自动化和高效化,是制约竹子化学成分开发利用的关键,应用现代提取、分离新工艺进行竹叶黄酮等活性成分的精制,将极大地提高原料的利用效率,提高产品的质量,增强产品的生物活性和生理功能,减少杂质和无效成分的副作用。

参考文献:

- [1] 陆志科. 竹叶生物活性成分提取分离及其抗菌活性研究 [D]. 株洲:中南林学院, 2004.

- [2] 张英.天然功能性添加剂——竹叶提取物[J].精细与专用化学品,2002(7):20-22
- [3] 邵耀洪.箬竹叶中黄酮类化合物的高效液相色谱分析[J].分析化学,1996,24(2):216-219
- [4] 肖贻崧,张廷志,侯镜德.苦竹叶中黄酮类化合物的液相色谱-质谱联用分析[J].宁波高等专科学校学报,2001,13(3):123-126
- [5] 汪红兵,姚慧,顾伟峰,等.苦竹叶的化学成分研究[J].中草药,2004,35(7):739-740
- [6] 陈泉,吴立军,王军,等.中药淡竹叶的化学成分研究[J].沈阳药科大学学报,2002,19(1):23-25
- [7] 陈泉,吴立军,阮丽军.中药淡竹叶的化学成分研究() [J].沈阳药科大学学报,2002,19(4):257-259
- [8] 杨兰,白勇.竹叶中黄酮类化合物的研究[J].食品研究与开发,2002,23(5):23-25
- [9] 张英,吴晓琴,俞卓裕.竹叶和银杏叶总黄酮含量及其抗氧化活性的比较研究[J].中国中药杂志,2002,27(4):254-257
- [10] 李洪玉,孙静芸,章建民,等. HPLC测定不同来源竹叶中荜草苷、异荜草苷和异牡荆苷的含量[J].中成药,2004,26(3):208-210
- [11] 赖椿根,马聿桓,张斌,等.箬竹叶水提取物化学成分研究[J].浙江林学院学报,1995,12(2):161-165
- [12] 陆志科,廖威.毛竹叶化学成分的初步测定[J].山西大学学报:自然科学版,2003,26(1):46-48
- [13] 唐莉莉,徐榕榕,丁霄霖.竹叶多糖对小鼠移植瘤的抑制作用[J].无锡轻工大学学报,1998,17(3):62-65
- [14] 毛燕,王学利.毛竹等九种竹叶中蛋白质和总糖含量的测定[J].竹子研究汇刊,1998,17(2):17-19
- [15] 周兆祥.竹叶的化学成分与研究[J].天然产物研究与开发,1992,4(1):44-51
- [16] 张英,丁霄霖.竹叶特种氨基酸的存在及其生物学意义[J].无锡轻工大学学报,1997,16(1):29-32
- [17] 张英,汤坚,袁身淑,等.竹叶精油和头香的 GC-MS-DS 研究[J].天然产物研究与开发,1998,10(4):38-44
- [18] 王学利,毛燕.箬竹叶挥发性成分的 GC-MS分析[J].竹子研究汇刊,2001,30(3):36-38
- [19] 毛燕,刘志坤.毛竹叶挥发性成分的提取与 GC-MS分析[J].福建林学院学报,2001,21(3):261-267
- [20] 徐旭东,陈庆宏,康平利,等.竹叶挥发油的提取及成分分析[J].天然产物研究与开发,1999,11(4):71-74
- [21] 王学利,吕健全,章一德.苦竹叶挥发油成分的分析[J].浙江林学院学报,2002,19(4):387-390
- [22] 陈纯馨,陈浙.竹叶叶绿素的提取及其稳定性研究[J].食品研究与开发,2000(3):17-18
- [23] 刘丽萍,张淑蓉.竹叶铜叶绿素铜钠盐的工艺研究[J].重庆大学学报:自然科学版,2000,23(3):99-111
- [24] 竹类综合利用课题组.竹秆和竹叶的微量元素研究[J].竹子研究汇刊,1991,10(1):57-63
- [25] 周兆祥,陈钢敏.竹叶中矿物质元素的测定[J].林产化工通讯,1992(3):22-25
- [26] 冯玉然,常加伦.竹叶石膏汤为主治疗流行性出血热 34 例[J].河南中医药学刊,2000,15(6):52-53
- [27] 张英,丁霄霖.竹叶有效成分和抗活性氧自由基效能的研究[J].竹子研究汇刊,1996,15(3):17-24
- [28] 张英,吴晓琴,傅小伟,等.强化竹叶提取物对麦精抗氧化性能的改进[J].食品科学,2001,22(6):76-79
- [29] 章宇,谢萌,吴晓琴,等.强化竹叶黄酮对酿造酒抗自由基和抗氧化性能的改进[J].中国食品学报,2005,5(4):34-37
- [30] 张英,吴晓琴,陈秀俊.竹叶黄酮糖苷的水解及其苷元的抗氧化性能研究——黄酮苷元抗油脂氧化性能的初步评价[J].中国粮油学报,2001,16(4):14-37
- [31] Hu C, Zhang Y, David D K. Evaluation of antioxidant and prooxidant activities of Bamboo *Phyllostachys nigra* var *Heronis* leaf extract in vitro[J]. J Agric Food Chem, 2000, 48: 3170-3176
- [32] Kweon M H, Hwang H J, Sung H C. Identification and antioxidant activity of novel chlorogenic acid derivatives from Bamboo (*Phyllostachys edulis*) [J]. J Agric Food Chem, 2001, 49: 4646-4655
- [33] 冯世玉,李莉,吴基良,等.竹叶提取液对小鼠的抗氧化作用[J].中国临床药理学与治疗学,2004,9(5):585-587
- [34] 冯世玉,李莉,吴基良,等.竹叶提取液抗氧化作用的实验研究[J].中国老年学杂志,2005,25(1):93-94
- [35] 李惠珍,陈朝洋,许旭萍,等.天然食品防腐剂——竹叶的研究 I 福桔、苹果及果蔬汁的防腐试验[J].福建师范大学学报:自然科学版,1995,11(3):89-93
- [36] 陈朝洋,李惠珍,许旭萍,等.天然食品防腐剂——竹叶的研究 II 肉、豆腐及肉汁的防腐试验[J].福建师范大学学报:自然科学版,1997,13(2):88-92
- [37] 张伟,檀建新,贾英民,等.竹叶对食品致病菌的抑菌作用[J].食品科学,1998,19(4):37-40
- [38] 许钢,张虹,俞国科.竹叶提取物抑菌效果探讨[J].山西食品工业,2000(3):21-23
- [39] 向天勇,张驰,谢达平.箬竹叶抑菌成分的分离纯化及结构分析[J].湖北民族学院学报:自然科学版,2002,20(3):70-74
- [40] Chuyen N V, Kutata T, Kato H. Antimicrobial activity of kumazasa[J]. Agric Biol Chem, 1982, 46(4): 971-978
- [41] Nishina A, Hasegawa K 2, 6-Dimethoxy-p-benzopuinone as anti-bacterial substance in the bark of *Phyllostachys heterocycla* var *pubescens*, a species of thick-stemmed bamboo[J]. J Agric Food Chem, 1991, 39(2): 266-272
- [42] 操海群,岳永德,彭镇华,等.竹提取物的抗真菌作用[J].植物保护学报,2003,30(1):35-39
- [43] 操海群,岳永德,彭镇华,等.毛竹提取物的抑菌活性及其有效成分的初步分离[J].植物病理学报,2005,35(5):428-433
- [44] 姚旌旗,李映红,刘红梅,等.竹叶提取液对 ASP-1 肺癌细胞生长的影响[J].咸宁医学院学报,2002,16(1):21-22
- [45] 姚旌旗,冯世玉,李映红,等.竹叶提取液抑制小鼠移植性肺癌生长的实验研究[J].陕西医学杂志,2004,33(10):878-890
- [46] 沈健,冯磊.竹叶提取液调节血脂作用的研究[J].现代康复,1999,3(5):549-551
- [47] 张英,唐莉莉.毛竹竹叶提取物抗衰老作用的实验研究[J].竹子研究汇刊,1997,16(4):62-67
- [48] 操海群,岳永德,彭镇华,等.竹提取物对蚜虫生物活性的研究[J].植物保护,2003,29(2):33-36
- [49] Cao H Q, Yue Y D, Peng Z H, et al. Evaluation of extracts from bamboo for biological activity against mosquitoes[J]. Entomologia Sinica, 2004, 11(4): 267-273
- [50] 陈冠敏,姜瑞钊.天然防腐剂——“竹叶提取液”的致突变性研究[J].卫生毒理学杂志,1994(4):309-310
- [51] 江泽慧.世界竹藤[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2001