

综述评论

竹叶提取物的有效成分及其应用研究进展

何跃君, 岳永德*

(国际竹藤网络中心, 北京 100102)

摘要:综述了国内外竹叶提取物在实验和理论方面的研究进展。介绍了竹叶提取物的有效成分,包括黄酮类化合物、多糖、矿物质元素和其他成分。论述了竹叶提取物有效成分的提取与分离技术。重点探讨了竹叶提取物的生物活性功能,如防腐、抗菌、抗氧化作用,以及竹叶提取物的植物源农药开发研究。对竹叶提取物的有效成分及其应用研究前景进行了展望。

关键词:竹叶提取物;有效成分;生物活性;应用

中图分类号:TQ91;TQ351.014

文献标识码:A

文章编号:1673-5854(2008)03-0031-08

A Review of the Effective Component and Applications of
Extracts from Bamboo Leaves

HE Yue-jun, YUE Yong-de

(International Center for Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China)

Abstract: The progress of experimental and theoretical work on bamboo leaves extracts was reviewed. Recently, some effective components were found in extracts of bamboo leaves, including flavonoids, polysaccharides, mineral elements and other components. The technology of extraction and purification of effective components from bamboo leaves were introduced. The biological activities of bamboo leaves extracts including antibacterial properties, antioxidant function and pesticidal function were highlighted. Some tentative conclusions are made about future short-term trends.

Key words: bamboo leaves extract; effective component; biological activity; application

植物资源的综合利用一直是人们研究开发的重点,对植物中有效成分及功能物质的合理开发利用具有重要的意义^[1]。随着药用植物及其提取物在“替代疗法”方面的广泛应用,人们越来越认识到许多传统的药用植物比临床使用的许多西药更好更安全,从而在全球范围内引发了开发药用植物的热潮。药用植物提取物是现代植物药先进技术的载体,是植物药制剂的主要原料。广义的药用植物提取物是指以世界范围内的传统草药为原料,利用现代植物化学提取分离技术提取分离所获得的、具有明确指标成分的单一组分或混

合组分。

竹子是禾本科(*Gramineae*)竹亚科(*Bambusoideae*)多年生常绿植物,有着复杂的次生代谢。因竹叶含有许多对人体具有重要作用的活性物质,所以竹叶在中国具有悠久的食用和药用历史,《本草求真》、《本草逢原》等古代医学著作均有大量记载。据记载,竹叶性淡、微涩、寒,味甘、苦,具有清热利尿,明目解毒及止血的功能。主治烦热口渴,小儿发热,小儿疳积,热病不眠,口舌生疮,目赤肿痛,疥癣,疮毒,咽喉炎,外伤出血等症。20世纪80年代,就有从竹叶中提取食品

收稿日期:2007-12-03

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划项目子课题,国际竹藤网络中心基本科研业务费专项资金(06/07-C27)

作者简介:何跃君(1981-),男(蒙古族),内蒙古乌兰察布市人,博士生,主要从事竹藤化学与竹藤生态研究;联系电话:13264173191;E-mail:yuejunhe1981@163.com

*通讯作者:岳永德,男,教授,博士生导师,主要研究方向:竹藤化学。

防腐剂、杀菌剂和叶绿素等研究报道。近年来有学者在竹叶提取物中又发现了其他对人体有益的活性物质,包括黄酮类化合物、酚酸类化合物、生物碱、生物活性多糖、氨基酸肽类、萜醌类、萜类内酯等^[2-4],其中黄酮类化合物、酚酸类化合物、萜醌类化合物、萜类内酯和生物碱等都有着较强的生物活性作用^[5]。人们对竹叶提取物中黄酮类化合物的存在及其生物活性、生物活性多糖等有效成分比较关注,黄酮类化合物具有抑菌杀菌、消炎、消肿、降血脂以及清除氧自由基等功能,已受到人们的广泛重视和研究^[6-7]。一些植物黄酮类提取物在食品、药品和化妆品中已得到了一定的应用^[5,8]。了解竹叶提取物的有效成分及其应用现状对合理利用与开发竹产业具有重要意义。

1 竹叶提取物的有效成分

近年来,人们围绕竹类主要化学成分的分析及其提取物开发利用开展了大量的研究工作。据报道,竹叶提取物有效成分含有黄酮类及其苷类、活性多糖类、特种氨基酸及其衍生物等与人体生命活动有关的化合物;含有锰、锌、硒、锗、硅等多种能活化人体细胞的元素,以及以醛、醇为主的芳香成分等。

1.1 黄酮类化合物

竹叶黄酮为竹叶提取物中的主要活性成分,具有类似超氧化物歧化酶(SOD)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)的作用,能清除人体内活性氧自由基,防止生物膜脂质被超氧自由基和羟基自由基氧化,具有防止血管硬化,改善脑组织营养,改善心血管及神经系统功能以及抗癌、抗衰老、预防老年性痴呆症等重要生理和药理作用。竹叶中黄酮类化合物含量丰富,总黄酮含量平均在2%左右。张新申等^[9]采用梯度洗脱及柱色谱法对竹叶中的有效活性成分黄酮进行了分离、提纯研究,发现不同的竹叶其黄酮含量不同。从构效关系上看,竹叶总黄酮的生理活性超过银杏叶总黄酮。竹叶黄酮类化合物的有效成分主要是黄酮糖苷和香豆素类内酯。竹叶中的黄酮糖苷大多为碳苷,即糖基是通过C—C键与黄酮环相连,键能较强。4种主要的竹叶碳苷黄酮分别是荭草苷、异荭草苷、牡荆苷和异牡荆苷。

1.2 生物活性多糖

多糖广泛存在于自然界的植物中,是多种中

药的有效成分之一,具有多种生物活性,是理想的免疫增强剂,它能促进T细胞、B细胞、NK细胞等免疫细胞的功能,还能促进白介素、干扰素、肿瘤坏死因子等细胞因子的产生^[10],从而引起生物学家、药理学家和化学家的极大兴趣。竹叶多糖是竹叶中一种含量极其丰富的营养物质,对人体具有独特的保健功效,是一种具有多种生理功能和开发价值的植物活性多糖。日本从20世纪60年代起就对竹叶多糖进行了深入研究,证实竹叶多糖具有明显的药用效果^[11]。近年来,国内外对赤竹(*Sasa longiligulata*)和箬竹(*Indocalamus latifolius*)叶做了较详细的研究,发现它们的水提取物具有抗肿瘤作用,其主要有效成分是多糖类化合物。研究发现,竹叶含有活性多糖,其含量按干青叶计,一般100g干青叶在100~200mg之间。竹叶活性多糖有确切的抗癌活性,如从箬竹叶热水提取物中分离的活性多糖由木糖、阿拉伯糖和半乳糖组成,又如最近从毛竹叶中提取得一种中等分子质量的酸性杂多糖,主要由鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖和半乳糖等6种单糖组成的多糖,其分子质量分布范围为 $10^3 \sim 10^5$ ^[12-13],经临床实验或动物实验均证明它们有抗癌活性^[14]。

1.3 矿质元素

竹叶提取物中含有很多微量元素,是人体正常发育必需的。从现代医学观点分析认为,竹叶提取物中所含有的矿物质元素,能活化人体细胞,具有一定的生理和药理作用。竹叶中含有大量的硅元素,具有通便、改善人体血色素和促使人体身心爽健作用,钙能促进人体骨骼的生长。锗具有通过消除活性氧自由基及抑制脂质过氧化而达到消炎、抗癌和防衰老的功能;锌和硅既可增强生物体的免疫能力,也可与锗协同作用,从而增强竹叶的药理活性^[15]。通过对竹叶进行矿质元素测定,检出刚竹(*Phyllostachys viridis*)、毛竹(*Phyllostachys pubescens*)和雷竹(*Phyllostachys praecox*)含有20多种矿质元素,其中,富含人体必需的Fe、Ca、Si等常量元素和Zn、Mn、Cu、Mo、V、Ni等微量元素。周兆祥等^[16]在6种竹叶中测得Ca、Si、Mg、Fe、Mn、Zn、Cu、Ni等矿质元素。

1.4 芳香成分

竹叶挥发油是一种良好的天然香料,其香气具有典型的绿叶特征,接近瓜、果、茶的香型,并且

具有很高的药用价值,在香料、医药、食品等方面有较大用途^[17]。从竹叶中共检出 144 种挥发性化合物,以醛、醇、呋喃、酮类为主, $C_5 \sim C_8$ 中等链长的含氧化合物占主导地位,是竹叶清香的物质基础,其中 C_6 化合物起了关键作用,重要的 C_6 成分有 (*E*)-2-己烯醛、(*Z*)-3-己烯醇、2-乙基-呋喃、己醛和己烯等^[18]。用水蒸气蒸馏和 GC-MS 联用技术^[18],对毛竹叶挥发性成分进行提取、分离、鉴定,共获得 67 个色谱峰,鉴定了其中 53 种成分,占挥发性成分总量的 94.13 %。张英等^[19]对阔叶箬竹、毛金竹 (*Phyllostachys nigra* var. *henonis*) 和四季竹 (*Oligostachym lubricum*) 的竹叶精油和头香,利用 GC-MS-DS 进行了研究,分别检出风味化合物 57 种、68 种和 82 种,其中 22 种为 3 种竹子所共有,约占总挥发物的 60 % ~ 70 %。

1.5 其他成分

由于人工合成色素大多数对人体有害,在世界范围内都对其使用进行严格限制,而天然食用色素在安全性能上比合成色素大得多,长期使用是无害的,因此人们对天然色素越来越感兴趣,研制开发天然色素、食用色素是大势所趋。竹叶提取物中的叶绿素无毒害、无气味。叶绿素铜钠盐呈蓝黑色粉末状,无臭或稍带有特殊气味。在我国叶绿素及其衍生物的制取主要以蚕砂为原料,由于蚕砂含有较多的脂质。因此,对叶绿素及其衍生物的精制带来了很大困难。但竹叶不同,它不仅有丰富的原料来源,而且竹叶中所含脂质物较少,易于精制,是当今提取叶绿素及其衍生物的最好原料^[20]。

在考察竹叶提取物保健功能因子的过程中,发现氨基酸和短肽也是竹叶的有效成分之一。有人对竹叶氨基酸进行分析发现:共有 16 种氨基酸,在测得的 16 种氨基酸中苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸这 7 种氨基酸为人体必需氨基酸,具有重要的生理意义。竹叶提取物中 δ -OH-Lys, 有比赖氨酸 Lys 更高的清除氧自由基的能力,可能具有特殊的生物学意义,此点有待深入研究^[21]。

2 竹叶提取物有效成分的提取与分离

2.1 竹叶总黄酮的提取分离

竹叶总黄酮的提取方法,主要有水提法、有机

溶剂提取法、大孔树脂法、超临界 CO_2 萃取法、微波法、超声波法等,而以醇提酯萃法、超声波法使用较多。许刚等^[22]曾用水浴法和超声提取法两种方法对竹叶黄酮的提取进行了研究,发现用超声提取法效果优于水浴法。何春雷等^[23]采用热水提取和乙醇提取两种方法提取竹叶黄酮,结果表明,乙醇提取法的黄酮浸出量明显高于水提法。张胜帮等^[24]采用超声波-醇提-酯萃法,研究了提取淡竹 (*Phyllostachys glauca*) 叶中黄酮类化合物的各种影响因素,表明影响程度从大到小依次为溶剂 > 回流温度 > 超声时间 > 超声强度 > 回流时间 > 溶剂浓度 > 固液比。陆志科等^[25]选择 6 种大孔吸附树脂,比较其对竹叶黄酮的吸附性能及吸附动力学过程。研究发现 AB-8 树脂较宜于竹叶黄酮的提纯,经 AB-8 树脂吸附分离后,提取物中黄酮含量提高 1 倍以上。李瑶等^[26]在对竹叶中黄酮的乙醇提取条件进行了系统研究,同时采用大孔吸附树脂吸附法对纯化条件进行了比较,研究表明,AB-8 树脂为纯化的最适树脂。李洪玉等^[27]将竹叶水煎煮液经大孔树脂柱色谱,70 % 乙醇洗脱,减压浓缩,用乙醇或丙酮溶解浓缩液,过滤,减压浓缩滤液至浸膏再经真空干燥,得黄色粉末,其中竹叶黄酮含量达到 40 % 以上。朱宏莉等^[28]在竹叶总黄酮的提取中,得到溶剂浓度和料液比是影响提取效率的两个主要因素,而溶剂种类及提取时间对提取效果影响相对较小。通过正交试验,获得了竹叶总黄酮的最佳提取条件为:60 % 丙酮、料液比 1:40 的条件下回流浸提 3 h,所得黄酮粗提液经过 X-5 大孔吸附树脂与聚酰胺树脂联用而得到纯化,使得最终竹叶总黄酮含量可达 78.97 %。

2.2 竹叶活性多糖的提取分离

毛燕等^[29]对毛竹叶、枝多糖提取的对比研究,得出溶剂体积、提取时间、次数 3 因素对提取多糖得率均有不同的影响,其中影响最大的是提取次数。在毛竹叶与枝的对比实验中,叶的多糖得率远远高于毛竹枝的多糖得率,两者已达到了显著的差异。周跃斌等^[30]通过正交试验设计优化工艺条件,考察了水提条件下不同浸提温度、浸提时间、浸提固液比、浸提次数对多糖提取率的影响。结果表明,影响竹叶多糖提取率因素的主次关系依次是固液比、浸提次数、时间、温度,最佳提取工艺条件为 80 ℃,浸提 90 min,固液比 1:25,

浸提3次。比较水提法、超声波提取和微波提取3种方法对竹叶多糖提取率的影响,结果表明,超声波浸提的提取率高于水提法和微波浸提,分别提高21.3%和23.6%。高梦祥等^[31]在单因素试验的基础上,采用正交试验,研究了固液比、微波功率、提取时间等因素对竹叶多糖提取量的影响,得出了竹叶多糖提取工艺的最佳参数组合为:以水为提取剂,固液比为1:50(g:mL),提取时间为6 min,微波功率为800 W,在此条件下竹叶多糖的提取量为36.77 mg/g。王晋等^[32]根据所提取淡竹叶多糖的测定结果得出,超声法提取多糖具有提取时间短、提取量多、无须加热,避免淡竹叶多糖分解的优点。

2.3 竹叶叶绿素和蛋白质的提取分离

竹叶所含的叶绿素对开发天然食品色素有一定的价值,但叶绿素的稳定性较差,在使用过程中颜色容易发生变化,不便应用。将叶绿素浸膏经过进一步反应,可制取多种叶绿素衍生物如:叶绿素铜钠、脱镁叶绿甲酯乙酸、叶绿素铜和叶绿素铁钠^[33]。竹叶叶绿素对紫外光、常见氧化剂(如 H_2O_2)、 Fe^{3+} 均具有较强的耐受性,在温度70℃以下以及近中性或偏碱性介质环境中性质基本稳定,遇 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 离子分别生成蓝绿色絮状沉淀和灰绿色颗粒状沉淀。马自超^[34]和郑君秀等^[35]将竹叶原料经预处理、有机萃取、浓缩、皂化、分离、调酸、铜代、过滤、成盐和干燥后得到成品,所提取的叶绿素铜钠盐产品符合国家食品添加剂标准,得率为0.25%~0.3%。杨国恩等^[36]用无水乙醇提取竹叶叶绿素的最佳工艺条件是原料颗粒度0.85~2.00 mm、料液比1:5、浸提温度70℃、浸提时间7 h。钟爱国^[37]研究了利用超声波萃取鲜竹叶中叶绿素的新方法。以分光光度计定量测定所萃取的叶绿素。结果表明,与常用的有机溶剂提取法相比,超声波萃取法不仅萃取率高、速度快、效率高,而且是室温提取,无需加热,节约能源。

李勇等^[38]选用竹叶进行植物叶蛋白分离提取及副产物的利用研究,对粗蛋白分离提取研究表明,最佳提取工艺条件为:温度11℃、pH值9、料液比1:20(g:mL)、提取时间30 min。采用上述工艺流程,其他条件按酶的最适条件考虑,进行酶解工艺研究,发现其蛋白质提取率从原来的29%上升到49.21%。

3 竹叶提取物生物学功能研究

3.1 竹叶提取物抑菌、防腐作用

植物是生物活性化合物的天然宝库,其产生的次生代谢产物超过40万种^[39]。其中大多数化学物质如萜烯类、生物碱、类黄酮、甾体、酚类、独特的氨基酸和多糖等均具有抗菌活性和防腐作用。植物提取物一直以来是开发天然防腐剂的重点,已有很多的研究发现大量的植物提取物具有防腐抗菌的作用^[40],不同的溶剂提取竹叶对抑菌作用有影响,同一溶剂不同竹子提取液抑菌效果有差别,说明不同竹种化学成分也存在差异。供试菌浓度、供试菌本身对竹叶提取物和浓度的敏感性之间是否存在某种特定的关系还有待进一步研究揭示。

杨卫东等^[41]比较不同溶剂提取方法对淡竹和箬竹抑菌能力的影响,结果表明,淡竹、箬竹乙醇-水提取物对白假丝酵母菌(*Candida albicans*)、酿酒酵母菌(*Saccharomyces cerevisiae*)、大肠杆菌(*Escherichia coli*)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)5种微生物有抑菌作用,但抑菌效果不明显,淡竹和箬竹丙酮、乙酸乙酯提取液抑菌效果显著,乙酸乙酯的抑菌效果最明显,表明脂溶性提取液比水溶性提取液的抑菌效果要强,说明丙酮、乙酸乙酯可以比较有效地从竹叶中提取具有抑菌活性的化学成分,其中乙酸乙酯最好。陆志科等^[42]研究发现,不同竹种及不同生长期的竹叶抗菌活性不同,麻竹叶的抗菌活性强于毛竹、茶杆竹(*Pseudosasa amabilis*)、箬竹、四季竹(*Oligostachym lubricum*)、苦竹(*Pleioblastus amarus*)、早竹、高节竹(*Phyllostachys prominens*)等其他竹叶,7月和11月中旬采摘的竹叶的乙醇提取液的抗菌活性较高。陈彦等^[1]研究表明,华西箭竹(*Sinaraundinaria nitida*)叶提取液对金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌(*Staphylococcus epidermidis*)、黑曲霉(*Aspergillus niger*)、酿酒酵母和大肠杆菌等均有抑制效果,而不同浓度的箭竹叶提取物溶液对供试的枯草芽孢杆菌、鼠伤寒沙门氏菌(*Salmonella typhimurium*)没有表现出抗微生物作用。操海群等^[43]研究了毛竹叶提取物对小麦赤霉菌(*Fusarium graminearum*)、苹果炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)的抑制作用,表明毛竹粗提物经萃取分离的乙酸

乙酯组分具有较强的抑菌作用,乙酸乙酯组分进一步通过硅胶柱层析分离后,初步判断抑菌有效成分为苯酚类化合物。黄占旺等^[44]研究发现毛竹叶提取物有一定抑菌效果,对细菌抑制作用最强,对酵母菌抑制作用次之,对霉菌作用不明显。毛竹叶提取物具体抑菌成分以及抑菌物质稳定性尚未进行试验,有待进一步研究。

随着人们生活水平的提高,安全健康消费意识不断增强,防腐剂的使用要求更为严格,竹叶提取物作为天然食品防腐剂也受到广大消费者的欢迎。日本大阪中岗食品技术研究所从竹叶中提取出一种高效、天然、可食用、无毒副作用的防霉防腐剂,实验结果表明:按千分之三的比例把这种防霉防腐剂添加到各类食品或饲料中,就能有效地抑制乳酸菌(*lactic acid bacteria*)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)和霉菌的繁殖,从而防止食品或饲料的发霉变质。还可以把这种防霉防腐剂兑成千分之一浓度的水溶液,浸泡或喷洒蔬菜、水果、肉品以及饲料原料,也能起到防霉防腐效果。Chuyen等^[45]对一种山白竹叶进行了非常系统的研究,利用水、甲醇、二乙醚、丙酮和乙酸乙酯5种溶剂对竹叶进行提取,发现除了水提物抑菌效果较弱外,甲醇和丙酮提取物有较强抑菌效果,而二乙醚和乙酸乙酯提取物有很强抑菌活性。通过对粗提物碱性、酸性、中性和酚类等4个组分抑菌效果的对比研究,发现酸性和酚类组分抑菌效果很强。研究同时还发现酸性组分中起抑菌作用的不仅有游离酸类而且也有钠盐。黄文等^[5]研究发现竹叶提取液对大肠杆菌有较好的抑制效果,但对霉菌和酵母的抑制效果较弱。因此,比较适合添加到主要由细菌引起变质的食品中。另外,pH值对竹叶提取物的抑菌效果有明显的影响;竹叶提取物有很好的热稳定性,而且经过高温处理后抑菌效果明显加强。因此,更适合添加到需进行高温处理的食品中。

3.2 竹叶提取物抗氧化作用

自由基氧化及其产生的中间产物严重破坏生物膜、酶、维生素、蛋白质及活细胞功能,其中一些还是公认的致癌物^[46],现已明确许多疾病都与自由基有关;而自由基在食品和化工产品氧化中的作用更是众所周知,所以有关抗氧化剂清除自由基的研究得到普遍关注,然而合成抗氧化剂往往有毒副作用。为了减轻自由基的危害,目前寻找

资源丰富、有效成分含量高、保健功能突出、价廉的抗氧化剂倍受关注^[47-49]。

竹叶提取物中的抗氧化有效成分主要是水溶、醇溶性物质。研究表明,竹叶中的天然黄酮类化合物、多糖和氨基酸等具有显著的抗氧化活性,黄酮是竹叶提取物中抗氧化作用的有效成分,黄酮含量越高,抗氧化能力越强。郑德勇等^[50]测定了23种丛生竹叶提取物清除1,1-二苯基苦基苯肼(DPPH)自由基的能力(清除50%自由基时的提取物浓度即 IC_{50}),发现竹叶黄酮是较强的DPPH自由基清除剂,但竹叶提取物中除总黄酮外尚有其他物质具有清除DPPH的作用。而且竹叶黄酮纯度与其 IC_{50} 值也无对应关系。宋仲容等^[51]对不同溶剂毛竹叶提取物的抗氧化能力做了比较研究,发现抗氧化作用与黄酮含量并不完全成正比关系;并通过进一步的定性实验,证明黄酮并不是竹叶提取物中的惟一的抗氧化有效成分,还有其它的抗氧化有效成分,比如氨基酸、鞣质等。

超氧化物歧化酶(SOD)广泛存在于需氧细胞中,是生物体抗氧化防御体系中最重要酶,类SOD活性已成为抗衰老药物和抗衰老保健食品的一个重要指标。张英^[52]采用邻苯三酚(PR)自氧化法测定SOD活性,旁证了竹叶提取物优良的类SOD活性,并用昆明种小鼠作为试验对象,研究了毛金竹叶提取物抗衰老的生物学效应,结果表明,竹叶提取物能显著增强小鼠对非特异性刺激的抵抗能力,对一些氧化酶活性有显著的诱导作用,说明竹叶提取物具有一定的抗衰老作用,可以作为一种抗衰老功能因子的新资源加以研究^[53]。章荣华等^[54]研究发现竹叶提取物可增强SOD和GPx的活性,直接淬灭自由基,从而恢复老年机体自由基代谢的平衡。另外,机体在衰老过程中可出现肾上腺功能的减退,这主要由下丘脑-垂体-肾上腺轴功能减退所引起。本实验中竹叶提取物组老龄大鼠肾上腺皮质中Vit C含量明显低于对照组,提示竹叶提取物对肾上腺皮质功能具有上调作用。

3.3 竹叶提取物在植物源农药方面的应用

由于化学合成的农药对人体产生或多或少、直接或间接的副作用,以植物为原料进行植物源农药的研制与开发已成为世界各国农药研发的热点。植物源农药的研究与开发是当前农药学领域

较为活跃的研究方向,一方面从植物中探寻新的活性先导化合物,通过类推合成进行新农药的开发;另一方面通过植物杀虫作用方式的研究,探寻新的杀虫作用靶标,通过生物合理设计开发新型环境友好农药^[55]。操海群等^[56]研究表明,毛金竹、白纹短穗竹(*Brachystachyum densiflorum*)、苦竹、巨县苦竹乙醚提取物对萝卜蚜拒食活性较强,其中,白纹短穗竹和巨县苦竹提取物拒食作用较为稳定。供试竹提取物质量浓度为10 g/L对萝卜蚜均具有较强的触杀作用。巨县苦竹、孝顺竹(*Bambusa multiplex*)、白纹短穗竹等提取物对棉铃虫幼虫的生长发育具有一定的抑制作用,同时明显激活了试虫中肠消化酶的活性。对棉铃虫幼虫生长发育抑制作用大的竹叶提取物,其对试虫中肠消化酶活性的激活作用也强。这正是昆虫通过增加代谢酶活性来克服因外源物的加入所引起的体内正常代谢平衡失调,从而维持正常生命活动的结果^[57]。甲醇粗提物对桃蚜有很好的触杀效果,对小菜蛾成虫有产卵忌避效果,对小菜蛾二龄幼虫有较强的拒食活性^[58]。

3.4 竹叶提取物在其他方面的应用

已有研究表明,竹叶提取物具有明显的抗血栓形成作用和竹叶提取物能提高动物的整体抗缺氧能力。周琦等^[59]研究发现,竹叶提取物静脉给药可显著提高胶原蛋白-肾上腺素混合诱导剂所致肺血栓小鼠的存活率;明显抑制家兔颈总动脉血栓形成;显著降低小鼠优球蛋白溶解时间,减轻小鼠全血凝块质量;其体外给药能显著延长家兔凝血酶、凝血酶原、部分凝血活酶时间,延长血浆复钙时间。叶玲等^[60]利用⁴⁵Ca跨膜测量技术和冠脉结扎法研究了慈竹(*Dendrocalamus affinis*)叶、麻竹(*Dendrocalamus latiflorus*)叶、毛竹叶等竹叶提取物对大鼠细胞膜钙通道钙内流、外溢以及对心肌缺血的影响。发现竹叶提取物能阻滞细胞膜PDC钙通道钙离子内流;能促进已流入心、肝、肺、动脉等多种内脏器官细胞中超载的钙离子外溢;对大鼠急性心肌缺血有保护作用,可抑制结扎冠脉引起的心电图改变。付晓春等^[61]研究表明,竹叶提取物可明显延长常压缺氧条件下的小鼠存活时间,延长亚硝酸钠、氰化钾、利多卡因中毒后的小鼠存活时间,延长夹闭气管小鼠心电消失时间,明显延长断头小鼠的喘气时间。

唐莉莉等^[62]研究了竹叶多糖对小鼠移植瘤

的抑制作用。实验结果表明,竹叶多糖对动物移植性S₁₈₀肿瘤有抑制作用,抑制率可达50%。50%~70%醇沉组分抑瘤活性最大,且能显著提高小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬能力。日本从箬竹叶提取的多糖体Bamfolin粉末,其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,而且长期服用对肝脏、血液均无副作用^[63]。

最近国外药理研究认为^[64],叶绿素衍生物具有各自的生理学性质,如叶绿素铁钠具有抗菌、抗病毒、抗过敏和促进组织再生的作用,是一种良好的造血细胞复合剂。对各种原因引起的白细胞减少症及各种贫血有治疗作用。以竹叶为原料制取的叶绿素铜钠盐是叶绿素铜钠盐A和叶绿素铜钠盐B的混合物,这种叶绿素的盐类对光和热较为稳定,对醇、水和油有良好的溶解性,已被广泛地应用在食品、饮料和化妆品工业。叶绿素铜钠盐已被大多数国家认定为天然色素添加剂,应用在果味水、果味奶、果子露、汽水、糖果和罐头等生产上。叶绿素铜和叶绿素铁钠用于着色剂和除臭剂,可与杀菌剂洁尔灭、卤卡班等并用作祛臭化妆品;并用于肥皂、矿物油、蜡和精油的着色。

4 竹叶提取物研究展望

竹叶提取物有效成分含黄酮、多糖、氨基酸、微量元素,有优良的抗氧化、抗衰老、增强免疫力等生物学功效。目前,我国研发的竹叶黄酮保健药品、竹叶啤酒和竹叶饮料已经上市,受到国内外广泛关注。竹叶是一种资源量大而且廉价的林业资源,我国竹叶资源丰富,且基本处于未开发利用状态。随着人们对竹叶活性成分功能性和营养性的深入研究,以及提取工艺的不断完善,竹叶的有效化学成分将在医药、保健品、食品、饮料及其它行业得到越来越广泛的应用,可望成为银杏叶的部分替代品。竹叶资源的开发利用可变废为宝,提高林业生产的经济效益。

同时,还要进一步进行竹叶化学成分的研究。由于复杂的自然地理环境,造成了竹类植物在进化和利用方面的复杂性。我国竹叶提取物的化学成分研究起步晚,基础薄弱。这就必然影响到对竹叶资源的利用。而现代分离、纯化和定性定量分析手段,将为竹叶化学成分的研究提供一个高

效率的工具。随着竹叶化学研究的深入,竹叶提取物有效成分的利用必将展现更加广阔的空间。

参考文献:

- [1] 陈彦,林晓艳. 箭竹叶提取物的抗微生物作用[J]. 食品科学, 2006,27(5):64-67.
- [2] 张英,吴晓琴,俞卓裕. 竹叶黄酮和内酯的季节性变化规律研究[J]. 林产化学与工业,2002,22(2):65-69.
- [3] 李洪玉,孙静芸. 竹叶化学成分研究[J]. 中药材,2003,26(8):562-563.
- [4] 罗金岳,陈小燕. 从箬竹叶中提取茶多酚的研究[J]. 林产化工通讯,2003,37(6):15-19.
- [5] 黄文,王益. 竹叶提取物抑菌特性的研究[J]. 林产化学与工业,2002,22(1):68-70.
- [6] CARMEN T, RICHARDSON M A, DIAMOND S, et al. The chemistry and biological activity of herbs used in Flor-Essence™ herbal tonic and Essiac™ [J]. *Phytother Res*, 2000,14(1):1-14.
- [7] SHAND B, STREY C, SCOTT R, et al. Pilot study on the clinical effects of dietary supplementation with enzogenol, a flavonoid extract of pine bark and vitamin C [J]. *Phytother Res*, 2003,17(5):490-494.
- [8] ABURJAI T, NATSHEH F M. Plants used in cosmetics [J]. *Phytother Res*, 2003,17(9):987-1000.
- [9] 张新申,刘福华,孙西征,等. 竹叶中有效成分的分离研究[J]. 四川大学学报:工程科学版,2002,34(6):116-118.
- [10] 周静. 近年来国内植物多糖生物活性研究进展[J]. 中草药, 1994,25(1):40-44.
- [11] 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):57.
- [12] 丁玉强,陈春英,ELMAHADI E A,等. 箬竹叶水溶性多糖的色谱研究[J]. 色谱,1996,11(6):470-472.
- [13] 唐莉莉,丁宵霖. 竹叶多糖的分离提取及其生物活性研究[J]. 食品研究与开发,2000,21(1):8-10.
- [14] 赖椿根,马聿恒,张斌,等. 箬竹叶水提取物化学成分研究[J]. 浙江林学院学报,1996,12(2):161-165.
- [15] 黄文,王益. 竹叶的化学成分及应用进展[J]. 中国林副特产,2002(3):65-66.
- [16] 周兆祥,陈钢敏,王静儿. 竹叶中矿物质元素的测定[J]. 林产化工通讯,1992,26(3):22-25.
- [17] 金旭东,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):71-73.
- [18] 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):265-267.
- [19] 张英,汤竖,等. 竹叶精油和头香的 CCX-MS-DS 研究[J]. 天然产物研究与开发,1996,10(4):38-43.
- [20] 杜力. 叶绿素铜钠[J]. 化工商品技术情报,1995(2):47-48.
- [21] 陆志科,谢碧霞. 竹叶化学成分的分析与资源的开发利用[J]. 林业科技开发,2003,17(1):6-9.
- [22] 许钢,张虹,胡剑. 竹叶黄酮的提取方法[J]. 分析化学, 2000,28(8):1055-1057.
- [23] 何春雷,罗学平,李丽霞,等. 竹叶黄酮提取工艺的研究[J]. 四川农业大学学报,2006,24(4):409-412.
- [24] 张胜帮,赵玲玲. 淡竹叶中黄酮类化合物的提取研究[J]. 食品科学,2006,27(10):255-258.
- [25] 陆志科,谢碧霞. 大孔树脂对竹叶黄酮的吸附分离特性研究[J]. 经济林研究,2003,21(3):1-4.
- [26] 李瑶,齐晓丽,孟祥颖,等. 竹叶中黄酮提取纯化工艺研究[J]. 东北师大学报:自然科学版,2006,38(1):91-94.
- [27] 李洪玉,孙静芸,戴诗文. 竹叶黄酮提取物的生产工艺条件研究[J]. 中国现代应用药学杂志,2004,21(5):371-372.
- [28] 朱宏莉,韦海洪,宋纪蓉,等. 竹叶总黄酮的提取和纯化工艺的研究[J]. 食品科学,2005,26(8):158-160.
- [29] 毛燕,王学利. 毛竹叶、枝多糖提取的对比研究[J]. 林产化工通讯,2001,35(2):11-13.
- [30] 周跃斌,王伟,李适,等. 竹叶多糖提取条件的优化[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2006,32(2):207-209.
- [31] 高梦祥,吴守程. 微波技术提取竹叶多糖的研究[J]. 陕西农业科学,2006(3):22-24.
- [32] 王晋,杜华,王鲁石. 淡竹叶多糖的超声提取及含量测定[J]. 中成药,2004,26(12):1067-1068.
- [33] 吴三林,李书华,弓加文. 竹叶活性成分的研究进展[J]. 乐山师范学院学报,2005,20(5):53-54.
- [34] 马自超,吴伟志,彭洪斌,等. 由竹叶制取叶绿素铜钠盐的研究[J]. 南京林业大学学报,1991,15(1):64-68.
- [35] 郑秀秀. 叶绿素铜钠盐的制备探讨[J]. 福建林业科技, 1997,24(1):19-21.
- [36] 杨国恩,吴志平,李坤平. 竹叶叶绿素的提取及其性质的稳定性[J]. 中南林学院学报,2005,25(3):106-110.
- [37] 钟爱国. 鲜竹叶中叶绿素的超声波萃取[J]. 科学技术与工程,2006,6(21):3474-3475.
- [38] 李勇,宋慧. 竹叶蛋白的分离提取及其副产物的利用[J]. 食品与发酵工业,2005,31(3):136-138.
- [39] SWAIN T. Secondary compounds of protective agents [J]. *Annual Review of Plant Physiology*, 1997(28):479-501.
- [40] 吴传茂,吴周和,曾莹,等. 从植物中提取天然防腐剂的研究[J]. 食品科学,2000,21(9):24-27.
- [41] 杨卫东,费学谦,王敬文. 不同溶剂对竹叶提取物抑菌作用的影响[J]. 食品工业科技,2006,27(1):77-79.
- [42] 陆志科,谢碧霞. 不同种竹叶的化学成分及其提取物抗菌活性的研究[J]. 西北林学院学报,2005,20(1):49-52.
- [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] 黄占旺,邹双双,熊水波. 毛竹叶提取物抑菌作用的初步研究[J]. 江西农业大学学报,2005,27(6):960-963.
- [45] CHUYCN N V, KURATA T, KOTO H, et al. Antimicrobial activity of Kumazasa [J]. *Agric Biol Chem*, 1982,46(4):971-978.
- [46] MARX J L. Oxygen free radicals linked to many diseases [J]. *Science*, 1987,235(4788):529-531.

- [47] GRAF E. Antioxidant potential of ferulic acid[J]. Free Radic Biol Med, 1992, 13(4): 435-448.
- [48] SCOTT G. Antioxidants[J]. Bull Chem Soc Jpn, 1988, 61(3): 165-170.
- [49] 郑德勇, 安鑫南. 植物抗氧化剂研究展望[J]. 福建林学院学报, 2004, 24(1): 88-91.
- [50] 郑德勇, 安鑫南. 丛生竹叶提取物的成分与清除自由基的能力[J]. 福建林学院学报, 2004, 24(3): 193-196.
- [51] 宋仲容, 江相兰, 李树伟, 等. 竹叶提取物的抗氧化活性研究[J]. 化学研究与应用, 2006, 18(1): 67-69.
- [52] 张英. 竹叶提取物类 SOD 活性的邻苯三酚法测定[J]. 食品科学, 1997, 18(5): 47-49.
- [53] 张英, 唐莉莉. 毛金竹叶提取物抗衰老作用的实验研究[J]. 竹子研究汇刊, 1997, 14(4): 62-66.
- [54] 章荣华, 傅剑云, 徐彩菊. 竹叶提取物抗氧化作用研究[J]. 中药药理与临床, 2004, 20(2): 22-23.
- [55] 操海群, 岳永德, 花日茂, 等. 植物源农药研究进展[J]. 安徽农业大学学报, 2000, 27(1): 40-44.
- [56] 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.
- [57] 操海群, 岳永德, 彭镇华, 等. 竹提取物对棉铃虫幼虫体内几种酶系活性的影响[J]. 林业科学, 2006, 42(7): 145-148.
- [58] 姚晓宝, 刘银泉, 吴晓琴, 等. 毛竹、杭白菊粗提物对桃蚜和小菜蛾的生物活性测定[J]. 浙江农业学报, 2004, 16(3): 156-158.
- [59] 周琦, 王敏伟, 王以美, 等. 竹叶提取物的抗血栓作用[J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23(7): 459-462.
- [60] 叶玲, 杨远友, 莫尚武, 等. 竹提取物的钙拮抗作用及对心肌缺血的影响[J]. 世界竹藤通讯, 2005, 3(4): 34-36.
- [61] 付晓春, 王敏伟, 李少鹏, 等. 竹叶提取物的抗缺氧作用[J]. 中药新药与临床药理, 2005, 16(2): 100-102.
- [62] 唐莉莉, 徐榕榕, 丁宵霖. 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.
- [63] 姚旌旗, 李映红, 刘红梅, 等. 竹叶提取液对 H22 肝癌细胞生长的影响[J]. 咸宁医学院学报, 2002, 16(4): 233-234.
- [64] 王立娟, 钱学仁. 竹叶叶绿素铁钠的制备及性质研究[J]. 林产化学与工业, 2005, 25(3): 89-92.

期刊信息

过刊邮购信息

《林产化工通讯》(从 2006 年起更名为《生物质化学工程》)

年份	1988 ~ 1991	1992 ~ 1993	1994 ~ 2005	2006 ~ 2007
价格	10 元/年	16 元/年	33 元/年	42 元/年

注: 1) 1988 年第 1 期、1991 年第 1、2 期、1994 年第 1、2、4 期已售完, 其他请以最近出版的期刊公布的为准;

2) 2006 年《生物质化学工程》增刊, 100 元/本, 目录见 2007 年第 1 期。

《林产化学与工业》

年份	1982 ~ 1988	1989 ~ 1993	1994 ~ 1995	1996 ~ 2001	2002 ~ 2005	2006	2007
价格	10 元/年	15 元/年	20 元/年	30 元/年	40 元/年	60 元/年	90 元/年

注: 1) 1984 年第 4 期, 1987 年第 1 期, 1989 年第 4 期和 1992 年第 1 期已售完;

2) 1994 年特刊《松香·松节油再加工专辑》, 10 元/本; 2004 年增刊, 主要为松香、松节油及其深加工研究论文, 20 元/本; 2005 年增刊, 主要内容为生物质能源、化学品和材料相关的研究论文, 36 元/本。

如有漏订或收藏不全需补购者可直接汇款至编辑部, 汇款人须在汇款单上写清详细地址, 附言栏内注明所购年份、期号及数量。所有价格均含邮费。

编辑部地址: 210042 南京市锁金五村 16 号 林化所内 《生物质化学工程》编辑部 电话: (025) 85482492; 《林产化学与工业》编辑部 电话: (025) 85482493。