

槟榔酚类物质生理活性研究进展

祁 静^{1,2}, 黄玉林¹, 陈卫军^{1,3*}, 唐敏敏¹, 郑亚军¹, 赵松林^{1,3*}

1 中国热带农业科学院椰子研究所 海南文昌 571339

2 海南大学食品学院, 海南海口 570228

3 海南省热带棕榈植物研究重点实验室(筹) 海南文昌 571339

摘要 槟榔(*Areca catechu* L.)属棕榈科热带珍贵药用植物, 主要产于我国的海南、云南等省以及印度、马来西亚等国家。槟榔果实为咀嚼嗜好品, 又可药用, 在我国被列为四大南药之首。虽然槟榔在国内外已经引起人们的关注, 但对槟榔的功能性研究还存在很多缺憾。为了进一步寻找槟榔中的生理活性成分, 对槟榔中酚类物质的研究加以综述, 以期让基础科研人员、公共卫生工作者以及广大槟榔嗜好者对槟榔在人类健康中的作用有更深入的了解。

关键词 槟榔; 多酚

doi 10.3969/j.issn.1000-2561.2010.06.033

中图分类号 Q946.82

槟榔 (*Areca catechu* L.)属棕榈科多年生常绿乔木^[1-3], 系热带地区珍贵药用植物, 在中国台湾、海南等省以及印度、马来西亚等国家产量较大, 消费者众多。近年来, 其嚼食地区正在逐渐扩大, 仅2009年我国湖南省槟榔的产值就达40多亿元, 槟榔加工已从家庭作坊一跃成为湖南省食品的一大产业。此外, 由于各个地方嚼食槟榔的习惯不同, 槟榔的制作、加工方法也不尽相同, 也正因为如此, 槟榔对人体的各种生理活性作用还存在许多的争议。

目前, 国内外许多学者对槟榔的主要成份及槟榔可能对人体健康造成的损害等方面做了许多研究和探索, 其研究主要集中在槟榔碱等生物碱类化合物, 对其中的酚类物质则少有报道。本文将对目前有关槟榔多酚的研究加以综述, 以期让基础科研人员、公共卫生工作者以及广大槟榔嗜好者对槟榔在人类健康中的作用有更深入的了解。

1 槟榔多酚的含量与主要成份

1.1 槟榔多酚含量

Zheng^[4]等人利用福林酚比色法测定了槟榔鲜果、烟熏槟榔以及槟榔籽中的总酚含量, 结果分别是: 槟榔鲜果总酚含量为 (15.47 ± 0.08) g/100 g, 烟熏槟榔含有的总酚为 (7.23 ± 0.06) g/100 g, 相对于前两个样品而言, 槟榔籽中的总酚含量最低, 即 (5.27 ± 0.05) g/100 g。Shekhar等人^[5]对完好的槟榔果以及坏掉的槟榔果进行了分析以及对它们的化学组分做了比较, 并对它们所含的多酚分别进行了提取、分离和鉴定。Wang等人^[6]研究了槟榔植株及槟榔成熟过程中酚类物质含量的变化。如表1所示, 槟榔根中的总酚含量与缩合鞣质含量很高(17.14和18.05 mg/g鲜果重)接下来依次是槟榔果、槟榔叶、槟榔穗状花序、槟榔叶脉、槟榔

基金项目: 海南省重点科技项目(No. 090138)资助。

第一作者简介: 祁 静, 女, 1984年生, 硕士研究生。研究方向: 功能性食品。E-mail: qijingxs@163.com。

* 通讯作者, 陈卫军, E-mail: chenwj@nsw.edu.cn; 赵松林, E-mail: zhaosonglin@21cn.com。

收稿日期: 2010-01-28

修改日期: 2010-05-10

嫩芽。可食的嫩芽中总酚与缩合鞣质含量很少，这可能就是为什么嫩芽糖浆尝起来像甜柿的原因。上述研究还指出槟榔的总酚含量与它的长度和成熟度有关，总酚含量与缩合鞣质含量随着槟榔成熟度的增加而增加，然而这种相关性与 Mathew 等人和 Shivashankar 等人报道的正好相反。Mathew 等人^[7]指出槟榔多酚含量随着槟榔逐渐成熟而呈减少的趋势，槟榔多酚含量在嫩芽时期最高。Shivashankar 等人^[8]也证明了槟榔多酚含量在绿果时期为 17.2%~29.8%，而到了成熟时期就下降为 11.1%~17.8%。Zhang 等人^[9]对槟榔花、槟榔壳和槟榔籽的总酚和类黄酮含量进行了分析，结果显示 3 个部位的总酚含量和类黄酮含量有显著的差异(见表 2)。槟榔籽中的总酚和类黄酮含量最高，其次是槟榔壳和槟榔花。

1.2 槟榔多酚组成

槟榔的成份极为复杂，主要有槟榔碱、油脂、多糖、蛋白质、矿物质、粗纤维和一些酚类物质等成分^[8,10-12]。其中槟榔酚类物质包括缩合鞣质、水解鞣质、非鞣质黄酮和简单酚类物质^[6,13]，而这些多酚物质主要是一些黄酮醇，即包括 10%(+)儿茶素、2.5%表儿茶素、12%无色花青素及一部分不同聚合度的黄酮类^[14-17]。这与 Mathew 等人^[18-20]的研究结果很一致，他们证明了槟榔果中的酚类化合物是一些儿茶酚二聚体、无色花青素二聚体和无色天竺葵色素、黄酮和(+)-儿茶素。张兴等人^[21]也对槟榔果的酚类化学成分做了初步研究，他们从槟榔(*Areca catechu* L.)果实乙醇提取物的乙酸乙酯萃取部分分离得到了 5 个酚类成分，经波谱分析，分别鉴定为：异鼠李素，金圣草黄素，木犀草素，(±)-4', 5-二羟基-3', 5', 7-三甲氧基黄酮和巴西红厚壳素等黄酮和萜酮类化合物。

2 槟榔多酚的生物活性

槟榔含有多种人体所需的营养元素以及多种生理活性成分，是一种常用的中药。槟榔中分量上药理活性物质中最重要的部分是多酚^[20]，其具有很多生物活性，例如抑菌、促胃肠运动^[22]、抗血栓、降血糖、抗 HIV-1^[10]、抗抑郁^[23]和抗氧化^[24]等活性而所述这些生物活性的不同是由多酚不同的化学结构决定的^[25]。

2.1 抑菌

槟榔中所含的鞣质，对堇色毛癣菌、许兰氏黄癣菌、奥杜盎氏小芽孢癣菌、抗流感病毒 PR3 等均有不同程度的抑制作用^[26]，槟榔能够抑制口腔癌革兰氏阳性细菌的生长而减少龋齿病的发生^[27]，这也正是印度居民很少患龋齿病的原因^[28]。

张兴等人^[21]采用滤纸片琼脂扩散法(滤纸圆片直径为 6 mm)测定了槟榔中酚类化合物即异鼠李素，金

表 1 *A. catechu* Linn. 中的总酚与缩合单宁含量

样品	含量/(mg/g 鲜果重)	
	总酚含量 ¹	缩合单宁酸含量 ²
根	17.14±0.33 ^a *	18.05±6.61 ^a
叶	5.49±0.36 ^d	3.67±0.66 ^e
穗状花序	4.72±0.90 ^d	1.78±0.47 ^e
叶脉	2.41±1.31 ^e	1.33±1.03 ^e
嫩芽	0.58±0.01 ^f	0.85±0.16 ^e
花萼	3.52±0.51 ^d	1.22±0.36 ^e
花	3.83±0.81 ^d	2.15±0.45 ^d
未成熟槟榔果(2 cm) ³	5.78±0.86 ^d	9.03±1.90 ^b
未成熟槟榔果(3 cm) ⁴	9.28±0.65 ^e	7.84±0.95 ^b
成熟槟榔果	12.63±0.41 ^b	9.85±0.88 ^b
倒果	8.79±0.32 ^c	8.32±0.41 ^b

1: 单位为 mg 没食子酸当量/g 鲜果重。2: 单位为 mg 儿茶酚当量/g 鲜果重;
* 在同一栏里标有不同上标字母的数据差异显著($p<0.05$);
3: 2 cm 长的未成熟槟榔果; 4: 3 cm 长的未成熟槟榔果(商业大小)。

表 2 提取率和槟榔提取物中的总酚和类黄酮含量

部位	提取率/%	总酚含量/(mg/g)	类黄酮含量/(mg/g)
槟榔花	1.76±0.19 c	20.09 ± 1.21 c	6.12 ± 0.24 c
槟榔壳	3.24±0.11 b	59.22 ± 1.48 b	52.57 ± 3.02 b
槟榔籽	8.75±0.95 a	114.14 ± 3.4 a	77.36 ± 5.06 a

说明: SD: 标准偏差(平均值±3 个培养品种的平均值的标准误差);
在同一栏里用不同字母标记的数据在 0.05 概率水平上差异显著。

圣草黄素, 木犀草素, ($\pm$)-4', 5-二羟基-3', 5', 7-三甲氧基黄烷酮和巴西红厚壳素的抗菌活性, 结果表明巴西红厚壳素对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌和金黄色葡萄球菌均有明显抑制作用, 抑菌圈直径均为 9 mm, 而对白色念珠菌则没有表现出抑菌活性。其余化合物对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌、金黄色葡萄球菌和白色念珠菌均没有表现出抑制活性。从槟榔籽中分离出来的多酚物质 NF-86I 和 NF-86II 分别对变形链球菌 MT8148(c) 和 MT6715 (g) 的生长具有抑制作用, 这些抑制剂特异性地结合到细菌的细胞表面上从而抑制牙斑的形成^[29]。

2.2 抗氧化

植物的抗氧化能力与总酚含量之间有直接的关系^[30,31], 酚类物质广泛地存在于植物中并且被认为具有抗氧化和抗炎特性。Huang 等人^[32]研究了槟榔中的原花青素的抗氧化活性并证明其抗氧化能力随着其聚合度的增加而增加。郑锦星等人^[33]指出槟榔提取物对 H_2O_2 引起的中国地鼠 V79-4 细胞的氧化性损伤有抑制作用, 能够增强该细胞中的超氧化物歧化酶、过氧化氢酶及谷胱甘肽过氧化物酶活性, 这说明槟榔具有抗氧化作用, 而槟榔 82.05% 的抗氧化活性都是来自酚类物质^[34]。张伟敏等人^[9]分析了槟榔的不同部位的抗氧化活性, 分别测定了槟榔花、槟榔壳和槟榔籽对 DPPH 自由基的抑制率、对羟基自由基的抑制率以及还原能力, 从这 3 个指标来反映槟榔 3 个部位提取液的抗氧化能力。经过实验证明 3 个部位中, 槟榔籽拥有最高的对 DPPH 自由基以及对羟基自由基的清除活性, 其还原能力也最高。上述槟榔籽较高的还原能力可以归结为较高的多酚含量, 而且一种化合物的还原能力可以反映出它的抗氧化能力^[35], 由此可以说槟榔籽具有最强的抗氧化能力。此结果与 Wetwitayaklung 等人^[24]报道的一样, 他们通过一些指标研究了槟榔不同部位的抗氧化能力并指出槟榔籽拥有最强的自由基清除能力, 因此槟榔籽可以被开发并用做食品的天然抗氧化剂或者也可以用于医疗方面。

2.3 对淋巴细胞的作用

原花青素是从植物中提取得到的多酚化合物, 其具有多种生物活性, 例如免疫调节作用以及诱导肿瘤细胞凋亡作用。Wang 等人^[36]先前曾报道过槟榔的总提取物对脾脏淋巴细胞的代谢活动以及细胞因子在正常脾脏淋巴细胞中的表达具有抑制作用, 他们证明了富含多酚的槟榔果提取物在一定的浓度与时间条件下显著地引起了淋巴细胞的凋亡, 其原理就在于酚类物质耗尽了淋巴细胞内的硫醇而使得其无法生存。他们还从槟榔提取物中分离出了原花青素低聚体并研究了其对淋巴细胞的作用, 结果表明分离出来的原花青素低聚体从五聚体到十聚体具有诱导细胞凋亡的活性而单体到四聚体没有这种活性, 除此以外, 他们还证明了原花青素五聚体到十聚体使淋巴细胞内的硫醇含量显著地减少了, 从而验证了上述原理而且结果还表明了从槟榔果中得到的原花青素聚合体对初级淋巴细胞的诱导凋亡作用与聚合链的长度有关。

2.4 对新陈代谢的影响

槟榔水提物、多酚馏分、单宁酸和槟榔碱能够影响瑞士鼠体内的核酸和蛋白质代谢, 单宁酸还能够降低韦斯大鼠肝脏中的核酸和蛋白质含量^[37]。Shivapurkar 等人^[38]经试验已经发现槟榔水提物、多酚馏分、槟榔碱以及单宁酸对不同组织中的 RNA 和 DNA 含量具有不同的作用, 其原因可能是由于核酸和蛋白质的生物合成被促进或被阻止了^[39-40]。除此以外, 槟榔水提物、单宁酸和槟榔碱还能够引起肺部和肾脏中唾液酸的增加。向小鼠腹腔内注射一些致癌原如硫代乙酰胺、硫酸胍和 INH, 结果引起了小鼠肝糖的显著减少^[39,42]。研究发现槟榔水提物、多酚馏分和单宁酸都可以降低不同组织中的糖原含量。

2.5 抗衰老

槟榔中的酚类物质可作抗老化物质, 具有抗弹性蛋白酶和抗透明质酸酶的作用。为了大力发展皮肤抗老化活性成分, Lee 等^[43]人调查了 150 种药用植物对弹性蛋白酶的抑制作用, 结果发现槟榔提取物对皮肤组织的老化和发炎具有非常显著的抑制活性, 而且他们通过提取与纯化证明了具有这种活性的物质是多酚类。在上述研究的基础上, Lee 等人^[44]研究了槟榔 CC-516(槟榔乙醇提取物)体内与体外的抗老化作用, 结果证明 CC-516 提高了皮肤的水合性、弹性与光泽。其机理是因为 CC-516 能够抑制弹性蛋白酶的

活性从而保护弹性蛋白纤维而且能够促进胶原蛋白的合成。另外, Lee 等人^[43]进一步研究了槟榔 CC-517, 结果发现, CC-517 能够抑制参与血管周围基质降解的酶和弹性蛋白酶的活性, 保护细胞外基质的主要蛋白, 促进其重构, 间接改善毛细血管壁的韧性。

2.6 抗突变

Stich 等人^[45]发现槟榔中的酚类物质能够抑制人体中 N-亚硝基-L 脯氨酸的形成。研究结果表明, 2-氨基-3-甲基咪唑^[4-5]啉对鼠伤寒沙门氏菌 TA98 和 T100 有诱变作用, 而槟榔中的儿茶酚和单宁这两种成分能够抑制这种作用^[13], 儿茶酚, 被认为是一种能够抵抗多种动物肿瘤的化学防癌剂^[46]。

2.7 除口臭

Wang 等人^[47]通过用模型系统测定甲硫醇的挥发性以及对其挥发性的抑制讨论了嚼槟榔时清除口气的机理。结果显示, 槟榔的酚类物质粗提物虽然没有对甲硫醇的挥发性显示出任何的抑制作用, 但是其经过碱处理后却显示出极大的抑制作用。通过凝胶过滤进一步研究指出这种抑制作用可能是由于槟榔的酚类物质经过碱处理后氧化聚合的原因。

3 问题与展望

在临床药理及保健功效方面, 国内学者特别是台湾学者对槟榔的研究主要集中在其毒性、致口腔癌及对生殖功能影响等一些负面作用上, 而对槟榔及其提取物正面效应的系统研究比较少, 特别是对槟榔多酚的研究与功能评价更少, 国内外学者对槟榔所做的研究基本都是集中在槟榔提取液、槟榔碱及其与人体健康的关系。槟榔多酚的生物活性还没有被充分地挖掘出来, 尤其是一些对人体有益的作用机制几乎无人报道, 关于槟榔多酚与人体健康的关系还有待于进一步研究。

对比国内外槟榔的研究现状可以发现, 我国对槟榔的研究跟国际相比还有很大的差距, 位居四大南药之首的槟榔其临床药理价值没有得到充分的认识与利用。此外, 国内外目前对槟榔的研究也存在一些自相矛盾的地方, 如: 有文献指出槟榔碱可以使人的血糖降低, 槟榔中的一些元素也对糖尿病起着调节作用, 但咀嚼槟榔也可能导致产生糖尿病。Tung 等人^[48]就指出嚼食槟榔是台湾男性患高血糖及 II 型糖尿病的原因。由嚼食槟榔所带来的正负面生理效应是由槟榔果本身引起的还是由其他成分引起的抑或是两者的加成引起的都没有被清楚地认知。

展望未来, 提取槟榔内的多酚成分并对其进行功能评价, 挖掘槟榔多酚的生物活性尤其是研究其对人体的正面效应是槟榔研究的重要课题。从生理效应验证进入到机理探索以确定其生理活性或毒性的研究势在必行, 一来减少和降低槟榔的负面效应, 为槟榔的综合利用与深度开发打基础; 二来弥补当今市场上含有槟榔成分食品的空白, 满足消费者对槟榔与健康的双重需求, 也为含有槟榔成分的(功能性)食品的开发提供一定的理论与现实依据。

参 考 文 献

- [1] 全国中草药汇编编写组. 全国中草药汇编(上册)[M]. 人民卫生出版社, 1978: 898.
- [2] 陈 鹏. 东南亚的槟榔[J]. 世界民族, 1996(1): 66-69.
- [3] 颜炳稳. 漫话海南的槟榔[J]. 生物学教学, 2000, 25(1): 43-44.
- [4] 郑仕宏, 张海德, 何 双, 等. Folin-Ciocalteus 法测定槟榔中多酚含量的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2009(6): 35.
- [5] Shekhar Sharma H S, Gilmore C, Sharma H B. Comparison of chemical components of healthy and spoiled areca nut[J]. Mycological research, 1991, 95(6): 747-751.
- [6] Wang C K, Lee W H, Peng C H. Contents of Phenolics and Alkaloids in *Areca catechu* Linn during Maturation[J]. Journal of Agricultural Food Chemistry, 1997, 45(4): 1185-1188.
- [7] Mathew A G, Venkataramu S D, Govindarajan V S. Studies on arecanut, Part I. Changes in chemical composition and physical characteristics of nuts with maturity[J]. Indian Journal of Technology, 1964, 2: 92-96.

- [8] Shivasankar S, Mathew A G, Natarajan C P. Post-harvest technology of Areca nut[J]. *Areca nut & Spices Bull*, 1976, 7: 59-63.
- [9] Zhang W M, Li B, Han L, *et al.* Antioxidant activities of extracts from areca (*Areca catechu* L.) flower, husk and seed[J]. *African Journal of Biotechnology*, 2009, 8(16): 3 887-3 892.
- [10] Kusumoto I T, Nakabayashi T, Kida H, *et al.* Screening of various plant extracts used in ayurvedic medicine for inhibitory effects on human immunodeficiency virus type 1(HIV-1)protease[J]. *Journal of Phytother Res*, 1995, 9: 180-184.
- [11] 戴好富, 梅文莉. 海南药用植物现代研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2007: 33-37.
- [12] Mujumder A M, Kapadi A H, Pendse G S. Chemistry and pharmacology of betel nut *Areca catechu* Linn[J]. *Journal of Plant Crops* 1979, 7: 69-92.
- [13] Wang C K, Lee W H. The separation, characteristics and biological activities of phenolics in areca fruit[J]. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 1996, 44 (8): 2 014-2 019.
- [14] Nagarajan G R, Seshadri T R. Leucocyanidins of arecanut toon (*Cedrela toona* Roxb.) wood[J]. *Journal of Sci. Ind. Res*, 1961, 20: 615-616.
- [15] Banerjee S, Rajadurai S, Nayadumma Y. Occurrence of D-catechin and flavan, 3-4, diol. *Areca nut bulletin*[R], Central Leather Research Institute, Madras, 1961, 8: 174-175.
- [16] Cfriti. Annual Report for 1960-61 of the Arecanut Technological Laboratory[M]. Central Food Technological Research Institute, Mysore, 1961: 65.
- [17] Govindarajan V S, Mathew A G. Polyphenolic substances of arecanut[J]. *Phytochemistry*, 1963, 2: 321-326.
- [18] Mathew A G, Parpia H A B, Govindarajan V S. The nature of the complex proanthocyanidins[J]. *Phytochemistry*, 1969, 8: 1 543-1 547.
- [19] Nonaka G, Hsu F, Nishioka I. Structures of dimeric, trimeric and tetrameric procyanidins from *Areca catechu* L.[J]. *Journal of Chem. Soc., Chem. Commun*, 1981: 781-783.
- [20] Ridgway E B, Gordon A M. Effect of post-stimulus length changes in single fibers[J]. *Journal of general Physiology*, 1984, 83(1): 75-103.
- [21] 张 兴, 梅文莉, 曾艳波, 等. 槟榔果实的酚类化学成分与抗菌活性的初步研究[J]. *热带亚热带植物学报*, 2009, 17(1): 74-76.
- [22] 中华人民共和国国家药典委员会. 中国药典. 二部 [S]. 北京: 化学工业出版社, 2005. 附录 85.
- [23] Dar A, Khatoon S. Antidepressant effects of ethanol extract of *Areca catechu* in rodents[J]. *Journal of Phytother Res*, 1997, 11: 174-176.
- [24] Wetwityaklung P, Phaechamud T, Limmatvapirat C, *et al.* The study of antioxidant capacity in various parts of *Areca catechu* L.[J]. *Naresuan University Journal*, 2006, 14 (1): 1-14.
- [25] Okuda T, Yoshida T, Hatano T. Chemistry and biological activity of tannins in medicinal plants//The economic and medicinal plant research; Wagner H, Farnsworth N R, Eds., London: Farnsworth Academic Press, 1991: 129-165.
- [26] 张春江, 吕飞杰, 陶海腾. 槟榔活性成分及其功能作用的研究进展[J]. *中国食物与营养*, 2008(6): 52.
- [27] Hung S L, Lin Y W, Wang Y H, *et al.* Permeability of *Streptococcus mutans* and *Actinobacillus actinomycetemcomitans* through guided tissue regeneration membranes and their effects on attachment of periodontal ligament cells[J]. *Journal of Periodontal*, 2002, 73: 69-76.
- [28] Gupta P C, Ray C S. Epidemiology of Betel Quid Usage[J]. *Ann Acad Med Singapore*, 2004, 33: 31-36.
- [29] Uchino K, Toukairin T, Kawaguchi K, *et al.* The growth inhibition of *Streptococcus mutans* by 5'-nucleotidase inhibitors from *Areca catechu* L.[J]. *Journal of Chemistry Pharm Bull (Tokyo)*, 1991, 39(5): 1 323-1 324.
- [30] Robards K, Prenzler P D, Tucker G, *et al.* Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits[J]. *Food Chemistry*, 1999, 66: 401-436.
- [31] Ferreira I C F R, Baptista P, Vilas-Boas M, *et al.* Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal[J]. *Journal of Food Chemistry*, 2007, 100: 1 511-1 516.
- [32] Huang P L, Chi C W and Liu T Y. Effects of *Areca catechu* L. containing procyanidins on cyclooxygenase-2 expression *in vitro* and *in vivo*[J]. *Food and Chemical Toxicology*. 2010, 48(1): 306-313
- [33] 郑锦星, 李忠海, 袁列江, 等. 槟榔生理效应研究进展[J]. *食品科技*, 2006(9): 302-305.
- [34] Pimolpan P, Pakatip R, Rapepol B, *et al.* Inhibition of *Naja kaouthia* venom activities by plant polyphenols[J]. *Journal of Ethnopharmacology*. 2005, 97(3): 527-533.
- [35] Lee Y R, Woo K S, Kim K J, *et al.* Antioxidant activities of ethanol extracts from germinated specialty rough Rice[J]. *Journal of Food Science Biotechnology*, 2007, 16(5): 765-770.
- [36] Wang C C, Huang P L, Liu T Y, *et al.* Highly oligomeric procyanidins from areca nut induce lymphocyte apoptosis via the depletion of intracellular thiols[J]. *Toxicology in Vitro*, 2009, 7(23): 1 234-1 241.
- [37] Korpasy B. Tannins as hepatic carcinogens[J]. *Progr. exp. Tumour Res.*, 1961, 2: 245-290.
- [38] Shivapurkar N M, Bhide S V, Ranadive K J. Biochemical studies of betel nut constituents[J]. *Indian Journal of Pharmac*, 1978, 10

(3): 191–200.

- [39] D'souza R A. Biochemical studies on carcinogenesis. M. SC[M]. Thesis submitted to University of Bombay, 1975.
- [40] Khadapkar S V. Biochemical studies on the mechanism of carcinogenesis. M. SC[M]. Thesis submitted to University of Bombay, 1975.
- [41] Underhill F P, Murlin J R. The influence of hydrazine upon the respiratory quotient and upon heat production[J]. Journal of biology chemistry, 1915, 22: 499–504.
- [42] Amenta J S, Johnston E H. Hydratine-induced alterations in rat liver[J]. Lab. Invest., 1962, 11: 956–962.
- [43] Lee K K, Cho J J, Park E J, *et al.* Anti-elastase and anti-hyaluronidase of phenolic substance from *Areca catechu* as a new anti-aging agent[J]. International Journal of Cosmetic Science, 2001, 23(6): 341–346.
- [44] Lee K K, Choi J D. The effects of *Areca catechu* L. extract on anti-aging[J]. International Journal of Cosmetic Science, 1999, 21(4): 285–297.
- [45] Stich H F, Ohshima H., Pignatelli B, *et al.* Inhibitory effect of betel nut extracts on endogenous nitrosation in humans[J]. Journal of Natl. Cancer Institute, 1983, 70: 1 047–1 050.
- [46] Jeng J H, Wang Y J, Chiang B L, *et al.* Roles of keratinocyte inflammation in oral cancer regulating the prostaglandin E2, interleukin-6 and TNF- α production of oral epithelial cells by areca nut extract and arecoline[J]. Carcinogenesis, 2003; 24: 1 301–1 315.
- [47] Wang C K, Chen S L and Wu M G. Inhibitory Effect of Betel Quid on the Volatility of Methyl Mercaptan[J]. Journal of Agricultural Food Chemistry, 2001, 49(4), 1 979–1 983.
- [48] Tung T H, Chiu Y H, Chen L S, *et al.* A population-based study of the association between areca nut chewing and Type 2 diabetes mellitus in men (Keelung Community-based Integrated Screening programme No.2)[J]. Diabetologia, 2004, 47(10): 1 776–1 781.

Review on the Physiological Activity of Polyphenols of Betel Nut

Qi Jing^{1,2}, Huang Yulin¹, Chen Weijun^{1,3}, Tang Minmin¹, Zheng Yajun¹, Zhao Songlin^{1,3}

1 Coconut Research Institute, CATAS, Wenchang, Hainan 571339, China;

2 College of Food Science, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China;

3 Hainan Key Laboratory for Research of Tropical Palm Plants, Wenchang, Hainan 571339, China

Abstract *Areca catechu* L. belongs to areca palm and is a tropical valuable medicinal plant. It is mainly planted in Hainan, Yunnan provinces, and India, Malaysia. Betel nut fruit is a hobby product for chewing but also can be used as medicine. It is regarded as one of the four most important southern.Chinses herbs in China. Although betel nut has aroused concern in China and abroad, its functional studies remain to be further clarified. In order to search for more physiological active ingredients of betel nut and to let the public know more about it, this paper presented research advancement to betel nut polyphenols.

Key words Betel nut; *Areca catechu*; Polyphenol