

费约果营养、生物活性成分及应用研究进展

王 丹, 袁小红, 熊双丽, 黄仁华, 张 猛, 马泽刚, 黄 蕴

(西南科技大学 生命科学与工程学院, 四川 绵阳 621010)

摘要: 费约果(*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret.)是起源于南美的一种桃金娘科南美稔属的多年生亚热带常绿灌木类植物,该果实集食用、保健、药用价值为一体,在食品、保健品、药品、化妆品等诸多领域应用前景广阔。作者对各国发表的有关费约果果实(包括果肉、果皮及果实废弃物等)营养、活性成分及其功效、应用现状和发展前景情况进行了文献综述,并在此基础上提出了开发应用建议。

关键词: 费约果;营养;生物活性;应用;进展

中图分类号: S668.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2015)04—0337—12

Nutritional and Bioactive Products from Feijoa (*Feijoa sellowiana*, Myrtaceae) and Their Application: A Review

WANG Dan, YUAN Xiaohong, XIONG Shuangli, HUANG Renhua,
ZHANG Meng, MA Zegang, HUANG Yun

(College of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: The feijoa, *Feijoa sellowiana* (O. Berg), is a perennial evergreen shrub of the Myrtaceae family, which originates from the South America and is grown in the subtropical region. It is a food crop of medicinal and nutritional value. It has a brilliant prospect in food, nutraceutical, pharmacology and cosmetic industries. This review summarized the international studies on the nutraceutical value, recent applications and developments of the nutritional and bioactive products from feijoa fruit (including pulp, peel and its waste) and its leaves and twigs. The developments of feijoa in domestic market were also discussed.

Keywords: Feijoa, nutrition, bioactive components, application, development

费约果(*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret.)是起源于巴西、阿根廷、智利等国家的一种桃金娘科南美稔属的多年生亚热带常绿灌木类植物,因其果实

成熟后散发出似菠萝和番石榴或菠萝和草莓的混合芳香气味,香味持久,又名凤梨番石榴。费约果灌木状树冠,绿色的果实,红色的花,可作园林绿化

收稿日期: 2014-04-22

基金项目: 四川省科技厅国际科技合作与交流项目(2014HH0053)。

作者简介: 王 丹(1962—),女,重庆人,教授,主要从事园艺植物学研究。E-mail: wangdan@swust.edu.cn

树种。

费约果鲜果是食用的主要部位,果实园形、椭圆形、梨形或长圆形,果皮蓝绿色至灰绿色,果肉奶油色,柔软,肉厚、多汁,果实表皮附近含石细胞,味甜至微酸,成熟采收数日后,略微变软,散发出似凤梨和番石榴或凤梨和草莓的混合芳香气味,芳香持久,属于高维生素、高矿物质、高膳食纤维、高抗氧化剂、低热量的保健食品,富含一般植物少有的水溶性碘化物和原花青素,具有抗菌、抗癌、抗氧化等诸多功效,其果实除鲜食外,还被加工成各种加工品,也因其独特的香气被作为添加剂加入冰激凌、巧克力、饼干、糖果、面包、酸奶等中用作食品调味剂;其苦涩的果皮,略甜、脆而多汁的花瓣也可直接鲜食或作为原材料加入沙拉中^[1]。

费约果因为其含有抗氧化、抗菌、消炎和抗敏等的物质,已被广泛作为植物性药物加以应用。因为费约果含丰富的碘(Roberts 2001),在费约果原产的几个国家如巴西、乌拉圭、巴拉圭等都将费约果作为治疗和预防甲状腺疾病的药加以利用。据Kolesnik等(1991)、Migliuolo等(1994)和Ferrara(2001)报道,费约果每100 g含碘分别为0.6、3.5、3.0 mg,其花和果可被制作成为茶以预防碘缺乏(Roberts 2001)。

用费约果熬制的汁液被用于治疗痢疾和腹泻,但在其中要加入其花。在巴拉圭,新鲜压碎的花被用于冷敷治疗皮疹、轻微烧伤、昆虫叮咬产生的瘙痒和发炎,用花制作的护肤液也被用于缓解皮肤的灼伤。费约果果实切片也被制作成为膏药,其果实也用于治疗动脉粥样硬化、肾盂肾炎、心血管系统等疾病(Kolesnik等,1991)。叶片可制成茶以治疗感冒咳嗽、消化不良、痢疾、溃疡、糖尿病等。由于其含丰富的VC,有一定的食疗作用,能防治感冒和发烧,维持血压稳定。土耳其Beyhan等(2011)报道费约果叶可用作治疗与腹泻、消化道和呼吸道功能紊乱、痢疾、溃疡和风湿疼痛相关的消化性疾病,其叶提取物可用作茶以降低糖尿病人血糖水平^[12-13]。

除传统药用外,近年来费约果果实、花、叶及枝内含的丰富的生物活性成分广泛引起美国、法国、意大利、日本、埃及、土耳其、澳大利亚等世界各国的关注,对其药用、营养、保健成分等进行了大量的研究,是费约果研究活跃的领域之一。我国已成功

引进费约果并处于发展前期,为进一步促进费约果的发展,有必要对世界各国费约果营养、生物活性成分及应用研究进展进行了解和分析。

1 费约果果实(生殖器官)营养、生物活性成分及应用

1.1 费约果果实营养成分

1.1.1 营养成分分析 费约果果实营养成分研究中不同产地、不同研究机构、不同分析测定方法和不同品种所测定数据有所不同。Morton(1987)测定费约果果实营养成分为:100 g可食部分含水分84 g,蛋白质0.9 g,脂肪0.2 g,碳水化合物10 g,灰分0.5 g,矿物质元素K 166 mg, Na 5 mg, Ca 4 mg, Mg 8 mg, P 10 mg, Fe 0.05 mg, 抗坏血酸35 mg。Anwiksha(2013)所测定结果略有不同,其果实每100 g含蛋白质0.3 mg,脂肪0.2 mg, Na 1 mg,碳水化合物3 mg, Ca 4.8 mg, K 44 mg,糖2.7 mg,食用纤维0.6 g。美国农业部农业研究服务中心2010年对费约果果实营养成分研究最为全面,所测结果为其果实可食用部分占整个果实质量的57%,果皮占43%。

在可食部分中每100 g所含营养成分为水84.94 g,蛋白质0.98 g,总脂肪0.60 g,灰分0.56 g,碳水化合物12.92 g,总膳食纤维6.4 g,总糖8.20 g(其中蔗糖2.93 g,葡萄糖2.32 g,果糖2.95 g),矿物质元素Ga 17 mg, Fe 0.14 mg, Mg 9 mg, P 19 mg, K 172 g, Na 3 mg, Zn 0.06 mg, Cu 0.036 mg, Mn 0.084 mg; VC(抗坏血酸)32.9 mg, 硫胺(VB1) 0.006 mg, 核黄素0.018 mg, 烟酸0.295 mg, VB6 0.233 mg, 叶酸(total) 23 mg, β -胡萝卜素2 mg, β -隐黄质3 mg, 番茄红素5 mg, (梅毒菌素+玉蜀黍黄素)27 mg, VE(α -生育酚)0.16 mg, VK(叶绿醌)3.5 mg。

费约果总饱和脂肪酸0.148 g,其中丁酸0.006 g,癸酸0.004 g,月桂酸0.002 g,肉豆蔻酸0.004 g,棕榈酸0.107 g,硬脂酸0.020 g,花生酸0.004 g;总单不饱和脂肪酸0.081 g;总多重不饱和脂肪酸0.194 g;氨基酸中含色氨酸0.010 g,苏氨酸0.026 g,异亮氨酸0.026 g,亮氨酸0.039 g,赖氨酸0.052 g,蛋氨酸0.010 g,苯基丙氨酸0.026 g,酪氨酸0.013 g,缬氨酸0.026 g,精氨酸0.026 g,组氨酸0.013 g,丙氨酸0.052 g,天(门)冬氨酸0.0104 g,谷氨酸0.182 g,氨基乙酸0.039 g,脯氨酸0.026 g和丝氨酸0.039 g(USDA, 2010)。

在费约果果肉和果皮中已鉴定出约30组脂质成分(Kolesnik et al. 1991)。果肉中的脂质成分主要是三酰甘油,固醇,脑苷脂,磷酸神经酰胺、磷酸肌醇,磺酸基异鼠李糖基二脂酰基甘油,磷脂酸,磷脂酰甘油和卵磷脂。果皮内含碳氢化合物,固醇,脂肪酸中的酯及较低含量的醇、脑苷脂,双半乳糖甘油二酯,磷酸肌醇,磷脂酰甘油。果肉的脂肪酸包含15种($C_{12:0}$ – $C_{28:0}$)的代表,果皮则由11种($C_{12:0}$ – $C_{18:3}$)代表^[15~17]。

1.1.2 营养价值评价 与其它水果相比费约果果实含水较少,但含维生素、蛋白质(氨基酸)、脂质和灰分较多(T.K. Lim, 2012),含丰富的VC,较低的热量和较高的矿物质和纤维(Roderick J. Weston, 2010);其含矿物质较多的是钾、磷及有机酸(Isobe, 2002),主要含柠檬酸、酒石酸、丙酸、琥珀酸,VA,如 α -胡萝卜素、 β -胡萝卜素、 β -隐黄质、水溶或难溶于水的纤维、黄酮而不含胆固醇。其半纤维素、纤维素和木质素的含量分别为每100克含1.6, 2.9, 1.9 g,其总可溶性膳食纤维含量(IDF)和木质素含量高于已报道的其它果树种类。果实含胶质质量分数20%,脂质种类多,主要是中性脂类,主要包括类胡萝卜素、VE,也含酯脂类和磷脂。

Salvo等(1987)分析了在意大利栽培的费约果的营养成分,其VC质量分数为8.75 mg/hg,果皮中的VC质量分数是果实中的2倍,1个费约果果实中VC含量平均为9 mg,3个果实就能满足推荐单日摄入量的一半以上。果实中也含有较高含量的原花青素,3个果实能提供约4 g膳食纤维。费约果具有水果中独特的高碘含量, Migliuolo and Ruggeri (1994)测定其碘含量为3.5 mg/hg,但Ferrara和Montesano(2001)测定其鲜果碘含量为3.0 mg/hg。其食用碘水平一般与水藻等海产品相当,但取决于栽培费约果土壤的碘水平。此外在费约果果实中发现含有大量具有生物活性的多酚物质,如儿茶酚、无色花色苷,黄酮醇,原花青素,萜醌类,萜烯醌类,甾体皂甙和单宁。

因此费约果果实对人类健康有益,能诱导肠功能的改善,因其高度碱性能平衡机体pH;果实因含钾而能稳定血压;富含VC,有利于提高人体对寒冷和季节性过敏症的反应。果实富含叶酸和VB,一天食用1个果实满足1个成人每日所需营养的10%。富含丰富的膳食纤维能提供人体所需的纤维以维

持健康的新陈代谢。Anwiksha(2013)报道其酚类含量较高,可能研发成为抗氧化剂,其提取物可用作营养保健食品或用于药妆品,其功效可与柑橘和浆果类媲美。费约果花中含有的多酚物质包括花色素3-葡萄花色苷,叶中也含有儿茶素,包括儿茶酚、表儿茶酸、鞣宁和表儿茶素^[18~23]。

1.1.3 影响费约果营养成分的因素 影响费约果营养成分的因素较多,既有其本身遗传特性的差异,也与外界环境条件密切相关。对土耳其Sakarya地区栽培的300株费约果实生苗研究发现,单果重平均为22.89 g,范围为10.00~40.00 g,果实酸度(pH)平均为3.85,范围为2.69~4.78,可溶性固形物含平均为12.08 g,范围为8.00~16.00 g,果实品质株间差异较大。同时进一步对土耳其Sakarya地区栽培的费约果11个品系的果树学特性和大量元素、微量元素含量进行研究,其结果为11个品系的单果重、果长、果宽、可溶性固形物和果酸质量分数分别为18.57~40.00 g, 27.74~59.95 mm, 23.42~39.43 mm, 8.30~14.20%和3.33%~4.50%。其干果的N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn和Cu质量分数分别为0.72%~1.47%, 0.091%~0.104%, 0.53%~0.94%, 0.33%~0.75%, 0.070%~0.103%, 38~200 mg/kg, 2.10~6.30 mg/kg, 2.90~7.30 mg/kg, 1.71~6.95 mg/kg;叶的N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn和Cu质量分数分别为1.42%~2.31%, 0.092%~0.134%, 0.32%~0.66%, 1.70%~3.40%, 0.19%~0.32%, 70~148 mg/kg, 18~63 mg/kg, 6.70~11.10 mg/kg, 1.32~2.88 mg/kg。

丁振柱等(2009)对在我国四川栽培的费约果4个品种果实发育过程中可溶性糖质量分数、可滴定酸、可溶性蛋白质、可溶性固形物质量分数的季节变化进行研究,发现4个品种费约果果实在生长发育过程中可溶性糖的质量分数变化趋势基本一致,年平均值最大Apollo(3.91%)、最小为Triumph(3.83%);早熟(Coolidge、Mammoth)、中晚熟(Apollo、Triumph)品种间果实可滴定酸质量分数变化趋势存在一定差异,年平均值最大、最小分别为Coolidge(1.78%)、Mammoth(0.75%);品种间的可溶性蛋白质量分数变化趋势基本一致, Coolidge(5.15 mg/g)年平均值最大、Apollo(4.74 mg/g)最小;早、晚熟品种间果实可溶性固形物含量变化趋势存在一定差异,且晚熟品种平均含量较高。J. E. Harman (1987)发现其果实糖和有机酸含量在开花后80 d

较低,但开花后 90 d 至果实脱落迅速提高,Ga、Ma、K 含量在成熟期间持续升高。因此费约果果实营养成分含量因栽培地区及不同品种在不同时期而不同。

1.2 费约果精油成分及应用

费约果成熟果实香气浓郁,有番石榴或菠萝和草莓的混合芳香气味,其香气的产生与其精油成分密切相关。但对费约果果实中所含精油的成分及含量因不同研究者在不同年代采取不同研究方法而不同,但多数报道均是费约果果实所含精油的成分以苯甲酸甲酯和苯甲酸乙酯为主。

澳大利亚报道在费约果果实中鉴定出 16 种香气成分,其中苯甲酸甲酯和苯甲酸乙酯质量分数超过了其挥发油成分的 90%。在挥发油中鉴定出的成分还包括 3-辛酮,甲基丁酸乙酯,肉桂酸乙酯,乙酸乙酯,乙酸叶醇酯,2-己烯醛,2-甲基正戊基酮,2-壬酮,2-十一酮,苯甲酸甲酯和苯甲酸乙酯。苯甲酸叶醇酯和苯甲酸己烯也被鉴定出来。Shaw 等(1983)报道费约果果实芳香成分有 11 种,包括月桂烯,己酸乙酯,罗勒烯,2-丁酸庚酯,甲基丁酸叶醇酯和己酸叶醇酯。其中,丁酸乙酯、苯甲酸甲酯和苯甲酸乙酯是最重要的芳香成分。随之又报道列举了费约果果实 15 种芳香成分,其中 3-己烯醛和苯甲酸异丙酯属首次报道,其中苯甲酸甲酯质量分数占总芳香成分的 82%。美国 Binder 等(1989)报道费约果果实主要芳香成分是右旋大根香 D,拜普韦瑞右旋大根香(bicyclogermacene),苯甲酸甲酯, β -石竹烯,苯甲酸叶醇酯,芳樟醇,蛇麻烯和辛烷,报道了鉴定出的 85 种成分,其中有 47 种成分以前均未见报道^[24-27]。

对意大利不同地区生产的费约果果实中的主要芳香成分苯甲酸乙酯和苯甲酸甲酯进行分析,结果显示来自 Palermo 地区的费约果苯甲酸乙酯含量高于苯甲酸甲酯,且酸度较低。相反来自 Roma, Cagliari 和 Metaponto 地区的费约果苯甲酸甲酯占优势。所有品种的 pH 值和可溶性固形物含量没有显著不同。对全果芳香成分分析发现,芳香物质主要位于果皮,只有质量分数 50% 的成分(如芳樟醇、苯甲酸乙酯、苯甲酸甲酯)存在于果肉中。对栽培于中国四川地区的费约果果实的香气成分进行研究,共鉴定出 32 种香气成分,相对质量分数为 90.29%。主要香气成分为酯类(50.64%)、醛类

(26.04%)、醇类(5.84%)、烯类(3.85%)、酮类(3.14%)、酚类(0.77%)。其中相对质量分数最高的是苯甲酸甲酯(36.56%),其次是顺-3-己烯醛(17.44%)、己醛(5.07%)、丁酸乙酯(4.21%)、乙醇(3.60%)、反-2-己烯醛(3.53%)、苯甲酸乙酯(1.50%)、3-辛酮(1.44%)、芳樟醇(1.40%)、丁酸顺式-3-己烯酯(1.30%)、乙酸乙酯(1.21%)、石竹烯(1.04%),其检测出的芳香物质在数量上有所增加,但主要芳香物质成分基本与上述研究一致。

在对费约果果皮的挥发油芳香成分研究中,34 种费约果果皮的挥发油芳香成分中叶醇、芳樟醇和苯甲酸甲酯占到油质量的 53%(Shaw et al.1989)。费约果果皮提取的基础精油中平均含 68 种成分,其中 67 种已被鉴定出来,占到总量的 96.4%(Fernandez et al. 2004)。化学分析表明:费约果皮油含 11 种酯(质量分数 9.1%),2 种非单萜,2 种萜烯类碳氢化合物(0.5%),2 种氧化单萜烯类(1%),29 种倍半萜烯类碳水化合物(64.8%)和 14 种氧化倍半萜烯(17.8%),其主要组成是 β -石竹烯(12%)、喇叭烯(9.6%)、 α -蛇麻烯(6.3%)、 β -榄香烯(4.9%)和 α -葑烯(4.8%),Shaw 从新西兰的费约果果皮中分离得到的主要成分是叶醇(20%)、芳樟醇(18%)、苯甲酸甲酯(6%)、辛酮-3(6%),但产率很低(0.1%)。这些组成与 Fernandez 等(2004)等报道的产自法国的费约果果皮成分不同,其产率也是 0.1%。

Starodubtseva 等(1986)报道俄罗斯 Georgia 地区的费约果果实的芳香精油成分与新西兰的相同,且这种情况与日本的报道也相近(Shioda 等 1980, Shioda 等 1979)。Di Cesare 等(1995)发现费约果品种果实的精油大多数芳香成分主要来自果皮,认为费约果果实强烈的香气表明其有潜在的用作食用香精的商业应用价值,但为获得一致的精油成分还应研究提高其精油产率和分离的技术工艺。Di Cesare 等(1998)研究了费约果果汁浓缩方法及其浓缩产品的芳香成分变化,在后续研究中该课题组发现通过冻融法促进了 1/4 浓缩果汁的香气,也研究了冰冻干燥法对果实芳香成分的影响。

澳大利亚的 P. J. Hardy 等对生长于西班牙西北部 Galicia 地区的费约果果皮精油的芳香成分进行了研究,主要成分为柠檬精油、 β -石竹烯、 α -松萜、

β -松萜、三甲基亚甲基双环十一碳烯和草蒿脑。其提取物中含有色氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、天冬酰胺酸等氨基酸(Nakashima, 2001)和含量较高的儿茶酚、无色花色苷、黄酮、鞣花酸戊糖苷、槲皮苷、金丝桃甙和原花色素等多酚类物质^[29~41]。

1.3 费约果生殖器官生物活性成分及其药理作用

1.3.1 抗菌和抗病毒特性 费约果香精油显示了广谱性的抗菌特别是抗真菌的特性,其主要组成是柠檬油精(29%), β -石竹烯(27%), α -松萜(9%), β -松萜(3%)和草蒿脑(1.5%)(Saj, Roy等2008)。意大利 L. Ferrara 等(1999)对费约果品种 Triumph 不同部位(果实、花、叶片)的乙酸乙酯提取物的黄酮类化合物进行了分析,发现花中含有许多类黄酮,主要是黄酮糖苷配基。

Vuotto报道费约果水提取物也有抑制绿脓假单胞菌、产气肠杆菌和阴沟肠杆菌生长的特性,但其叶、茎等营养器官提取物的活性低于果实(含果皮、果肉、种子)。果实中的抗菌活性物质主要位于种子内。该发现再次证明费约果既有抗菌活性也有抗氧化特性,因此其提取物可用于制作新药。

Adriana Basile 等对费约果果实的丙酮提取物的抗菌活性进行了研究。他们用提取物对格兰仕阴性的幽门螺旋杆菌和3个真菌菌株(一个为人类病原体,2个为植物病原体)的作用,其目的是通过活性导向分离程序分离和界定提取物抗细菌、抗真菌和抗幽门螺杆菌的活性的具体成分,结果显示黄酮是其主要成分,其黄酮显示出抗9个所测标准菌株和临床分离得到的细菌菌株,明显表现出比甲硝唑对幽门螺旋杆菌有更强的抗性,来自标准菌株和临床分离得到的绿脓假单胞菌、奇异变形杆菌、普通变形杆菌菌表现出对黄酮高度的敏感性(标准菌株的最低抑制浓度为1.95 $\mu\text{g/mL}$,3个临床菌株为3.9 $\mu\text{g/mL}$ 。真菌中的丝核菌表现出对黄酮最敏感,其最低抑制浓度为62.5 $\mu\text{g/mL}$)。Basile 等研究了费约果不同器官提取物的抗细菌活性发现所有部位提取物均能抗8个细菌菌株,抗菌活性最强的是种子,其次是果实,最后为营养器官,其活性是因其具有独特的抑制细菌繁殖的特性。他们应用化学发光实验进一步研究证明果皮和果肉提取物是抗菌、抗氧化的主要部位。

一个日本研究小组发现费约果果皮的丙酮提取物表现了较强的离体抗菌活性。他们研究了费

约果皮提取物的细胞毒性、对人类免疫缺陷病毒的抗性和抗菌活性,结果表明其丙酮提取物(A3)和甲醇提取物对格兰仕阳性菌和格兰仕阴性菌和真菌有抗菌活性。丙酮提取物 A4 表现有多重抗性,其显示的活性与戊脉安(阳性对照)相当。这些结果显示费约果果皮提取物可制作为具有抗菌和多重调节作用药物的潜力。

意大利研究小组发表了较多关于费约果果实的水提取物的生物活性成分及其抗菌抗氧化特性论文,他们应用肉汤稀释试验方法评估了费约果果实的水提取物对格兰仕阳性菌和格兰仕阴性菌的抗性和对人类白细胞的影响,并用化学发光法分离了嗜中性粒细胞。提取物能抑制细菌的生长,其中绿脓假单胞菌、肠细菌、阴沟肠杆菌等对其最敏感。费约果有抗菌和抗氧化活性因此有可能被用作一种新的多用途药物^[42~45]。

1.3.2 抗氧化活性 日本研究小组测试了费约果及其它热带水果果实的乙醇萃取物的抗氧化特性,分析费约果提取物的多酚含量高于其它热带水果。采用福林-酚比色法测定总的多酚质量分数在果实可食部分是59 mg/hg,总多酚质量分数与DPPH自由基清除率高度相关。随后该研究小组将费约果提取的多酚与一种商用抗氧化剂(水溶性维生素E)进行比较其防治亚油酸氧化的能力,发现亚油酸过氧化作用的抑制50%时需要1250 mg水溶性维生素E,只需要162 mg费约果果皮或者197 mg果肉提取的多酚。

多酚的抗氧化效果很稳定,在pH 4和7的条件下,100 $^{\circ}\text{C}$ 加热3 h后至少还保持90%活性,但在pH 10时抗氧化效果不稳定,提高加热温度和延长加热时间会降低抗氧化效果。当果皮或果肉提取的多酚加入饼干后也会比不加多酚的对照组能显著抑制其氧化水平分别为68%或60%。McGhie等报道费约果果实的抗氧化特性优于猕猴桃,但不如浆果类,其果肉的抗氧化活性成分主要是多酚类物质中的原花色素。在拉丁美洲整个果实均被食用,其果皮占整个果实的相当比例,味酸或苦,所以其具有较果肉更高的抗氧化水平^[46]。

1.3.3 抗癌活性 一个意大利研究小组发现费约果的丙酮提取物能选择性抑制癌细胞的生长,他们鉴定出黄酮是抗癌的主要成分,它能诱导癌细胞的凋亡。有关的生物活性产品鞣花丹宁也已经在费约

果和番木瓜的叶片中分离得到,并且这些多酚物质已知其能选择性抑制癌细胞的生长^[47]。

费约果果实的丙酮提取物表现出抗血液病学癌细胞的活性,利用骨髓性白血病病人的母细胞进行体外试验,证实完全的费约果丙酮提取物能够诱导癌细胞凋亡。在细胞株及骨髓性白血病病人身上均能诱导癌细胞凋亡的同时提高组蛋白和非组蛋白乙酰化作用水平,且抑制组蛋白乙酰基转移酶(HDAC)的活性。该发现证实了费约果诱导癌细胞凋亡的主要成分可能是黄酮,且这种活性与抑制(HDAC)酶的活性相关,这支持了癌系统中的外成的促凋亡法则假说。

费约果果皮提取物表现出抗肿瘤和抗菌活性,可作为有一定治疗作用的制剂。(Nakashima 2001),其果皮的丙酮提取物和甲醇提取物具有很强的抑制革兰氏阳性菌(*Staphylococcus epidermidis* 葡萄球菌属)和革兰氏阴性菌(大肠杆菌 *Escherichia coli*, 绿脓假单胞菌 *Pseudomonas aeruginosa*)和真菌白念珠菌、假丝酵母菌的特性,其抗肿瘤活性、50%细胞毒性、抗人类免疫缺陷病活性及抗细菌活性显示出有2个活性组分。但是所有提取物在 MIC 50>100 mg/mL 时均未展现抗幽门螺杆菌的作用。

甲醇提取物表现出对2个肿瘤细胞株(HSC-2 and HSG)和健康细胞系(HGF)有明显的抑制作用。大多数组分对MT-4细胞都未明显表现抑制人体免疫缺陷病毒HIV诱导的致细胞病变(cyopathic)效应,但丙酮提取物显示了部分抗人体免疫缺陷病毒活性,具有较强水溶性并有更强的抑制作用。

1.3.4 消炎活性 费约果果实特别是其丙酮提取物显示出具有抗炎活性,利用J774细胞株试验模型表现出可诱导一氧化氮合成(iNOS),随之促进脂多糖的形成。研究表明费约果果实丙酮提取物抗炎活性至少部分是由于其含有的黄酮和硬脂酸抑制了一氧化氮的产生,这种抑制作用的机制可能与iNOS酶的表达因为核因子- κ B(NF- κ B)与(或)促丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)的钝化而受到抑制有关。日本的Mariko Manabe等用费约果的水提取物研究发现,持续摄入费约果能诱导肠固有层TGF- β 因子浓度的降低,它反过来又抑制口服耐性和肠黏膜的不适。因此费约果产生的多酚物质能抑制肠黏膜分泌TGF- β 因子。

意大利Maria T. Monforte等通过人血角叉菜胶

诱导的爪水肿试验活体研究费约果果汁的抗炎活性,并离体研究了果汁对人血中性粒细胞释放产生的超氧阴离子自由基的效应。研究表明费约果汁有一定消炎作用^[48-50]。

1.3.5 调节免疫活性 费约果果实丙酮提取物因含有黄酮表现出明显的多种生物活性,包括免疫机能调节和抗氧化特性。研究表明提取物及其黄酮能明显抑制人类全血细胞和分叶核中性白细胞的化学发光,特别是这些细胞被佛波豆蔻醚乙酸盐(PMA)激活的情况下更加明显。黄酮的抗氧化活性可以因原分子结构的改变而提高。

Manabe等报道费约果果实有肠道免疫调节活性,其果实水提取物和离体消化的费约果具有抑制因Caco-2细胞(人结肠腺癌细胞)存在而产生的TGF- β (转移生长因子 β)分泌的作用,其试验表明连续口服费约果能诱导降低肠固有层中(转移生长因子 β)的浓度,反过来又降低口服免疫耐受力及黏膜平衡失调力,并推测费约果中的多酚对在肠上皮中的TGF- β 分泌产生了抑制作用^[51]。

1.3.6 抗甲状腺功能亢进活性 甲状腺机能亢进是由于甲状腺超量产生甲状腺激素类而形成的一种毒性,费约果果汁对轻微的甲状腺功能亢进症有一定的益处。

Mohammad Ali Ebrahimzadeh等对伊朗生产的包括费约果在内的几种药用植物的酚类、黄酮含量及其螯合铁的能力进行研究,结果显示费约果果实水提取物的总酚、总黄酮含量分别为(89.07 $\pm$ 1.38)和(18.62 $\pm$ 0.75) mg,果实甲醇提取物的总酚、总黄酮质量分数分别为(81.09 $\pm$ 1.75) mg/g, (43.45 $\pm$ 1.75) mg/g,其含量高于接骨木(*Sambucus ebulus*)、龙血树(*Pistacia lentiscus*)、君迁子(*Diospyros lotus*)、梨属植物(*Pyrus boissieriana*)、胶质鼠尾(*Salvia glutinosa*),但低于玉米须。其果实水提取物的Fe²⁺螯合能力达到18.2%,仅低于接骨木果实水提取物^[52]。

1.3.7 防治胃下垂 意大利Maria Teresa Monforte对意大利西西里地区栽培的2个费约果品种coolidge和gorgiona的果肉和果皮测定其维生素E复合物和多酚化合物,研究其对乙醇诱导的小白鼠溃疡的作用,采用蔗糖铝为对照药物。研究结果表明2个品种的果肉和果皮均检测到 α 、 β 、 γ 维生素E(生育酚),仅在coolidge中检测到 δ 生育酚。在2个果实的

果实中均能检测到儿茶酚、圣草酚、圣草次苷、邻苯二酚、栎精、芸香苷、鞣花酸、五倍子酸、紫丁香酸,其果实显示其具有保护胃粘膜的作用(溃疡指数:coolidge=1.07, gorgiona=1.02),其作用与硫糖铝相当(其溃疡指数低于1.1),组织学观察显示其能抑制溃疡发生^[53]。

1.3.8 保肝作用 伊朗 Mohammad Karami 等通过大鼠肝灌注(irlp)系统,将不同质量分数费约果果实提取物(10, 20, 40, 50, 100 mg/kg)加入灌注系统2 h后测定大鼠血清谷丙转氨酶和血清谷草转氨酶活性(SGOT, SGPT)和谷胱甘肽还原酶活性。研究结果表明费约果提取物使血清谷丙转氨酶和血清谷草转氨酶活性(SGOT, SGPT)酶活性显著降低,谷胱甘肽还原酶活性大幅提高,肝薄壁组织坏死降低,证实费约果提取物具有保肝作用。

费约果甲醇提取物在用于治疗由MDMA(亚甲二氧基甲基苯丙胺)或迷幻药诱导的肝中毒小白鼠试验中有明显的降低转氨酶SGOT(血清谷草转氨酶)和SGPT(血清谷氨酸丙酮转氨酶)的活性及提高GSH(谷胱甘肽)水平的作用。

MDMA是一种环上取代的安非他明衍生物,近年来引起媒体注意,因为其广泛被年轻人用作消遣性毒品。肝脏组织的坏疽和其它细胞损害得到降低,这显示费约果因为其抗氧化特性而具有保肝作用^[54]。

1.3.9 生物活性物质与酶活性的关系 丁振柱等以费约果Coolidge果实为材料,研究了果实发育过程中总黄酮(TF)、总酚(TP)、抗坏血酸(氧化型DHAsA和还原型AsA)、谷胱甘肽(氧化型GSSG和还原型GSH)含量与相关酶活性的变化及其相互关系。结果表明,在整个果实发育过程中,TF、TP和谷胱甘肽的积累相互促进,存在极显著正相关,其含量在10月30日达到最大,分别为9.74 mg/g, 10.41 mg/g和0.20 mg/g(总谷胱甘肽),同时三者的含量与多酚氧化酶(PPO)活性也存在极显著的正相关,其相关系数分别为 $r=0.934$ ($P<0.01$), $r=0.900$ ($P<0.01$)和 $r=0.901$ ($P<0.01$)。

另外,超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、愈创木酚过氧化物(G-POD)和抗坏血酸过氧化物酶(AsA-POD)活性在果实发育过程中呈下降趋势,其活性与4种抗氧化成分含量存在一定的负相关^[55]。

2 费约果果实(营养器官)及其提取物生物活性及应用

2.1 费约果营养器官营养成分

R J Hill Laboratories Ltd 在Joan Crop Guide 中列举费约果叶片含N 1.3%~1.5%, P 0.06%~0.08%, K 0.6%~1.0%, S 0.12%~0.16%, Ca 1.5%~2.0%, Mg 0.2%~0.25%, Na 0.03~0.05, Fe 70~100 ($\mu\text{g/g}$), Mn 400~600 ($\mu\text{g/g}$), Zn 15~20 ($\mu\text{g/g}$), Cu 2~5 ($\mu\text{g/g}$), B 40~60 ($\mu\text{g/g}$)^[56]。

2.2 费约果营养器官及其提取物生物活性及应用

2.2.1 抗氧化作用 大多数费约果药用价值研究多集中在叶片。费约果叶和果实均含有抗氧化物质,但叶中抗氧化物质获得活性比果实更强,其原因是因为果实和叶中的酚类物质不同,质量浓度为40 mg/mL鲜果(MEFF)、干果(MEDF)和叶片在亚油酸系统中的过氧化反应分别为74%, 75%和87%,相同质量浓度(40 mg/mL)的生育酚表现为相同的活性。MEFF, MEDF和叶均在低质量浓度(40 mg/mL)下表现出有效的降低还原能力、清除自由基、螯合金属离子的能力。

Vanidze等报道费约果叶也包含儿茶酚,如儿茶素、表儿茶酸,没食子儿茶素和表儿茶素。在西西里地区种植的费约果叶的酯质提取物产生的次生代谢产物包括:生育酚、黄酮、豆甾醇和 β -胡萝卜素,及不可分离的混合物。他们在栽培的费约果叶中分离并鉴定出对羟基乙醇酯和一种新的半乳糖脂。

Lapcić等从费约果叶的乙醇、水提取物中分离出一系列类黄酮,并且认为这些产物主要与免疫反映有关。无论是提取物本身还是黄酮都能显著抑制白细胞的化学发光,从而说明提取物的抗氧化特质。

丁振柱等对费约果叶片总黄酮的提取工艺和抗氧化活性进行了研究。结果表明费约果叶片总黄酮最佳提取工艺为温度50℃、料液质量体积比1 g:30 mL、提取时间50 min和甲醇体积分数70%。根据最佳提取工艺,重复3次得到总黄酮质量分数分别为46.89、44.51、48.27 mg/g,具有稳定性和可操作性;另外,通过半抑制浓度IC₅₀衡量费约果叶片总黄酮提取物抗氧化活性,其抗脂质过氧化能力(IC₅₀₀·275 mg/mL)和DPPH·自由基的清除能力

(IC500·798 mg/mL)均优于抗坏血酸(IC500·643、IC500·917 mg/mL),而超氧阴离子自由基的清除能力(IC500·774 mg/mL)和羟自由基的清除能力(IC500·278 mg/mL)均弱于抗坏血酸(IC500·537、IC500·275 mg/mL)。陈明等为深入了解费约果不同品种叶片在不同生长阶段的抗氧化特性,指导提取活性成分的最佳时期,采用甲醇超声波辅助法对其嫩叶和成熟叶片类黄酮和多酚进行提取,并采用铁还原抗氧化力、过氧化氢清除能力以及自由基($O^{\cdot-}$ 和DDPH·)清除能力等方法进行了抗氧化活性测定。结果显示,费约果成熟叶片中的类黄酮含量显著高于嫩叶,为62.92 $\mu\text{g/g}$ 。成熟叶中的多酚含量、铁还原抗氧化力、过氧化氢清除能力以及自由基($O^{\cdot-}$ 和DDPH·)清除能力均低于嫩叶。费约果成熟叶片可作为提取类黄酮的有效资源,而提取多酚可从费约果嫩叶着手^[57-59]。

2.2.2 消炎止痛作用 埃及RA El Dib(2007)等从栽培于埃及的费约果叶片中用体积分数70%甲醇提取物中分离出12中酚类代谢物,包括鞣质(1)、4,6-二羟基联苯二酰基- β -D- C_1 -吡喃(型)葡萄糖(2)、栗木鞣花素(3)、鞣花酸(4)鞣花酸戊糖苷(5)鞣花酸- β -D- C_1 -吡喃(型)葡萄糖(6)、3-羟基吡啶硫酸盐钾盐(7)、三甲氧基硫酸鞣花酸酯(8)、methylflavogallonyl sulphate(9)广寄生甙(10)、栲素(11)、金丝桃甙(12),该提取物对小白鼠口服无毒,并有一定的止痛作用,提取物在降低关节体积方面表现出明显的消炎作用。

2.2.3 保肝作用 埃及Siham M. El-Shenawya(2008)对费约果叶和枝进行植物化学研究分离得到一种新的酚类化合物和9种已知代谢物,包括3-O-三邻甲基鞣花酸-硫酸盐(1)、鞣质(2)、木麻黄素(3)、木麻黄粉属(4)、栗木鞣花素(5)、鞣花酸(6)4-甲氧基鞣花酸(7)、广寄生甙(8)金丝桃甙(9)栲素(10)。他们发现费约果枝叶的水与甲醇提取物低剂量是无毒的,并有显著的止痛、消炎、抗溃疡、抗氧化和保肝活性。

2.2.4 抗骨质疏松活性 Ayoub等报道费约果叶的水与甲醇提取物通过促进2个人类造骨细胞株HOS58和SaOS-2的作用,推测其可能具有预防和治疗骨质疏松症的作用。提取物明显提高了培养中人类造骨细胞的矿化,其原因是提取物中含23种成分,其中包括新鉴定的3-次甲基并没食子

酸4-O- β 吡喃葡萄糖苷,这种新化合物质量浓度在20 mg/mL时能显著提高矿化面积而在低浓度时作用不明显,所有测试浓度范围内都有矿化点的形成。

费约果叶提取物对体外培养的人类造骨细胞有明显的矿化作用,当加入25 $\mu\text{g/mL}$ 的叶提取物时能提高15%左右。另外,其叶提取物有较高的酚类物质含量,从中分离出23种酚类,其中3-甲氧基鞣花酸4-O-吡喃葡萄糖苷能被完全分离出来^[60-68]。

3 有关费约果的专利及商业开发现状

在费约果提取物商业利用中很少有专利,有1个专利描述了费约果的提取物(与其它多种水果一起)可作为膳食补充品以缓解炎症和疼痛(Nair等,2004),该专利公开后该研究小组又申请了2个类似的专利。此外1个日本研究小组申请的专利也建议费约果提取物的脂质可作为抗氧化剂利用,另一研究小组建议费约果提取物可抑制胆固醇的摄入。

在以“feijoa”为检索词在SCI数据库中检索到的268篇有关费约果的参考文献中82篇(占31%)是俄罗斯批准的专利。同样在“Delphion”专利检索数据库中只发现了16个包括费约果不同部位利用的专利,其中只有2个日本和美国的专利涉及到费约果单独成分的应用。因此在费约果果实生产、加工和提取中有广泛的研发空间^[69-70]。

费约果果实的生物活性研究非常有限。其皮和果肉都能产生高度芳香的精油,因此其有可能成为食品调味品。其精油表现出有抗肿瘤、抗菌的特性,但其对肿瘤类型、真菌、细菌菌株的选择性及其功效需要进一步与其它精油成分进行比较以评估其作为抗癌、抗菌产品的商业应用价值。

费约果果实的商用保健品价值在于其较高的酚类物质含量及较强的抗氧化特性。其酚类物质有调节免疫活性、抗炎活性及抗菌活性,其多种特性使其具有较强的商用潜力。

4 展 望

从世界各国对费约果叶片、枝条、果皮、果肉等的营养、保健及医学价值研究情况来看,费约果与所有商品栽培果树一样具有丰富的营养,芳香的气味,柔软的质地外,还具有较高含量的生物活性物质,特

别是种类繁多的酚类化合物,使其具有较强的保健作用,可作为具有药用价值开发利用的重要原材料,值得进一步研究、开发和应用。开发应用的器官除已研究较多的叶片、枝条、果皮、果肉等外,由于其花瓣肉质厚实,花量大,也应进一步研发。

对费约果的保健和药用价值研究较多的国家主要是南美及欧洲各国,但商品果实生产量最大的

新西兰研究较少。我国作为费约果新引种栽培国家,对其保健和药用价值研究和开发处于起步阶段,尚需进一步加大研究、开发和应用力度。特别是现阶段应利用其叶片生物量大,含有大量黄酮和多酚类等水溶性成分,具有特殊的香味成分,具有抗菌、抗氧化、抗肿瘤、增强免疫和抗炎等作用的特点将其作为保健食品开发,前景非常乐观。

参考文献:

- [1] Thorp G, R Bielecki. Feijoas: Origins, Cultivation and Uses[M]. Wellington: HortResearch, 2002.
- [2] Binder R G, Flath R A. Volatile components of pineapple guava[J]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 1989, 37, 734 - 736
- [3] Di Cesare, Nani R. Composition and distribution of volatile compounds in feijoa fruit grown in Italy[J]. **Industrie Alimentari**, 1965, 34(337), 498 - 503.
- [4] Basile A, Vuotto M L, Violante U, et al. Antibacterial activity in *Actinidia chinensis*, *Feijoa sellowiana* and *Aberia caffra*[J]. **International Journal of Antimicrobial Agents**, 1997, 8(3), 199 - 203.
- [5] Beyhan O, Elmastaş M, Gedikli F. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae)[J]. **J Med Plants Res** 1990, 4(11):1065 - 1072
- [6] Roberts M J. Edible and medicinal flowers[M]. Cape Town: David Philip Publishers, 2001.
- [7] Kolesnik A A, Golubev V N. Lipids of the fruit of *Feijoa sellowiana*[J]. **Chemistry of Natural Compounds**, 1991, 27(4), 404 - 407.
- [8] Migliuolo G, Ruggeri P. Quantitative determination of organic iodine levels in *Feijoa sellowiana* fruit[J]. **Rivista di Merceologia**, 1994, 33(1), 29 - 36.
- [9] Ferrara L, Montesano D. Nutritional characteristics of *Feijoa sellowiana* fruit: The iodine content[J]. **Rivista di Scienza dell'Alimentazione**, 2001, 30(4), 353 - 356.
- [10] Roderick J. Weston Bioactive products from fruit of the feijoa (*Feijoa sellowiana*, Myrtaceae): A review[J]. **Food Chemistry**. 2010, 121 923 - 926.
- [11] Gutierrez R M P, Mitchell S. Psidium guajava: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology[J]. **Journal of Ethnopharmacology**, 2008, 117, 1 - 27.
- [12] Beyhan O, Sadiye Peral Eydurhan. Determination of promising native Feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg.) genotypes from Sakarya Region in Turkey[J]. **Scientific Research and Essays** 2010, 6(19), 4104-4108.
- [13] Morton J F. Feijoa. In: fruits of Warm Climates [M]. Miami: Florida Flair Books, 1987.
- [14] Anwiksha. Feijoa[EB/OL]. <http://www.onlyfoods.net/feijoa.html>, 2013-05-08.
- [15] U.S. Department of Agriculture. USDA National nutrient database for standard reference, release 23[EB/OL]. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>, 2010-01-01.
- [16] Isobe Y, Fuzimoto, M Narita. Content and properties of insoluble dietary fiber in *Feijoa sellowiana* Berg[J]. **Journal of Home Economics of Japan**. 2003, 54(5): 401-406.
- [17] Salvo F, Toscano M A. Chemical composition of Feijoa sellowiana fruit[J]. **Rivista della Societa Italiana di Scienza dell'Alimentazione**, 1987, 16(6), 471 - 474.
- [18] Roderick J. Bioactive products from fruit of the feijoa (*Feijoa sellowiana*, Myrtaceae): A review [J]. **Food Chemistry**, 2010, 121 923 - 926.
- [19] Nakashima H. Biological activity of Feijoa peel extracts[J]. **Kagoshima Univ Res Cent Pac Islands**, 2001, 34:169 - 175.
- [20] Vuotto M L, Basile A. Antimicrobial and antioxidant activities of *Feijoa sellowiana* fruit.International [J]. **Journal of Antimicrobial Agents**, 2000, 13(3), 197 - 201.
- [21] Bontempo P, Mita L, Miceli M, et al. *Feijoa sellowiana* derived natural Flavone exerts anti-cancer action displaying HDAC

- inhibitory activities[J]. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, 2007,39 1902 – 1914
- [22] Ferrara L, Montesano D, Benevento V. Use of *Feijoa sellowiana* extracts in cosmetics preparations[J]. **Cosmetic News**, 1999,22 (129), 392 – 395.
- [23] Vanidze MR, Shalashvili AG, Chkhikvishvili ID, Kvesitadze EG .Catechins of feijoa leaves[J]. **Subtrop Kul't**,1991, 6:87 – 90
- [24] 丁振柱,黄仁华,王丹,等. 费约果果实发育过程中抗氧化物质含量与相关酶活性的关系[J]. **果树学报**,2011,28(4): 694~698.
- DING Zhenzhu, HUANG Renhua, WANG Dan, et al. Relationship between antioxidants and related enzyme activities during Feijoa fruit grown and development [J]. **Journal of Fruit Science**, 2011, 28(4): 694–698.(in Chinese)
- [25] RA El Dib, FA Moharram, MS Marzouk, et al. Anti-inflammatory and analgesic activities of *Feijoa sellowiana* Berg. leaves and investigation of their phenolic constituents[J]. **Planta Med**, 2007, 73 : 051
- [26] Harman J E. Feijoa fruit: growth and chemical composition during development[J]. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**,1987, 15: 209–215
- [27] Hardy P J, Michael B J. Volatile components of Feijoa fruits[J]. **Phytochemistry**, 1970,9(6), 1355 – 1357
- [28] Shaw G J, Ellingham P J, Birch E J. Volatile constituents of Feijoa – headspace analysis of intact fruit[J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**,1983,34, 743 – 747.
- [29] Shaw G J, Allen J M, Yates M K. Constituents of Feijoa(*Feijoa sellowiana*) – analysis of fruit flesh[J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 1990, 50, 357 – 361.
- [30] Di Cesare L F, Nani R, Brambilla, Volatile compounds and soluble substances in freeze-concentrated feijoa juices[J].**Industrie delle Bevande**, 2000,29(166), 125 – 128.
- [31] 张猛,汤浩茹,王丹,等. 费约果果实香气成分的Gc—Ms分析[J]. **食品科学**,2008, 29(8): 489–491
- ZHANG Meng, TANG Haoru,WANG Dan, et al. Analysis of aroma components in Feijoa with gas chromatography– mass spectrometry[J]. **Food Science** , 2008, 29(8): 489–491(in chinese)
- [32] Shaw G J, Allen J M, Yates M K. Volatile flavour constituents in the skin oil from Feijoa sellowiana[J]. **Phytochemistry**, 1989,28, 1529 – 1530.
- [33] Fernandez X, Loiseau A–M, Poulain S, et al .Chemical composition of the essential oil from Feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg.)peel[J]. **Journal of Essential Oil Research**, 2004, 16(3), 274 – 275.
- [34] Starodubtseva V P, Kharebava L G. Volatile components of feijoa. Part 4.Composition of the essential oil[J]. **Subtropicheskie Kul'tury**,1986,(5), 118 – 123.
- [35] Shioda H, Tsuneya T, Irie, M. Fragrant components of *Feijoa sellowiana*[J]. **Chem. Soc. Japan** , 1979,23: 14–16.
- [36] Shioda H, Minami T, Tsuneya T. Aroma constituents of guava-like fruits[J]. **Koryo**, 1980,128, 35 – 39.
- [37] Di Cesare, L F, Nani, Angelo V. Composition and distribution of volatile compounds in feijoa fruit grown in Italy[J]. **Industrie Alimentari**, 1995, 34(337),498 – 503.
- [38] Di Cesare L F, Nani R, Brambilla, et al. Volatile compounds and soluble substances in freeze-concentrated feijoa juices[J]. **Industrie delle Bevande**, 2000,29(166), 125 – 128.
- [39] Starodubtseva V P, Kharebava L G, Vanidze M R. Effect of freeze drying on the composition of volatile compounds in feijoa fruit[J]. **Subtropicheskie Kul'tury**, 1991,(5), 98 – 103.
- [40] Hardy P J, Michael B J .Volatile components of feijoa fruits[J]. **Phytochemistry**,1970,9(6):1355 – 1357
- [41] Saj O P, Roy R K, Savitha S V. Chemical composition and antimicrobial properties of essential oil of *Feijoa sellowiana* O. Berg. [J]. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, 2008, 2(1), 227 – 230.
- [42] Ruberto G, Tringali C. Secondary metabolites from the leaves of *Feijoa sellowiana* Berg. [J]. **Phytochemistry**, 2004,65: 2947–2951.
- [43] Basile A, Vuotto M L, Violante U, et al . Antibacterial activity in *Actinidia chinensis*, *Feijoa sellowiana* and *Aberia caffra*[J]. **International Journal of Antimicrobial Agents**, 1997, 8(3), 199 – 203.
- [44] Basile A, Conte B, Rigano D. Senatore. Antibacterial and antifungal properties of acetonc extract of *Feijoa sellowiana* fruits and its effect on helicobacter pylori growth[J]. **Journal of Medicinal Food**, 2010, 13(1): 189–195.
- [45] Basile A, Vuotto M L, Ricciardi L, et al. Antimicrobial and antioxidant activities in *Feijoa sellowiana* skin and pulp [A]. In *Bioluminescence and Chemiluminescence, Proceedings of the International Symposium* [C]. Pacific Grove: 2000.

- [46] Isobe Y, Kase Y, Narita M. Antioxidative activity of a polyphenol extract from *Feijoa sellowiana* Berg. and its application to cookies [J]. **Nippon Kasei Gakkaishi**, 2004,55(10), 799 – 804.
- [47] McGhie T, Hunt M, Barnett L. Determination of Phytochemical and Antioxidant Compounds in Feijoa[M]. Wellington: Hort Research, 2004.
- [48] Am akuraY, OkadaM, Tsu ji S, Tonoga iY. J. Volatile constituents of Feijon—head space analysis of infact fruit [J]. **Chromatogr. A**, 2000, 891(1): 183~ 187
- [49] Rossi A, Rigano D, Pergola C, et al. Inhibition of inducible nitric oxide synthase expression by an acetonic extract from Feijoa sellowiana Berg. fruits[J]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2007,55(13), 5053 – 5061.
- [50] Manabe M, Isobe Y . Suppressing effects of Feijoa sellowiana Berg (Feijoa) on cytokine secretion by intestinal epithelium[J]. **Food Sci Technol Res**, 2005, 11(1):71 – 76
- [51] Maria T. Monforte, Vincenzo Fimiani, Francesco Lanuzza et al. *Feijoa sellowiana* berg fruit juice:anti-inflammatory effect and activity on superoxide anion generation[J]. **Journal of Medicinal Food** , 2013, 1 – 7
- [52] Ielpo MT, Basile A, Miranda R, Moscatiello V,et al . Immunopharmacological properties of flavonoids[J]. **Fitoterapia**, 2000 71(1): S101 – S109
- [53] Alijew R K, Rachimowa A C, Sucfejsel. The juice of the fruits of *Feijoa sellowiana* Berg – in the therapy of thyrotoxicosis[J]. **Pharm Zentralhalle Dtschl**,1965 , 104:164 – 166
- [54] Maria T M, Francesco L, Fabio M, et al. Phytochemical composition and gastroprotective effect of *Feijoa sellowiana* Berg fruits from Sicily[J] . **Journal of Coastal Life Medicine** ,2014; 2(1): 14–21
- [55] Karami M, Hassan Salehi H, Naghshvar F .Study of histopathology and antioxidant activity of methanolic extract of Feijoa sellowiana against dosage induced by MDMA in mouse liver[J]. **Pharmacologyonline**,2008,3:315 – 321
- [56] 丁振柱, 黄仁华, 王丹. 费约果叶片总黄酮提取工艺优化及其抗氧化活性研究[J] 食品与生物技术学报,2011,30(3):371–375
- DING Zhenzhu ,HUANG Renhua,Wang Dan. Optimization of extraction process and antioxidant activities of the total flavonoids from *Feijoa sellowiana* leaves[J] .**Journal of Food Science and Biotechnology** ,2011,30(3):371–375
- [57] R J Hill. Laboratories Ltd [EB/OL]. <http://www.hill-laboratories.com/file/fileid/21670>, 2010–06–02.
- [58] Vanidze MR, Shalashvili AG, Chkhikvishvili ID,Kvesitadze EG . Catechins of feijoa leaves[J]. **Subtrop Kul't**, 1991, 6:87 – 90
- [59] Lapc_i'k, O, Klejdus B, Kokos ka L, et al. Identification of isoflavones in *Acca sellowiana* and two *Psidium species* (Myrtaceae)[J]. **Biochemical Systematics and Ecology**, 2005, 33(10), 983 – 992.
- [60] 陈明,黄仁华、刘仁道,等. 费约果叶片提取物抗氧化活性研究[J]. 果树学报,2012,29(4): 593~597
- CHEN Ming, HUANG Renhua, LIU Rendao, et al. Study on the antioxidant activity of extract from Feijoa sellowiana leaves[J]. **Journal of Fruit Science**, 2012,29(4): 593~597(in chinese)
- [61] RA El Dib, FA Moharram, MS Marzouk, et al. Anti-inflammatory and analgesic activities of Feijoa sellowiana Berg. leaves and investigation of their phenolic constituents[J]. **Planta Med**, 2007, 73 : 051
- [62] Siham M El-Shenawya, Mohamed S Marzoukb, Rabab A. El Dibe, et al. Polyphenols and biological activities of Feijoa sellowiana leaves and twigs[J]. **Rev. Latinoamer. Quím**[J]. 2008,36(3):103–120
- [63] Ayoub NA, Hussein SA, Hashim AN,et al . Bone mineralization enhancing activity of a methoxyellagic acid glucoside from a Feijoa sellowiana leaf extract[J]. **Pharmazie**, 2009, 64(2):137 – 141.
- [64] Nair M G, Wang H, Dewitt D L, et al. Dietary food supplement containing natural cyclooxygenase inhibitors and methods for inhibiting pain and inflammation [P]. United States Paten: 20046818234, 2007–02–03.
- [65] Nair M G, Dewitt D L, Wang H, et al. Dietary food supplement containing natural cyclooxygenase inhibitors and methods for inhibiting pain and inflammation [P]. United States Patent Application: 20050100622, 2008–04–07.
- [66] Nair M G, Dewitt D L, Wang, H, et al. Dietary food supplement containing natural cyclooxygenase inhibitors and methods for inhibiting pain and inflammation [P]. United States Patent Application: 20050100622, 2008–09–06.
- [67] Nair M G, Dewitt D L, Wang H, et al. Dietary food supplement containing natural cyclooxygenase inhibitors and methods for inhibiting pain and inflammation [P]. United States Patent Application: 20060024397, 2009–10–12.
- [68] Ishigami M, Oka N, Yamada. Agent for suppressing formation of lipid peroxide and composition containing the agent [P]. Japanese

Patent: 1998,10036278, 2001-07-25.

[69] Onodera N, Nishino T, & Ishikawa F. Lipid metabolism-improving preparation [P]. Japanese Patent: 1998, 10298094, 2001-08-07.

[70] Dongxiao Sun-Waterhouse, Wei Wang, Geoffrey I N, et al. Utilisation potential of Feijoa fruit wastes as ingredients for functional foods[J]. **Food and Bioprocess Technology**, 2013,6(12):3441-3455

科技信息

美国发布新的食源性疾病研究报告

2015年2月24日,据美国FDA官网消息,美国食品和药物管理局(FDA)、疾病控制和预防中心(CDC)及美国农业部食品安全检验局(FSIS)联合发布了新的食源性疾病研究报告。

报告以沙门氏菌、大肠杆菌 O157、李斯特菌、弯曲杆菌四大食源性细菌的来源评估为名,在美国每年这四个病原体导致 190 万例食源性疾病。

调查发现 80% 以上的大肠杆菌 O157 疾病是由于牛肉和蔬菜类作物,如叶菜类蔬菜。

沙门氏菌病是广泛来源于整个食品类商品,有 77% 涉及到果实类的蔬菜(如西红柿)、鸡蛋、水果、鸡肉、牛肉、豆芽和猪肉。

近 75% 的弯曲杆菌疾病来源于乳制品(66%)和鸡肉(8%)。大多数疾病暴发来源于原奶或原料奶、生奶酪等。

超过 80% 的李斯特菌病菌来源于水果(50%)和乳制品(31%)。

[信息来源]厦门 WTO 工作站. 美国发布新的食源性疾病研究报告

[EB/OL]. (2015-2-27). <http://www.xmtbt-sps.gov.cn/detail.asp?id=48491>

加拿大拟允许硅酸铝钾氧化铁等 3 种色素用于食品加工

2015 年 2 月 2 日,加拿大卫生部发布 G/SPS/N/CAN/911 号通报:关于准许使用 3 种新染色剂的提案,拟允许硅酸铝钾氧化铁、硅酸铝钾二氧化钛、硅酸铝钾二氧化钛及氧化铁用于加工某些非标准化食品。

加拿大卫生部食品总司完成了一项食品添加剂申请的详细安全评估,它要求批准用云母氧化铁、云母二氧化钛及云母二氧化钛及氧化铁作为非标准化糖果、口香糖及非标准化酒精饮料的染色剂。由于此次评议未提出安全问题,加拿大卫生部打算准许按信息文件描述的方式使用这些食品添加剂。

[信息来源]厦门 WTO 工作站. 加拿大拟允许硅酸铝钾氧化铁等 3 种色素用于食品加工

[EB/OL]. (2015-2-27). <http://www.xmtbt-sps.gov.cn/detail.asp?id=48477>

无根豆芽案件法律问题学术研讨会闭幕

根据中国豆制品网 2015 年 3 月 2 日消息,食品安全治理协同创新中心、中国人民大学刑事法律科学研究中心于 2015 年 2 月 6 日主办了无根豆芽案件法律问题学术研讨会。与会人员根据法律、法规和司法解释的有关规定,就无根豆芽案件的相关法律问题进行了广泛讨论并初步形成了共识:(1)无根剂并不属于刑法第一百四十四条规定的“有毒、有害的非食品原料”。(2)生产、销售使用无根剂的豆芽的行为不构成生产、销售不符合安全标准的食品罪。(3)司法机关处理建议:生产、销售使用无根剂的豆芽的行为不构成犯罪,建议人民法院对生产、销售使用无根剂的豆芽不追究刑事责任。对于正在刑事诉讼追诉中的上述行为,应当依法撤销案件,或者不起诉,或者终止审理,或者宣告无罪。(4)建议主流媒体在对相关新闻进行报道时,不再对使用无根剂的豆芽称之为“毒豆芽”,而是称之为“无根豆芽”。

[信息来源]国家质量监督检验检疫总局. 无根豆芽案件法律问题学术研讨会闭幕 [EB/OL]. (2015-3-4). http://www.aqsiq.gov.cn/xgk_13386/ywxx/spjhzp/201503/t20150306_433616.htm