

橙皮苷研究新进展

李玉山

西安惠丰生化集团股份有限公司, 西安 710075

摘要 橙皮苷近年来成为食品、医药、日化用品等领域的研究热点。其广泛存在于枳实、陈皮、柑橘皮等天然植物中,具有多种生物活性,如:抑菌、抗炎、抗病毒;预防心血管病症;对胃肠功能及平滑肌具有兴奋作用;增强维生素 C 作用;抗羟自由基氧化;抑制中枢神经的作用;降低胆固醇;美白;防止骨质疏松;抗癌功能。本文详述了橙皮苷的生理功能及制备橙皮苷的主要工业原料,以及不同原料制备橙皮苷的工艺情况。提取工艺主要有热水提取、碱提酸沉、醇提酸沉、水提树脂吸附法等。通过橙皮苷的改性技术可制备水溶性橙皮苷、橙皮素、桃皮素、地奥明、香叶木素、甲基橙皮苷、橙皮苷二氢查耳酮、木犀草素、圣草酚、奥洛波尔和新橙皮苷等黄酮类化合物。以期通过综述推动对橙皮苷的深入研究。

关键词 橙皮苷;生物活性;提取纯化;改性技术;黄酮类化合物

中图分类号 R284.1

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2009)22-0108-08

Advances in Research on Hesperidin

LI Yushan

Xi'an Huifeng Biochemistry Group Co., Ltd., Xi'an 710075, China

Abstract The study on Hesperidin is recently very hot in the fields of food, medicine and personal care product industries. Hesperetin flavone mainly exists in natural plant Fructus Aurantii Immaturus, Pericarpium citri reticulate, Citrus peel, and so on. It has various physiological activities: antibiotic, anti-inflammation, antiviral; prevention of cardiovascular disease; relaxant effects on gastrointestinal smooth muscles; reinforcement of Vitamin C; anti-oxidization of free radicals; inhibitor of central nervous system; reducing cholesterol; improvement of skin quality; anti-Osteoporosis; anti-cancer, and others. This paper studies the main functions of hesperidin, the main materials for extraction of hesperidin, and the extraction and purification technologies. The extraction methods include boil water extraction; alkali-extraction and acid-precipitation; alcohol extraction and acid precipitation; water extraction and resin adsorption. By using property modification technology, one could prepare water soluble hesperidin, hesperetin, persicogenin, diosmin, diosmetin, methylhesperidin, hesperidindihydrochalcone, luteolin, eriodictyol, orobol, neohesperidin flavonoid, and others, which will help the study on hesperidin flavonoid.

Keywords hesperidin; bioactive; extraction and purification; modification technology; flavonoid

0 引言

橙皮苷 (Hesperidin) 异名陈皮苷、橘皮苷, 分子式 $C_{28}H_{34}O_{15}$, 相对分子量 610.55, 熔点 $257\sim 260^{\circ}\text{C}$, 旋光度为 -70° 。1 g 橙皮苷可溶于 50 L 水中, 在 60°C 溶于二甲基甲酰胺及甲酰胺, 微溶于乙醇、甲醇及热冰醋酸; 几乎不溶于丙酮; 不溶于乙醚、苯; 难溶于三氯甲烷, 稍易溶于热醋酸、苯胺; 可溶于吡啶、甘油、稀碱。其乙醇溶液中滴加三氯化铁试液后, 呈暗褐色, 用镁粉和盐酸还原后, 呈紫色, 溶于稀碱呈黄色, 加酸析出, 稀酸中水解成葡萄糖、鼠李糖和橙皮糖。橙皮苷分子结构中含有多个羟基, 有酸性, 有亲水性, 属黄酮物质的黄烷酮。早期作为维生素 P, 近年来发现其具有降血压, 抗过敏, 降低骨密度、胆固醇, 改变体内酶活性, 改善微循环, 抗菌、抗炎、抗肝炎、抗肿瘤等药理作用^[1-4]。

1 橙皮苷的药理作用

1.1 抑菌、抗炎和抗病毒

小鼠腹腔注射橙皮苷 175~250 mg/kg, 有对抗腹蛇毒素或溶血卵磷脂, 增加血管通透性的作用; 腹腔注射 10 mg/kg 只能对大鼠巴豆油性肉芽囊肿的炎症反应起抑制作用, 使囊内渗出液明显减少^[5]。橙皮苷具有维生素 P 样作用, 可降低毛细血管通透性, 防止微血管出血, 拮抗组胺、溶血卵磷脂引起的血管通透性增加, 制止蝰蛇毒所致小鼠皮下出血^[6]。橙皮苷在质量百分比为 0.06%~0.9%、pH 值为 5~9 时对食品污染有广

收稿日期: 2009-07-25

作者简介: 李玉山, 研究方向为天然产物化学, 电子信箱: liyushan0508@sina.com

谱抗菌作用,经热处理后的橙皮苷仍有抑菌作用^[7]。加入小泡性口类病毒前,将小鼠纤维细胞放于 200 mg/mL 橙皮苷中预先孵化,这样处理后用本品预先处理 Hela 细胞、能预防流感病毒感染,本品的抗病毒活性能被透明质酸酶所消除^[8-9]。

1.2 预防心血管病症

橙皮苷具有维持血管正常渗透压、降低血管脆性、缩短出血时间、降血脂和防治动脉粥样硬化的作用。橙皮苷对分别饲以“致血栓塞”和“致动脉粥样硬化”饮食的大鼠具有延长其存活时间的作用^[10],可作为临床用于心血管疾病的辅助治疗,是成药“脉能”的主要原料之一^[11]。橙皮苷可降低血浆丙二醛含量,防止 LDL 氧化,通过消除细胞内过氧亚硝酸盐减弱纤维细胞损伤,防止心脑血管神经细胞退行性病变,有效地预防动脉硬化^[12]。

1.3 对胃肠功能及平滑肌作用

橙皮苷对胃肠有兴奋作用,明显拮抗阿托品、肾上腺素引起的小肠胃排空和小肠推进抑制作用,对新期的明所致胃排空、小肠推进加快无影响,对平滑肌的作用先有短暂兴奋,然后抑制,是健胃消食类药物的主要成分之一^[13-14]。

1.4 增强维生素 C 作用

橙皮苷能促进豚鼠的生长速度,从而提高肾上腺、脾及白细胞中抗坏血酸的含量,改善眼球结膜血管内红细胞凝聚和毛细血管抵抗力降低等由于维生素 C 缺乏导致的疾病^[15]。

1.5 抗羟自由基氧化

橙皮苷具有抗脂质过氧化和清除羟自由基作用,且呈剂量依赖关系;对羟自由基引起的红细胞膜脂质过氧化也有明显的抑制作用,且与其分子中酚羟基有关^[16]。橙皮苷对羟自由基引起的红细胞膜氧化损伤有一定的保护作用^[17]。自由基可加速机体老化,引发心血管疾病,造成机体在各个水平上的损伤^[18]。刘瑞、朱思明等^[19-20]研究表明,橙皮苷可清除自由基,提高机体免疫力;可螯合金属离子,抑制自由基引发剂的产生,从而可直接清除自由基。

1.6 对中枢神经系统的影响

橙皮苷是新发现的作用于中枢神经系统的黄酮类化合物,具有镇静、催眠作用^[21]。橙皮水提取物中含有橙皮苷,有明显抑制中枢神经的作用,可显著加快给与阈上剂量戊巴比妥钠小鼠的入睡时间,延长睡眠时间,提高睡眠质量^[22]。

1.7 降低胆固醇

橙皮苷可抑制 3-羟-3-甲基戊二酰辅酶 A 还原酶和胆固醇-O-酰基转移酶的活性,降低载脂蛋白合成所需脂类,抑制微粒体甘油三酰转运蛋白活性,从而降低肝内胆固醇。

1.8 治疗风湿

橙皮苷对佐剂性关节炎大鼠继发性关节炎有治疗作用,与调节机体免疫功能及维持细胞网络功能平衡有关,对人类的类风湿关节炎的治疗有借鉴意义^[23]。

1.9 抑制皮肤色素沉着美白作用

橙皮苷使多巴阳性的黑素细胞及黑素颗粒的细胞数减少,对 UVB 诱导的色素沉着有抑制作用^[24]。柑橘果实中的二

氢黄酮糖苷有抗酪氨酸酶,吸收 UV-A、UV-B 和 SOD 样作用,从而达到皮肤美白的效用^[25]。

1.10 防止骨质疏松

雌激素缺乏可导致骨质疏松。雌激素受体存在于骨母细胞和骨髓基质细胞中,橙皮苷对雌激素受体亲和力强,可作用于雌激素受体,有效防止骨丢失,明显减少股骨远端骨的破骨细胞数量^[26-27]。

1.11 抗癌功能

橙皮苷对人肺癌、直肠癌、肾癌、人乳腺癌细胞有明显抑制作用,不仅无致突变性,而且可拮抗其他化疗药物的致突变性,可用于癌症预防,并极有可能成为一种很好的治疗癌症的药物或合成药物的原料^[28]。

2 橙皮苷提取工艺

2.1 以陈皮为原料的提取工艺

本品为芸香科植物橘 (*Citrus reticulata* Blanco) 及其栽培变种的干燥成熟果皮,分为“广陈皮”和“陈皮”。“广陈皮”产于广东新会等地,品质最佳,称道地药材,但产量小;四川江津、重庆、简阳等地产量大。“陈皮”产于福建漳州、浙江温州等地,9-10 月果实成熟,剥取果皮,阴干或通风干燥^[29-30]。陈皮中含挥发油,其含量为 1.5%~2.0%;广陈皮挥发油含量为 1.2%~1.3%^[31]。黄酮类成分主要有橙皮苷 (hesperidin)、新橙皮苷 (neohesperidin)、川陈皮素 (nobiletin) 等^[30],还含有辛弗林 (synephrine)^[31]。陈皮具有理气健脾、燥湿化痰的功效,用于胸脘胀满、食少吐泻、咳嗽痰多等症^[32]。陈皮提取物是一种有着开发前景的抗肿瘤中药活性成分。陈皮在中国资源十分丰富,不仅可提取橙皮苷,还可提取挥发油、色素、果胶等。提取以上成分后,渣可作饲料、肥料、燃料等^[33-34]。应对其加以综合利用,提高其资源利用率,发挥其综合经济效益。林林等^[35]研究表明,广东新会陈皮储存时间越长,橙皮苷和总黄酮含量越高,证实了古人所述的“陈久者良”。

2.1.1 热水提取法

陈皮粉碎后加 3~4 倍量水煮沸 30 min 左右,压榨过滤,滤液真空浓缩至原液浓度的 3~5 倍,0~3℃下放置,结晶、过滤得粗品,粗品以热水或乙醇重结晶,得纯品^[36]。其工艺简单,收率低,纯度低。

2.1.2 醇提酸沉法

陈皮粗粉以 95% 甲醇或乙醇回流提取 3 次,每次 1 h,过滤、浓缩,浓缩液以盐酸调至 pH 4,放置过滤,过滤得粗品,重结晶得精品^[37-38]。所得产品纯度达 94.7%,但工艺复杂,成本高,提取率低。

2.1.3 碱(石灰水)提酸沉法

陈皮粗粉 pH 值 12~13,石灰水提取,压榨过滤,滤液以盐酸中和,加热至 60~70℃,放置过滤,过滤得粗品,粗品重结晶,得精品^[39]。该工艺回收率只有 20%。

2.1.4 水提树脂吸附法

100 g 原料,加蒸馏水 1 500 mL,再加 Na₂CO₃ 75 g,浸泡 4

h, 离心, 过滤, 滤液以浓盐酸调至 pH 5, 放置, 过滤; 滤液加 5% 乙醇洗涤, 得粗品, 粗品热水溶解, 上 D101 树脂吸附, 以 50% 乙醇洗涤, 收集醇洗液, 浓缩干燥, 纯度达 96.7%, 收率达 1.92%^[40]。其工艺复杂, 成本高, 收率低。

2.1.5 脱脂碱溶酸沉法

取陈皮粗粉加入 14 倍量水, 进行水蒸汽蒸馏, 收集蒸馏液, 残渣以石灰乳浸提, 过滤, 滤液以 1:1 盐酸酸化至 pH 2; 收集沉淀, 沉淀以乙醇溶解结晶得产品^[41]。本工艺先得到陈皮油, 再提取橙皮苷, 可得到综合利用。

2.1.6 醇提碱溶酸沉法

陈皮粗粉以 50%~60% 乙醇回流提取至提取液几近无色后, 回收乙醇, 使其沉淀, 过滤; 水洗沉淀, 70℃ 下干燥, 得粗品; 粗品溶于含 2% 氢氧化钾的 50% 乙醇中, 过滤, 滤液以稀盐酸中和, 过滤, 沉淀以乙醇重结晶, 得白色结晶^[31]。其工艺简单, 但纯度不高。

2.1.7 醇提铅沉法

以乙醚和甲醇冷浸数次, 过滤, 滤液弃去, 残渣以甲醇热提至提取无色为止, 加入饱和醋酸铅, 过滤, 滤液通入 H₂S 气体, 过滤, 浓缩, 放冷, 乙醇中重结晶^[2]。该工艺不但用到易燃易爆乙醚, 而且使用了醋酸铅, 若除铅不彻底, 会使产品中重金属含量超标。

2.1.8 碱(氢氧化钠)提酸沉法

陈皮粗粉以 pH 值 11.5~12 的氢氧化钠溶液提取 2 h, 提取液以稀盐酸中和至 pH 5 放置, 过滤, 滤饼水洗后得粗品; 粗品以含 1% 氢氧化钠的 50% 乙醇溶解, 过滤, 滤液以稀盐酸调至 pH 5, 放置, 过滤, 滤饼水洗, 干燥, 得精品^[42]。该法含量不高, 且工艺复杂。

2.1.9 水提沉淀树脂吸附法

陈皮以热水提取, 提取液以钙盐沉淀, 过滤滤液以大孔树脂吸附, 水洗, 浓缩干燥^[43]。该法收率高, 但含量较低。

2.1.10 高速逆流色谱法

以石油醚-乙酸乙酯-甲醇-水(2:4:3:3(V/V))为两相溶剂系统, 主机转速 850 r/min, 流动相流速 1.7 mL/min, 检测波长 280 nm 条件下, 6 h 内可从 4.4 g 陈皮中提物分离得到橙皮苷 10.1 mg, 纯度在 97% 以上^[44]。

2.2 以枳实为原料的提取工艺

本品为芸香科植物酸橙(*Citrus aurantium* L.)及其栽培变种或甜橙(*Citrus sinensis* osbeck)的干燥幼果, 主产于四川、广西等地, 以广西产者最为著名, 称“江枳实”。本品性味苦、微寒, 功能破气、行痰、散积、消痞, 主治食积痰滞、胸腹满、腹胀腹痛、胃下垂、子宫下垂、脱肛等^[45]。果实含挥发油及黄酮成分, 黄酮类成分有苦橙素(aurantiamarin)、橙皮苷(hesperidin)、新橙皮苷(neohesperidin)、柚皮苷(naringin)、酸橙素(aurantin)、辛弗林(synephrine)、N-甲基酪胺(N-Methyltyramine)等。果实未成熟时含新橙皮苷, 成熟后消失。中国有极其丰富的枳实资源, 全国年销量约在 60 万~90 万 kg^[34], 可从中分别提取橙皮苷、柚皮苷、辛弗林、N-甲酪胺、新橙皮苷及挥

发油等重要医药化工原料。文献[46~47]报道了 5 个产地枳实中橙皮苷的含量: 四川江津 10.97%, 江西清江 15.74%, 广东新会 23.41%, 福建漳州 24.71%, 湖南沅江 21.25%, 但四川江津产枳实中新橙皮苷含量高达 15.05%, 柚皮苷为 5.02%。

2.2.1 醇提酸沉法

枳实以碱性乙醇浸泡提取 3 次, 过滤, 滤液合并, 以浓盐酸调 pH 值近中性或弱酸性, 过滤, 滤液水洗, 干燥, 收率达 13%^[48]。

2.2.2 碱性醇液提取法

60% 乙醇 8 倍量, 回流提取 2 次, 每次 1.5 h, 残渣以含氢氧化钠的 75% 乙醇液以 10 倍量回流提取 2 次, 每次 0.5 h; 合并提取液, 离心, 滤液测得橙皮苷含量最高达 20.55%^[48]。该法工艺简单, 但只得到粗品, 未对下一次分离作出说明。

2.2.3 水提取法

100 g 枳实药材, 置挥发油提取器中, 加 1 000 mL 水回流提取 3 h, 收集挥发油, 水液取适量测橙皮苷类含量; 残渣以 1 000 mL 水过滤回流 1 h。如此操作 2 次, 分别检测, 得出第 1 次提取液橙皮苷类成分提取率达 67.47%, 第 2 次提取率达 14.90%, 第 3 次提取率为 6.93%。3 次提取陈皮苷类成分近 90%^[47], 说明水提取是可行的, 而且成本低, 工艺简单。

2.2.4 超声提取法

午洪文等^[49]取 0.1 g 枳实粉, 以 20 mL 100% 甲醇超声提取 15 min, 含量达 28.62 mg/g。

2.3 以柑橘皮为原料的提取工艺

本品为芸香科植物茶枝柑(*Citrus chachiensis* Hort)、成瓯柑(*C. Suavissimol Tanaka*)的干燥果皮。芸香科植物橘(*Citrus reticulata* Blanco)干燥果皮, 称“橘红”。柑橘皮是柑橘加工的主要副产物, 主要含有精油、色素、果胶、黄酮类化合物, 约占果重的 25%~40%; 柑橘精油约占鲜果皮重的 0.5%~3%, 主要由萜烯类、倍半萜烯类等组成, 天然色素占果皮干重的 0.4%~1.3%, 分水溶性和脂溶性色素。黄酮类化合物主要有橙皮苷、新橙皮苷、柚皮苷等。其中橙皮苷约占果皮干重的 1%~3%, 最具提取价值; 果胶约占果皮干重的 20%~30%, 在食品医学上广泛应用。柑橘纤维是从果皮中提取的一种膳食纤维, 占果皮干重的 60%^[50-51]。柑橘在加工橙汁过程中会产生 30%~50% 的果皮渣, 含有橙皮苷等功能成分, 橙皮苷含量约 3%^[52]。

2.3.1 脱脂碱提酸沉法

取柑橘皮以 5 倍量石油醚(沸程: 30~60℃)回流 1 h, 过滤, 残渣加 5 倍甲醇回流 3 h, 过滤, 滤渣再以 1 倍量甲醇洗, 合并甲醇液, 浓缩, 浓缩物加稀醋酸, 得白色结晶; 粗品以 10% 甲酰胺在 60℃ 溶解, 脱色过滤, 滤液放置, 结晶; 滤饼先以热水洗, 再以异丙醇洗, 得白色结晶^[53]。

2.3.2 榨汁碱提酸沉法

柑橘粗皮加入 1% (W/W) 的生石灰混匀陈皮堆放 20 min, 压榨, 渣子打散后, 用 3~6 倍量 (mL/g, V/W) 饱和石灰水浸提 30 min, 加盐酸酸化, 过滤, 滤饼以水洗, 干燥得粗品, 粗品以热水重结晶, 得精品^[54]。该工艺设备简单, 提取方法简单,

适合工业化生产。

2.3.3 碱提酸沉法

提取果胶后的果皮渣, 加入 30%~40% 氢氧化钠调至 pH 12, 提取液以稀盐酸调至 pH 5, 析出沉淀后加热至 70℃, 保温 20 min, 静置 10~15 h, 过滤, 滤饼以热水洗, 再以乙醇洗, 60℃ 干燥得白色橙皮苷产品, 收率为果胶渣的 4.5%, 含量不详^[55]。该工艺具有工业化生产价值。

2.3.4 超声提取树脂吸附纯化法

马丽萍等^[56]以氢氧化钙为溶剂超声提取, 过滤, 滤液以盐酸调 pH 值至酸性, 过滤, 干燥, 得粗品。提取液以 DA201-B 树脂吸附, 以 80% 的乙醇解吸, 解吸率达 90%, 纯度达 93%。

2.3.5 超滤提取法

盛占武等^[57]采用超滤法提取橙皮苷, 以截流量为 30 kD 的聚丙烯腈膜, 在压力 0.25 MPa、温度 35℃、流速 80 L/h、体积浓缩比为 3.4 的条件下, 经结晶, 橙皮苷纯度可达 85% 以上, 收率不详。

2.3.6 微波提取树脂纯化法

提取时间 1 min, 乙醇体积分数 60%, 料液比 1:10, 橙皮苷收率 2.02%, D101 大孔树脂纯化, 纯度达 96.7%。

3 橙皮苷的改性技术

3.1 酶改性技术

1990 年日本东洋公司将橙皮苷通过酶处理制成水溶性橙皮苷——“ α -G 橙皮苷 H”和“ α -G 橙皮苷 PA”, 前者含量 34% 以上, 后者含量 85% 以上。二者均呈淡黄褐色粉末, 水中溶解度 25 g/100 mL, 酶改性橙皮苷可防止褪色、溶化难溶性类黄酮、抑制黑色素生成, 并可在医疗领域广泛应用^[58-59]。

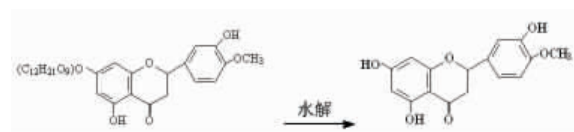
3.2 化学改性技术

3.2.1 水溶性橙皮苷

陈平等^[60]对橙皮苷进行了改性, 使其水溶性大大增加, 通过磺化反应合成橙皮苷磺酸钠, 收率 56.2%。橙皮苷水中溶解度仅为 0.02 mg/mL, 水溶性的增强开拓了其在食品医药领域的广泛应用。

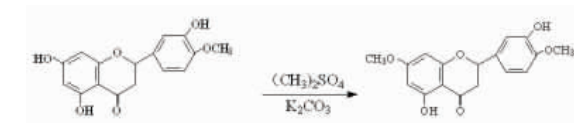
3.2.2 橙皮素

橙皮素具有健胃、祛痰、镇咳、驱风、利尿、止逆、止胃痛和抗病毒、抗菌的功效, 是抑制肿瘤的促进剂, 主要用于食品和医药, 也可用于化妆品。Clarins 娇韵诗的多元晚霜中含有橙皮素, 活力 50 保健品亦含橙皮素。国外的研究表明, 橙皮素具有抗氧化、抗炎症、抗变态性反应、降血脂、保护心血管和抗肿瘤的药效作用。近年来, 随着其药效学研究的深入, 证明其对人类生命的第一隐形杀手——心血管疾病有着较好的预防和治疗作用, 现已进入后期产品的开发阶段, 其应用前景广阔, 值得进一步关注和开发^[61-62]。单阳等^[63]以橙皮苷为原料, 通过酸水解制备了橙皮素, 收率 82%。Karel Grohmann 等采用高于 120℃ 的温度进行酸水解^[64], 能耗高、环境污染大, 其反应式为



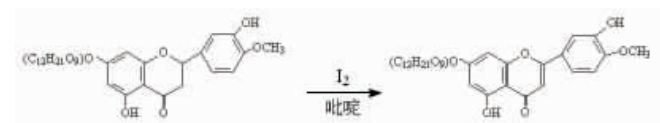
3.2.3 桃皮素

桃皮素是从 *Prunus Persica* 植物中分离出的, 具有扩冠动脉、减小心肌收缩力等作用^[65]。由于其含量低, 利用大量的橙皮素为原料合成是一有效途径。文献^[63]中利用橙皮素为原料合成了桃皮素, 收率 73%。反应式为



3.2.4 地奥司明

地奥司明于 1987 年首先在法国上市, 又名香叶木苷, 由法国施维雅公司开发。该药具有增强静脉张力的作用, 可治疗急慢性痔疮发作、静脉曲张、下肢水肿等^[64]。文献^[64]以碘对橙皮苷脱氢, 以吡啶为溶剂, 收率达 94%, 含量不详。文献^[66]以醋酐、吡啶、溴气、二氯甲烷等对橙皮苷脱氢, 收率 56%。文献^[67]以橙皮苷在碱水中碘脱氢, 不用吡啶, 但强碱性物质对设备腐蚀严重, 且收率仅为 70%, 含量不详。文献^[63]采用吡啶/碘脱氢, 收率很高, 含量不详。文献^[68]采用了溴/吡啶和碘/吡啶两种方式脱氢, 收率都很低。地奥司明的反应式为



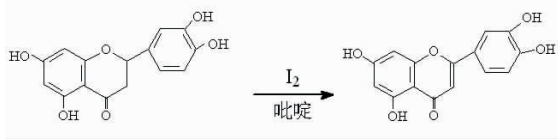
3.2.5 香叶木素

香叶木素有抗氧化、抗感染、抗休克、抗诱变和抗变应性等功效, 可用于功能性食品、化妆品和医药领域, 是一种抑制人 CYP1A 酶活力的天然黄酮类化合物。文献^[66]中用地奥司明为原料合成了香叶木素, 收率 82%, 实际是香叶木苷水解后转化为香叶木素。反应式为



3.2.6 木犀草素

文献^[69]报道了木犀草素具有抗炎、抗过敏、抗肿瘤、增强心血管活力、抗炎症性脱髓鞘疾病、抗纤维化、抗生育、抗病毒等免疫增强作用及激素作用。另具有抑制咳嗽中枢从而达到镇咳的作用, 具有促进呼吸道腺体分泌和使痰液中酸性黏多糖溶解从而达到祛痰的作用, 可用于慢性支气管炎及其他呼吸道疾病的痰多咳嗽者的治疗。文献^[62]采用圣草酚为原料合成了木犀草素, 收率达 52.1%。文献^[70]以间苯三酚为原料, 经三步反应合成了木犀草素, 总收率 22%。木犀草素的反应式为



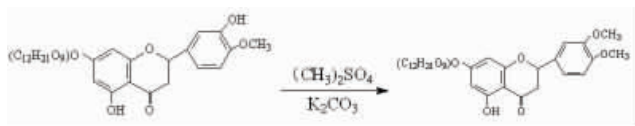
3.2.7 橙皮苷二氢查耳酮

将橙皮苷经高压氢化后制成的一种新型甜味剂和矫味剂,具有很好的屏蔽苦味的作用,广泛用于食品和医药领域。用于食品添加剂和糖衣片,口感很好,无毒、安全。将橙皮苷溶于碱水开环得橙皮苷查耳酮,然后以钯碳或镍进行催化氢化,再用盐酸调至酸性,析出橙皮苷二氢查耳酮^[71]。橙皮苷二氢查耳酮的反应式为



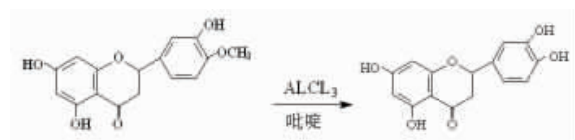
3.2.8 甲基橙皮苷

本品系橙皮苷再经人工甲基化合成而得,为淡黄白色结晶或结晶性粉末,味微苦,有吸湿性,可增强维生素 C 的作用,并具有较强的抗病毒和抗菌作用,大剂量能抑制流感病毒的繁殖。其具有维持血管正常通透性,提高毛细血管抵抗力,增强毛细血管的弹性与韧性,防止和治疗毛细血管出血、牙龈出血等作用。水溶性物易被人体吸收,对高血压和动脉硬化等血管性疾病有治疗和预防作用;具有化妆品活性成分,能抑制导致皮肤变黑的酪氨酸酶的作用,可用于治疗黑斑、雀斑等皮肤病,也可用于化妆品、食品添加剂等。文献[66]用硫酸二甲酯做甲基化试剂可得该产品,收率 40%,含量 94%。文献[72]也采用硫酸二甲酯为甲基化试剂,获得较高收率和纯度的产品。甲基橙皮苷的反应式为



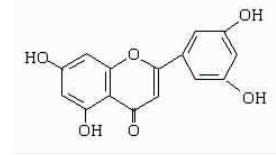
3.2.9 圣草酚

圣草酚为二氢黄酮,具有较强的抗氧化、抑菌作用,用作饮料、食品和酒类的抗氧化剂,有望开发成一种天然食品防腐剂^[73]。其由橙皮素脱甲基制得,橙皮素溶于吡啶中,加入无水三氯化铝,在 60~70℃反应 8 h,回收吡啶,得红色残渣,冷却下加入盐酸液溶解残渣;乙酸乙酯萃取,有机相浓缩,结晶,得白色粉末,收率 88.9%^[62]。圣草酚的反应式为



3.2.10 奥洛波尔

奥洛波尔为木犀草素的同分异构体,是具有弱抗肿瘤作用的异黄酮类化合物,可抑制乳腺癌、前列腺癌等的发作^[70]。其结构式为



3.2.11 新橙皮苷

橙皮苷与新橙皮苷属同分异构体,新橙皮苷在天然原料中的含量都较低,可利用柚皮苷经两步反应制备新橙皮苷。该法已用于工业生产,而以橙皮苷为原料制备新橙皮苷可利用酶法转化。

4 结语及展望

橙皮苷存在于天然植物陈皮、枳实、柑橘皮中。橙皮苷不仅在医学上有广泛的用途,而且在食品、运动营养学方面有着广阔的应用前景。以橙皮苷为原料可制备水溶性橙皮苷、橙皮素、桃皮素、地奥司明、香叶木素、甲基橙皮苷、橙皮苷二氢查耳酮、木犀草素、圣草酚、奥洛波尔和新橙皮苷等黄酮类化合物,因此开发橙皮苷意义重大。中国有丰富的陈皮、枳实、柑橘皮等自然资源,从中综合开发利用一些具有重要生理功能的活性成分是研究目标,综合利用可大幅度提高资源利用率,提高经济效益。由于它们都是可再生资源,开发利用则应该走生态种植、绿色加工、综合利用的可持续发展之路。目前需注意以下三方面问题。

- 1) 虽然陈皮、枳实、柑橘皮中都含有橙皮苷,但含量差异很大,不同产地差异也很大,应优选最佳生药资源。
- 2) 橙皮苷提取工艺繁多,应针对不同原料优选切实可行、低成本、高收率、低污染的绿色提取工艺。
- 3) 橙皮苷的改性产品很多,但真正能工业化生产的不多,许多还处于研究阶段,应加强此方面研究。

参考文献 (References)

- [1] 化学化工大辞典编委会. 化学化工大词典[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 251.
- [2] 肖崇厚. 中药化学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1997: 263-298.
- [3] 郑建仙. 功能性食品[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999: 429-442.
- [4] Bradcock R J. Handbook of citrus by-products and processing technology [M]. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc, 1999: 429-442.
- [5] 季宇彬. 中药有效成分药理与应用 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1995: 254.
- Ji Yubin. Pharmacology and application of effective Chinese herbal medicine [M]. Harbin: Heilongjiang Science and Technology Press, 1995: 254.



- [6] 徐任生, 叶阳, 赵维民. 天然产物化学 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 562-564.
Xu Rensheng, Ye Yang, Zhao Weimin. Natural products chemistry [M]. Beijing: Science Press, 2006: 562-564.
- [7] 彭丽莎, 方俊, 孟德连, 等. 橙皮苷对病原微生物的影响 [J]. 现代农业科技, 2006(10): 18-19.
Peng Lisha, Fang Jun, Meng Delian, et al. *Anhui Agriculture*, 2006(10): 18-19.
- [8] 孙文基. 天然活性成分简明手册 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1998: 292.
Sun Wenji. Concise handbook of natural effective components [M]. Beijing: Chinese Medicine Science and Technology Press, 1998: 292.
- [9] 中国医学科学院药物研究所. 中草药有效成分的研究 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1972: 396.
Chinese Medicine Academy of Sciences. Research on effective components of Chinese herbal medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1972: 396.
- [10] 张冬松, 高慧媛, 吴立军. 橙皮苷药理活性研究进展 [J]. 中国现代中药, 2006, 8(7): 25-26.
Zhang Dongsong, Gao Huiyuan, Wu Lijun. *Modern Chinese Medicine*, 2006, 8(7): 25-26.
- [11] 中山医学院, 等. 药理学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1979.
Zhongshan Medical College, et al. Pharmacology [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1979.
- [12] 姜桂予, 江翰, 彭家和, 等. 橙皮甙抗 LDL 氧化对 MCP-ImRNA 转录的影响 [J]. 第三军医大学学报, 2004, 26(8): 717-719.
Lou Guiyu, Jiang Han, Peng Jiahe, et al. *Acta Academiae Medicinae Militaris Tertiae*, 2004, 26(8): 717-719.
- [13] 官福兰, 王如俊, 王建华. 陈皮及橙皮苷对离体肠管运动的影响 [J]. 时珍国医国药, 2002, 13(2): 65.
Guan Fulan, Wang Rujun, Wang Jianhua. *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*, 2002, 13(2): 65.
- [14] 王浴生. 中药药理与应用 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1983: 567.
Wang Yusheng. Pharmacology and application of Chinese herbal medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1983: 567.
- [15] 国家医药管理局中草药情报中心站. 植物药有效成分手册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1985: 561.
Chinese Medicine Bureau of Administration. Effective component handbook of Chinese herbal medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1985: 561.
- [16] 秦德安, 苏丹, 王晓玲. 橙皮苷对羟基自由基的清除作用 [J]. 中国药理学杂志, 1996, 31(7): 396.
Qin De'an, Su Dan, Wang Xiaoling. *Chinese Pharmaceutical Journal*, 1996, 31(7): 396.
- [17] 王晓玲, 秦德安. 橙皮苷对羟基自由基引发红细胞膜操作的影响 [J]. 中草药, 1998, 33(2): 83-85.
Wang Xiaoling, Qin Dean. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 1998, 33(2): 83-85.
- [18] 敬璞. 柑橘皮渣抗氧化作用研究 [D]. 重庆: 西南农业大学, 2001.
Jing Pu. Study on anti-oxidation of orange skin [D]. Chongqing: Southwest Agricultural University, 2001.
- [19] 刘瑞, 孟芳, 刘宇, 等. 异鼠李素及橙皮苷抑制 LDL 氧化修饰作用的研究 [J]. 中药材, 2007, 30(6): 677-681.
Liu Rui, Meng Fang, Liu Yu, et al. *Journal of Chinese Medicinal Materials*, 2007, 30(6): 677-681.
- [20] 朱思明, 于淑娟, 杨连生. 橙皮苷-铜配合物的配位模式和橙皮苷的抗氧化机理 [J]. 天然产物研究与开发, 2006, 18: 386-389.
Zhu Siming, Yu Shujuan, Yang Liansheng. *Natural Product Research and Development*, 2006, 18: 386-389.
- [21] 石晋丽, 刘勇, 肖培根. HPLC 法测定不同产地蜘蛛香中橙皮苷的含量 [J]. 中草药, 2004, 36(3): 449.
Shi Jinli, Liu Yong, Xiao Peigen. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2004, 36(3): 449.
- [22] 施淑萍, 曾靖, 周钰梅, 等. 橙皮水提取物对小鼠睡眠功能和自发活动的影响 [J]. 中国临床康复, 2004, 9(24): 116-117.
Shi Shuping, Zeng Jing, Zhou Yumei, et al. *Journal of Clinical Research*, 2004, 9(24): 116-117.
- [23] 李荣, 李俊, 胡成穆, 等. 橙皮苷对大鼠佐剂性关节炎的治疗作用及机制 [J]. 中国药理学报, 2008, 24(4): 494-498.
Li Rong, Li Jun, Hu Chengmu, et al. *Acta Pharmacologica Sinica*, 2008, 24(4): 494-498.
- [24] 方晶, 朱文元, 张美华. 橙皮苷对波紫外线诱导豚鼠色素沉着抑制作用的研究 [J]. 临床皮肤科杂志, 2007, 36(3): 141-144.
Fang Jing, Zhu Wenyuan, Zhang Meihua. *Journal of Clinical Dermatology*, 2007, 36(3): 141-144.
- [25] 贺玉琢. 柑橘类果实的美白作用 [J]. 国际中医中药杂志, 2006, 28(6): 367.
He Yuzhuo. *Journal of the Chinese Medical Association*, 2006, 28(6): 367.
- [26] Air E L, Benoit S C, Clegg D J, et al. Insulin and leptin combine additively to reduce food intake and body weight in rats [J]. *Endocrinology*, 2002, 143: 2449-2452.
- [27] Chiba H, Uehara M, Wu J, et al. Hesperidin, a citrus flavonoid, inhibits bone loss and decrease serum and hepatic lipids in ovariectomized mice [J]. *J nutr*, 2003, 133: 1892-1897.
- [28] Tanaka T. Chemo prevention of human cancer: Biology and therapy [J]. *Critical Review in Oncology/Hematology*, 1997, 25(3): 139-174.
- [29] 张贵君. 常用中药鉴定大全 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1993.
Zhang Guijun. Common Chinese herbal medicine identify [M]. Harbin: Heilongjiang Science and Technology Press, 1993.
- [30] 徐国钧, 王强. 中草药彩色图谱 [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2006: 380-381, 400-401.
Xu Guojun, Wang Qiang. Chinese herbal medicine colour graph [M]. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 2006: 380-381, 400-401.
- [31] 林启寿. 中草药成分化学 [M]. 北京: 科学出版社, 1997: 339-340.
Lin Qishou. Chinese herbal medicine component chemistry [M]. Beijing: Science Press, 1997: 339-340.
- [32] 贾阳, 白杨, 马燕, 等. 枳壳和枳实化学成分的 HPLC-ESI-MS 分析 [J]. 中草药, 2005, 36(2): 170.
Jia Yang, Bai Yang, Ma Yan, et al. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2005, 36(2): 170.
- [33] 徐国钧, 何宏贤, 徐璐珊, 等. 中国药理学 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1996: 1087.

- Xu Guojun, He Hongxian, Xu Luoshan, *et al.* China medicinal material [M]. Beijing: Chinese Medicine Science and Technology Press, 1996: 1087.
- [34] 钱士辉, 王俏先, 亢寿海, 等. 陈皮提取物体内抗肿瘤作用及其对癌细胞增殖周期的影响[J]. 中国中药杂志, 2003, 28(12): 1167.
Qian Shihui, Wang Qiaoxian, Kang Shouhai, *et al.* China Journal of Chinese Materia Medica, 2003, 28(12): 1167.
- [35] 林林, 林子夏, 莫云燕, 等. 不同年份新会陈皮总黄酮及橙皮苷含量动态分析[J]. 时珍国医国药, 2008, 19(6): 1432-1433.
Lin Lin, Lin Zixia, Mo Yunyan, *et al.* Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2008, 19(6): 1432-1433.
- [36] 李行利, 郭秋月. 陈皮提取工艺研究[J]. 中成药, 1997, 19(1): 6-8.
Li Xingli, Guo Qiuyue. Chinese Traditional Patent Medicine, 1997, 19(1): 6-8.
- [37] 周建国, 邵青, 陈柳榕. 陈皮提取工艺条件的优化选择 [J]. 中国现代应用药学, 1998, 15(2): 17-18.
Zhou Jianguo, Shao Qing, Chen Liurong. The Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 1998, 15(2): 17-18.
- [38] 梁开玉, 罗启波, 喻梅. 从陈皮中提取橙皮苷工艺研究 [J]. 重庆工商大学学报: 自然科学版, 2004, 21(1): 19-21.
Liang Kaiyu, Luo Qibo, Yu Mei. Journal of Chongqing Technology and Business University: Natural Science Edition, 2004, 21(1): 19-21.
- [39] 梁瑞云, 陈奕东. 橙皮苷的提取和抗氧化、防霉性能探讨[J]. 广州食品工业科技, 1999, 15(3): 4-8, 28.
Liang Ruiyun, Chen Yidong. Guangzhou Science and Technology of Food Industry, 1999, 15(3): 4-8, 28.
- [40] 文亦夫, 李国章, 董爱玲, 等. 橙皮苷的提取及稳定性分析[J]. 生物质化学工程, 2006, 40(3): 37-40.
Wen Yifu, Li Guozhang, Dong Ailing, *et al.* Biomass Chemical Engineering, 2006, 40(3): 37-40.
- [41] 宋小妹. 中药化学成分提取分离与制备 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 273-274, 344.
Song Xiaomei. Extraction and separate of chemical component of herb [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2004: 273-274, 344.
- [42] 谢文磊. 天然化工原料及产品手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 109.
Xie Wenlei. Handbook of natural chemical material and products[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004: 109.
- [43] 卢艳花. 中药有效成分提取分离实例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 65.
Lu Yanhua. Example of extraction and separate Chinese herbal medicine[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007: 65.
- [44] 孙印石, 刘政波, 王建华, 等. 高速逆流色谱分离制备陈皮中的黄酮类化合物[J]. 色谱, 2009, 27(2): 244-247.
Sun Yinshi, Liu Zhenbo, Wang Jianhua, *et al.* Chinese Journal of Chromatography, 2009, 27(2): 244-247.
- [45] 孔增科, 周海平, 付正良. 常用中药药理与临床应用 [M]. 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2005: 216.
Kong Zengke, Zhou Haiping, Fu Zhengliang. Pharmacology and clinical application of common Chinese herbal medicine [M]. Chifeng: Inner Mongolia Science and Technology Press, 2005: 216.
- [46] 王青, 袁丹. 不同产地枳实与枳壳中黄酮成分含量测定[J]. 黑龙江医药, 2008, 21(3): 1-3.
Wang Qing, Yuan Dan. Heilongjiang Medicine Journal, 2008, 21(3): 1-3.
- [47] 王晓雷, 朱春霞, 吴军. 枳实提取工艺中指标成分选择 [J]. 南京中医药大学学报: 自然科学版, 2005, 21(5): 331-332.
Wang Xiaolei, Zhu Chunxia, Wu Jun. Journal of Nanjing University of Traditional Chinese Medicine: Natural Science Edition, 2005, 21(5): 331-332.
- [48] 童荣生, 孙世明, 吴齐贤. RP-HPLC 测定枳实中橙皮苷含量[J]. 华西药学杂志, 2000, 15(6): 454.
Tong Rongsheng, Sun Shiming, Wu Qixian. West China Journal of Pharmaceutical Sciences, 2000, 15(6): 454.
- [49] 吴洪文, 肖萍, 吴敏, 等. 枳实中橙皮苷提取方法的比较[J]. 时珍国医国药, 2008, 19(5): 1175-1176.
WU Hongwen, Xiao Ping, Wu Min, *et al.* Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2008, 19(5): 1175-1176.
- [50] 周小华. 农产品及生物资源深加工 250 例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 178-181.
Zhou Xiaohua. Agricultural product and bio-resource process 250 examples [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007: 178-181.
- [51] 郭兰忠. 现代实用中药学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999: 424-427.
Guo Lanzhong. Modern available Chinese herbal medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1999: 424-427.
- [52] 房蓓蓓, 殷钟意, 郭育铭, 等. 柑桔皮渣综合利用技术研究进展[J]. 重庆工商大学学报: 自然科学版, 2008, 25(2): 177-180.
Fang Peipei, Yin Zhongyi, Guo Yuming, *et al.* Journal of Chongqing Technology and Business University: Natural Science edition, 2008, 25(2): 177-180.
- [53] Raphael Ikan. Natural products. A laboratory guide[S]. 2nd ed. Academic Press, USA, 1991: 10-11.
- [54] 饶志明, 李文琦, 蔡志防, 等. 从柑橘皮同时制取乙醇和橙皮苷的新方法[J]. 漳州师范学院学报: 自然科学版, 2000, 13(4): 56-60.
Rao Zhiming, Li Wenqi, Cai Zhifang, *et al.* Journal of Zhangzhou Normal College: Natural Science Edition, 2000, 13(4): 56-60.
- [55] 汤青云, 雷存喜, 谢志美, 等. 柑橘皮中橘皮油、果胶、橙皮苷的提取与利用[J]. 湖南城市学院学报, 2003, 24(6): 103-104.
Tang Qingyun, Lei Cunxi, Xie Zhimei, *et al.* Journal of Hunan City University, 2003, 24(6): 103-104.
- [56] 马丽萍, 张晓鸣. 柑桔皮渣中香精油和橙皮苷的联合提取纯化工艺研究[J]. 食品工业科技, 2008, 29(3): 151-153.
Ma Liping, Zhang Xiaoming. Science and Technology of Food Industry, 2008, 29(3): 151-153.
- [57] 盛占武, 孙志高, 黄学根, 等. 超滤法提取橙皮苷工艺研究[J]. 食品科学, 2008, 29(2): 188-191.
Sheng Zhanwu, Sun Zhigao, Huang Xuegen, *et al.* Food Science, 2008, 29(2): 188-191.
- [58] 赵虹桥, 文亦夫. 湘西碰柑果皮中橙皮苷的提取与纯化[J]. 现代食品科技, 2008, 24(8): 812-815.
Zhao Hongqiao, Wen Chifu. Modern Food Science & Technology, 2008, 24(8): 812-815.
- [59] 康维民, 贾文论, 吕国红. 酶处理橙皮苷的性质及应用 [J]. 中国食品添加剂, 2000, 3: 19-22.

- Kang Weimin, Jia Wenlun, Lu Guohong. *China Food Additives*, 2000, 3: 19–22.
- [60] 陈平, 樊瑞胜, 聂平. 水溶性橙皮苷的合成及结构表征 [J]. *食品科学*, 2007, 28(8): 143–144.
- Chen Ping, Fan Ruisheng, Nie Ping. *Food Science*, 2007, 28 (8): 143–144.
- [61] 徐春, 徐萌萌, 王建芳, 等. 橙皮素的药效研究及应用[J]. *天然产物分离*, 2006, 4(6): 1–3.
- Xu Chun, Xu Mengmeng, Wang Jianfang, *et al.* *Natrual Products*, 2006, 4(6): 1–3.
- [62] 孙志忠, 郝文辉, 段树红, 等. 木犀草素的半合成[J]. *中国现代应用药*, 1999, 16(1): 30–31.
- Sun Zhizhong, Hao Wenhui, Duan Shuhong, *et al.* *The Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy*, 1999, 16(1): 30–31.
- [63] 单阳, 李高阳, 汪秋安, 等. 橙皮苷半合成 5 种生物活性黄酮类化合物[J]. *有机化学*, 2008, 28(6): 1024–1028.
- Shan Yang, Li Gaoyang, Wang Qiuan, *et al.* *Chinese Journal of Organic Chemistry*, 2008, 28(6): 1024–1028.
- [64] 章思规, 章伟. *精细化学化学品及中间体手册*[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 705.
- Zhang Sigui, Zhang Wei. *Handbook of fine chemical and middle products* [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004: 705.
- [65] 孙志忠, 刑有权. 5,7-二羟基-3',4'-二甲氧基及 3',5-二羟基-4',7-二甲氧基黄酮酮的合成[J]. *中国医药工业杂志*, 1999, 30(4): 179–180.
- Sun Zhizhong, Xing Youquan. *Chinese Journal of Pharmaceuticals*, 1999, 30(4): 179–180.
- [66] 杨爱玲. 橙皮苷及其系列产品的提取工艺 [J]. *精细化工*, 2002, 19(5): 259–261.
- Yang Ailing. *Fine Chemicals*, 2002, 19(5): 259–261.
- [67] 冯宣, 朱星枚, 李晓晔. 地奥明合成工艺改进 [J]. *第四军医大学学报*, 2008, 29(21): 1947.
- Feng Xuan, Zhu Xingmei, Li Xiaoye. *Journal of the Fourth Military Medical University*, 2008, 29(21): 1947.
- [68] 骆萌. 地奥司米的合成与研究[J]. *化工中间体*, 2004, 6: 29–30.
- Luo Meng. *Chemical Intermediate*, 2004, 6: 29–30.
- [69] 李星霞, 郭澄. 木犀草素的药理活性研究[J]. *中国药房*, 2007, 18(18): 1421–1423.
- Li Xingxia, Guo Cheng. *China Pharmacy*, 2007, 18(18): 1421–1423.
- [70] 戈夏, 李建其. 木犀草素和奥洛波尔的合成 [J]. *中国医药工业杂志*, 2003, 34(4): 159–160.
- Ge Xia, Li Jianqi. *Chinese Journal of Pharmaceuticals*, 2003, 34 (4): 159–160.
- [71] 戴后广, 陈国平, 王幸宜. 新型甜味剂-二氢查耳酮衍生物[J]. *精细化工中间体*, 2004, 34(3): 7–9.
- Dai Qiguang, Chen Guoping, Wang Xingyi. *Fine Chemical Intermediates*, 2004, 34(3): 7–9.
- [72] 黄德丰, 王雪梅, 黄灿梁, 等. *化工小商品生产方法*[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1989: 106–107.
- Huang Defeng, Wang Xuemei, Huang Canliang, *et al.* *Produce method of chemical small commodity* [M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 1989: 106–107.
- [73] 姚利, 林玉萍, 龚云其, 等. 花生壳中 5,7-二羟基色原酮及圣草酚 HPLC 测定[J]. *食品科技*, 2006, 31(3): 116–118.
- Yao Li, Lin Yuping, Gong Yunqi, *et al.* *Food Science and Technology*, 2006, 31(3): 116–118.

(责任编辑 李慧政)



科技导报

Science & Technology Review

《科技导报》竭诚为地方科协、中国科协所属全国学会服务，欢迎您将计划召开的大型学术会议信息告诉我们，《科技导报》将为您

优惠刊登学术会议广告。



联系人: 严佳君, 李娜
电 话: 010-62173594
电子信箱: yanjiajun@cast.org.cn, lina@cast.org.cn
通信地址: 北京市海淀区学院南路86号 科技导报社 (100081)