

植物中黄酮含量的光学测定方法研究进展

陈丛瑾 黄克瀛^a 李姣娟^a 韦龙宾^b

(广西大学化学化工学院 南宁市大学路 100 号 530004)

^a(中南林业科技大学材料科学与工程学院 湖南省株洲市 412006)

^b(广西林业干部学校 南宁市 530001)

摘 要 综述了植物中黄酮含量的光学测定方法, 包括紫外分光光度法、荧光光度法等, 旨在为黄酮类化合物的研究、开发、应用提供参考。

关键词 黄酮含量, 紫外分光光度, 荧光光度法。

中图分类号: O 657. 32

文献标识码: A

文章编号: 1004-8138(2007)04-0524-07

1 前言

黄酮类化合物(Flavonoids)是在植物中分布非常广泛的一类天然产物, 其在植物体内大部分与糖结合成苷类, 有一部分是以游离态(苷元)形式存在的。绝大多数的植物体内都含有黄酮类化合物, 其对植物的生长、发育、开花、结果及防菌防病等方面起着重要的作用。同时, 黄酮类化合物生理活性多种多样, 如槲皮素(Quercetin)、芦丁(Rutin)、葛根素(Puerarin)等具有扩冠作用, 水飞蓟宾(Silybin)具有保肝作用等, 因此引起了人们的广泛研究。而近十年来, 黄酮类化合物的研究以倾向于其药用价值的开发, 涉及到提取、分离、纯化的研究, 黄酮含量测定在中药材的品质鉴定、制剂工艺的评价及中药制剂的质量控制等方面有非常重要的意义。目前黄酮类成分的含量测定方法主要有: 光谱分析法、色谱分析法、电化学分析法等, 下面就光谱分析法做一综述, 旨在为黄酮类化合物的研究、开发及应用提供一定的参考。

2 紫外分光光度法

紫外分光光度法被一些药典所采用, 但不专属, 可大约估计总黄酮含量, 不可能细致的定量测定单个黄酮类成分, 但操作简单方便, 是一种简易可行的测定方法, 也可用于企业生产环节中初步的质量控制。

李会军等^[1]以 Spinosin 为对照品, 以甲醇溶解并以甲醇为空白对照, 在日本岛津公司 UV-2501 型可见-紫外分光光度计上于 335nm 波长处测定吸光度, 用最小二乘法以浓度($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) (x) 对吸光度(y) 进行线性回归, 回归方程为 $y = 0.4046x + 0.0137$, $r = 0.9997$, 线性范围 0.005—0.025 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。对供试品溶液连续测定 5 次, RSD 值为 1.1%, 表明仪器精密度良好; 加标回收率 97.5%, RSD 为 2.7%, 表明方法的重现性良好。巫军等^[2]以槲皮素为对照品, 在 368nm 波长处对银杏叶提取物中的主要成分黄酮类化合物的含量进行测定。结果, 槲皮素的线性范围为 3.728—

联系人, 手机: (0)13873311062; E-mail: gxdxcccj@163.com

作者简介: 陈丛瑾(1970—), 女, 湖北省咸宁市人, 讲师, 主要从事天然产物化学与利用的教学、科研工作。

收稿日期: 2006-12-11; 接受日期: 2007-04-10

$26.096 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 回归方程为 $y = 0.0234x + 0.0394$, 相关系数 $r = 0.9999$ 。加样回收率试验 $\text{RSD} = 0.23\%$, 精密度试验 $\text{RSD} = 0.26\%$ 。赵春香等^[3]应用大孔树脂 D-101 分离骨质增生止痛液中淫羊藿苷, 在 UV-265 紫外分光光度计上 270nm 波长处测定淫羊藿含量, 取得满意效果。陈芳群^[4]将射干、川射干、白射干样品提取液经聚酰胺柱层析后, 用紫外分光光度法于 $266 \pm 2\text{nm}$ 波长处测定吸光度, 以射干苷为对照计算总黄酮含量。李星海等^[5]用聚酰胺薄层-紫外分光光度法分别测定了秦岭地区三种金丝桃属植物药中金丝桃苷的含量。

3 络合分光光度法

黄酮类化合物的络合分光光度法含量测定多采用硝酸铝显色法。其基本原理: 黄酮类化合物在 NO_2^- 存在条件下与 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 络合显色, 以芦丁为标准溶液, 在 510nm 波长处测定显色液的吸光度来确定黄酮类化合物的含量。邓桂春等^[6]利用该法测定了银杏叶中黄酮的含量, 许钢等^[7]利用该法测定了竹叶提取物中黄酮的含量。但硝酸铝比色法专一性较差, 测定受处理过程颜色变化的影响, 为了提高硝酸铝比色法的准确度, 人们对该法进行了多项改进。曾凡骏等^[8]采用过滤法(即显色后过滤, 测定滤液的吸光度)对银杏黄酮紫外分光光度检测方法进行改进; 刘江雏等^[9]也将过滤法应用于竹叶黄酮测定中来对竹叶提取物总黄酮含量测定方法进行改进, 结果能大大提高测量稳定性且准确度较高, 重现性良好。尉芹等^[10]发现硝酸铝比色法在测定杜仲总黄酮时的主要干扰因素是绿原酸, 他们采用纸层析法将样品中的黄酮与绿原酸分离后, 再用硝酸铝比色法测定黄酮含量, 从而提高了测定的准确度。

黄酮类化合物的测定也用三氯化铝显色法。李玉琪等^[11]用此法测定赤土茯苓中总黄酮含量。方法是以芦丁为对照品, 用三氯化铝醋酸钾显色, 在 420nm 测定吸光度绘制校准曲线, 得回归方程。以 8 倍量 60% 乙醇回流提取 1h, 提取 4 次, 测得总黄酮含量为 0.4%。方法简便、快速, 可用于赤土茯苓生药及其制剂总黄酮含量测定及质量控制。陈丛瑾等^[12]也建立了 AlCl_3 显色分光光度法测定香椿叶提取液中总黄酮含量的测定方法。在弱酸性条件下, 香椿叶提取液中总黄酮与 AlCl_3 形成稳定的黄色配合物, 在 415 nm 处测定显色液的吸光度确定总黄酮的含量。以芦丁为标样, 黄酮含量在 $2.0464 \sim 30.0800 \text{ mg/L}$ 范围内, 服从比耳定律, 回归方程 $A = 0.0318C + 0.0285$, 相关系数 $R^2 = 0.9994$, 方法的回收率为 96.39% ~ 103.39%, 相对标准偏差 (RSD) 为 0.84%; 方法简便、快速。赵大洲等^[13]以淫羊藿苷为对照品, 用 1% 三氯化铝甲醇溶液显色, 在 413nm 测定吸光度绘制校准曲线, 得回归方程 $y = 0.0144x - 0.0009$ 相关系数: $r = 0.9999$, 结果淫羊藿苷对照品在 10.04—80.32 $\mu\text{g/mL}$ 线性关系良好。对同一供试品溶液连续测定 5 次, $\text{RSD} = 0.37\%$, 结果表明该方法精密度良好。进行加标回收实验计算得平均回收率为 99.94%, $\text{RSD} = 1.42\%$ 。取同一批淫羊藿样品 5 份测定 $\text{RSD} = 1.74\%$ 。

孙立立等^[14]以金丝桃苷为对照品, 以亚硝酸钠-硝酸铝-氢氧化钠为显色剂, 在 500nm 的波长处测定吸收度, 以吸光度为纵坐标, 浓度为横坐标, 绘制校准曲线。其回归方程为 $C = 60.97A + 0.1420$, $r = 0.9993$ 。对全国十个地区的山里红和山楂中的总黄酮进行了测定, 结果各地样品中总黄酮含量在 0.84%—3.62%, 与 HPLC 法测定的金丝桃苷含量基本正相关。刘佳佳等^[15]用硼酸-柠檬酸比色法测定了银杏叶不同季节黄酮的含量。彭科怀等^[16]利用黄酮类化合物的铝盐络合物本身具有的黄色进行比色, 检测花粉中总黄酮含量。王宗花等^[17]发现在阳离子表面活性剂 (CTMAB) 存在下, Mg^{2+} 与黄酮类化合物形成胶束配合物体系, 使测定的灵敏度有了较大的提高; 他们以芦丁为对照品, 在 410nm 波长处测定黄酮类化合物的总含量。覃洁萍等^[18]以双氢杨梅树皮素为指标, 采用差示分光光度法, 测定波长为 $(318 \pm 1)\text{nm}$, 结果对照品浓度在 $4.576 \sim 22.88 \mu\text{g/mL}$ 范围内, 吸光

度与浓度呈良好的线性关系 ($r = 0.9998$), 回归方程为 $A = 29.56C + 0.0055$, 平均回收率为 100.8%, RSD 为 1.9% ($n = 5$)。

4 双波长、三波长分光光度法

单波长吸光光度法, 用于植物试样测定时, 由于受大量原花色素、叶绿素存在的底液干扰, 方法的准确度较低, 测定结果偏高, 且重现性较差^[19]。为此, 研究者提出了双波长、三波长吸光光度法测定植物体内黄酮含量的新方法。

程亚倩等^[20]研究了双波长吸光光度法测定芹菜叶、银杏叶植物中黄酮含量的方法。他们以芦丁为标样, 选择 505 和 610nm 为测定芹菜叶中黄酮含量组合波长, 选择 505 和 595nm 为测定银杏叶中黄酮含量的组合波长; 在 505 和 610nm 波长下, 倍率系数 $K = 1.308$, 得到芹菜叶中黄酮含量测定的回归方程: $C(\text{mg}/25\text{mL}) = 2.942A + 0.0363$, $r = 0.99974$ 。在 505 和 595nm 波长下, 倍率系数 $K = 1.250$, 得到银杏叶中黄酮含量测定的回归方程为: $C(\text{mg}/25\text{mL}) = 3.323A + 0.0415$, $r = 0.99969$ 。测定结果与原比色法相比, 具有较高的准确度和可靠性。王淑杰等^[21]研究采用甘草苷和甘草查尔酮为双对照品, 利用甘草黄酮类化合物在 220—280nm、340—390nm 两段波长均出现吸收峰, 采用双波长法双对照品测定甘草总黄酮的含量。结果, 甘草苷线性回归方程为 $A = 0.2805 + 35062275C$, 相关系数为 0.99884; 查尔酮线性回归方程为 $A = 0.0082 + 63.28C$, 相关系数为 0.99986。吸光度值 A 与浓度 C 之间呈良好的线性关系, 可按校准曲线进行定量分析。平均回收率为 96.3%—98.6%, RSD 小于 1%。张兰杰等^[22]以芦丁为标样, 采用 $\text{NaNO}_2/\text{Al}(\text{NO}_3)_3/\text{NaOH}$ 显色体系进行显色, 在测定波长 510nm, 参比波长 584nm 下测定黑玉米花粉中的总黄酮含量, 平均回收率 98.14%, RSD = 1.24% ($n = 5$), 结果表明, 黑玉米花粉中总黄酮平均含量为 3.53%, 该方法稳定可靠, 重现性好。张兰杰等^[23]还用双波长分光光度法测定了软枣猕猴桃中总黄酮的含量。

董怀海等^[24]利用三波长比色测定方法测定大豆胚芽中大豆异黄酮的含量, 发现利用该法可以最大限度地消除大豆异黄酮提取液中其他杂质对大豆异黄酮测定的干扰。陈寒青等^[25]为解决常用的单波长紫外分光光度法测定红车轴草乙醇提取液异黄酮含量时, 色素和醇溶性蛋白等杂质干扰严重问题建立了三波长紫外分光光度法, 能有效扣除色素和醇溶性蛋白等杂质的干扰, 精密度实验的相对标准偏差为 0.85%, 平均加样回收率为 103.95%, 加样回收率的相对标准偏差为 1.82%, 方法具有简便、快速、准确等特点。回瑞华等^[26]采用三波长-光谱法测定沙棘果汁中黄酮的含量, 有效地消除了随浓度不同产生的本底漂移及吸收峰不对称给定量分析造成的影响, 并校正了基于干扰组分的吸收光谱具有线性吸收产生的基线倾斜, 实验结果, 回归方程为: $\Delta A = -0.00703 + 0.00048C$, 相关系数 $r = 0.9991$, 黄酮的浓度在 0—800 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 范围内, 分别在波长为 $\lambda_1 = 495\text{nm}$, $\lambda_2 = 415\text{nm}$, $\lambda_3 = 368\text{nm}$ 处测吸光度时, 则 ΔA 与浓度 C 之间呈良好的线性关系, 可按校准曲线法进行定量分析。本法的回收率为 97.0%—101.0%, RSD 小于 0.058% ($n = 9$)。肖坤福^[27, 28]采用三波长分光光度法测定芹菜叶中黄酮的含量和多穗柯叶中黄酮的含量。侯冬岩等^[29]采用三波长-分光光度法测定苦丁茶中有效化学成分黄酮的含量, 有效地消除了吸收峰不对称给定量分析能造成的影响, 并校正了基于干扰组分(饮料中添加剂等)的吸收光谱具有可能是散射造成的背景线性吸收产生的基线倾斜。回归方程为: $\Delta A = -3.702 \times 10^{-3} + 3.7023C$, 相关系数 $r = 0.9994$, 黄酮的浓度在 600—1600 mg/L 范围内, 分别在波长为 $\lambda_1 = 470\text{nm}$, $\lambda_2 = 420\text{nm}$, $\lambda_3 = 370\text{nm}$ 处测吸光度时, 则 ΔA 与浓度 C 之间呈良好的线性关系, 可按校准曲线法进行定量分析。方法的回收率为 98%—112%, 相对标准偏差小于 1.14%。方法的准确度与精密度均令人满意, 而且操作简便易行。

5 导数光谱法

导数光谱又称微分光谱, 是解决光谱干扰、背景吸收, 提高分辨率的一种技术, 灵敏度高, 稳定

性好。用分光光度计测定被测成分标准品及阴性对照液(干扰组分)的导数光谱,从中找出被测成分有最大吸收而干扰成分的导数为零时的吸收波长,在此波长处经测定标准溶液的导数与浓度的回归方程,由此测定样品中被测成分的含量。朱品业等^[30]将抗骨增生片用水提取,用石油醚脱脂后,用水饱和的正丁醇提取液蒸干的残渣用热水溶解后,滤过。滤液通过 C_{18} 反相小柱,用 50% 乙醇洗脱,可把淫羊藿苷和 Epinedoside A 洗脱下来,用一阶导数光谱可消除其他共存成分的干扰吸收,以淫羊藿苷计算测定抗骨增生片中淫羊藿苷和 Epinedoside A 之和的总黄酮含量。回收率在 100.0%—102.8% 之间,相对变异系数 $< 2\%$ 。方法简便、易掌握,重现性好。张茹珍等^[31]用一阶导数法测定了葛根素片中葛根素的含量。姜红祥等^[32]用二阶导数光谱法测定蓝芩口服液黄芩苷的含量。王静竹等^[33]用四阶导数法测定了儿童清肺口服液黄芩苷的含量。

6 系数倍率法

在双波长等吸收点法基础上发展起来的一种多波长分光光度法,用示差法求出干扰组分各波长处吸收值。回瑞华等^[34]利用系数倍率-光谱法对绞股蓝主要化学成分黄酮类化合物和总皂苷进行了分析测定。这两种化合物在香草醛-高氯酸作用显色后加入冰醋酸,分别在 451 和 547nm 处有良好的吸收,但吸收曲线相互重叠,难以同时测定。采用系数倍率-光谱法以芦丁和人参皂苷 Rb1 为对照品,对绞股蓝中的总黄酮和总皂苷进行分析,以达到同时测定的目的。所得回归方程分别为: $\Delta A_{\text{黄}} = 0.0133 + 4.4170C_{\text{黄}}$, 相关系数 $r_{\text{黄}} = 0.9994$, 黄酮的浓度 $0—0.16\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 范围内, $\Delta A_{\text{黄}}$ 与浓度 $C_{\text{黄}}$ 之间呈良好的线性关系; $\Delta A_{\text{皂}} = 2.7755C_{\text{皂}} - 0.8881 \times 10^{-2}$, 相关系数 $r_{\text{皂}} = 0.9991$, 在总皂苷的浓度 $0—0.30\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 范围内, $\Delta A_{\text{皂}}$ 与浓度 $C_{\text{皂}}$ 之间呈良好的线性关系。它们可按校准曲线法进行定量分析。该法的回收率分别为 104.0%—113.0%, 86.8%—94.6%, 相对标准偏差分别小于 0.58% ($n=9$), 0.35% ($n=9$)。方法简便、快速、准确而且操作简便易行。栾士香等^[35]用系数倍率法测定了双黄连注射液中黄芩苷的含量。林黎明等^[36]用此法测定了槐米中芦丁的含量。

7 正交函数分光光度法

正交函数分光光度法是一种通过适当的数学处理以消除分光光度法定量中的不相关吸收 (Irrelevant Absorption) 的方法,即通过适当的数字处理,当对测试波长区间、测试点数目、测试波长间隔以及正交多项式次数做了合理选择,求得正交多项式系数后,即可将某一待测组分的特征性贡献从混合吸收度中分离出来,从而求得该组分的含量。用这种方法可以不经物理或化学分离直接测定混合药剂中待测组分的含量,方法简便、结果可靠,用作药物制剂的常规分析颇有实用意义^[37, 38]。杨士伟等^[39]用正交函数分光光度法,在干扰成分存在的条件下,直接测定槐角丸中芦丁和黄芩苷的含量。经计算机筛选测定条件,在波长范围 254—260nm, 间隔 1nm 测定吸光度,求 7 点二次正交多项式的系数,可求得芦丁含量,其平均回收率为 100.06%, $RSD = 0.59\%$ 。在波长范围 283—297nm, 间隔 2nm 测定吸收度,求 8 点二次正交多项式的系数,可求得黄芩苷的含量,其平均回收率为 98.82%, $RSD = 1.11\%$ 。方法简便、准确。杨士伟等^[40, 41]还用此法测定了枳术丸中橙皮苷的含量,小建中合剂中芍药苷的含量。

8 薄层扫描法

样品经薄层层析分离后,直接在 CS-91Q、CS-930 等薄层扫描仪上,在选定 λ_{R} 和 λ_{S} 范围内扫描(或单波长法),得薄层斑点的面积积分值,由回归方程计算含量。此法不受其他成分干扰,方法简便、准确。章崇仪等^[42]用聚酰胺薄膜为固定相,乙醇-36% 醋酸(1:3)为展开剂层析后,双波长反射法锯齿扫描测定了黄芩中黄芩苷的含量。丁晨光等^[43]在高效硅胶 H 板上,以异戊醇-正丁醇-乙酸-水(1.5:0.5:1:1)为展开剂,单波长扫描测定了淫羊藿苷的含量。丁晨光等^[44]还用柱分配层析

法-薄层色谱法-紫外分光光度法分离其中淫羊藿苷并测定了它的含量。尚晓虹等^[45]选择激发波长 330nm 激发荧光,用薄层扫描法测定中草药葛根中的葛根素平均含量为 1.387% ($n=6$)。平均回收率为 100.5% ($n=6$)。郭建平等^[46]在高效硅胶薄层板上以氯仿-甲醇-水(7:2.5:0.5)为展开剂,上行展开挥干溶剂后在 255nm 处紫外扫描测定,以斑点面积值对每点浓度回归,结果方程为 $y=9859.8x+59635$, $r=0.9938$;方法的回收率为 99.32% ($n=5$),可作为葛根提取物及制剂,生产中间体检査的质量控制方法。胡梅等^[47]在高效硅胶薄层板上以石油醚(bp 60—90)-乙醚-甲酸(62:31:7)的上层(展开剂 I)分离杜鹃素、山奈素和槲皮素,扫描测定后再次展开,以氯仿-甲醇-水(7:3:1)的下层-甲酸(7:0.5)(展开剂 II)分离蓼属苷、槲皮苷和金丝桃苷;用瑞士 Cam ag 76510 型单波长薄层扫描仪进行直线扫描,测定波长 366nm,用美国 Hewlett Packard 3390 A 型积分仪测出峰面积,测定了 166 种杜鹃叶中上述 6 种黄酮类成分的含量。何桂霞等^[48]采用薄层扫描法测定藤茶中二氢杨梅素的含量;景仁志等^[49]采用薄层扫描法测定苦荞叶中芦丁的含量。

9 荧光光度法

利用黄酮类化合物与某些金属离子的络合物在紫外线照射下可产生荧光,在一定条件下,荧光强度与该物质的浓度成正比的性质可建立黄酮类化合物的荧光光度法。廖声华等^[50]利用在 Tris-HCl 缓冲液中,桑色素和 Al^{3+} 形成二元荧光络合物,在激发波长和发射波长分别为 365nm 和 499nm 时测定该二元络合物的发射荧光强度。发射荧光强度和桑色素的浓度在 4.0×10^{-8} — $4.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的范围内呈线性关系。线性方程 $y=4.56589+4.81919 \times 10^7 x$ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$),相关系数 $r=0.9994$ 。其检出限达到 $1.60 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,并且成功的运用于测定银杏叶中总黄酮的含量,回收率为 108.24% 和 108.77%。张敏等^[51,52]根据黄酮类化合物能与 Al^{3+} 形成稳定的荧光络合物,以芦丁为标样,建立了一种测定银杏叶总黄酮的荧光分光光度法。激发波长 $\lambda_{ex}=436\text{nm}$,发射波长 $\lambda_{em}=483\text{nm}$,方法检出限为 $1.27 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,线性范围在 1.64×10^{-9} — $3.63 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间,线性回归方程: $y=1.9313x+0.2705$,相关系数 $r=0.9989$ 。平均回收率为 99.8%—104.2%,相对标准差(RSD)为 1.94%。朱炯波等^[53]以芦丁为标样,采用荧光光度法测定显齿蛇葡萄中总黄酮的含量,系统研究了溶剂、pH 值、表面活性剂及放置时间对荧光强度的影响。结果表明:在 95% 的乙醇中加入 pH=2 的缓冲液芦丁荧光强度最大,方法的检出限为 $2.07 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,线性回归方程 $y=1.775x-0.5372$,相关系数(r)0.9971,荧光强度与浓度的线性范围在 1.64×10^{-9} — $4.95 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,相对标准偏差为 1.62%。邓淑华等^[54]利用在 pH 11.0 的氢氧化钠介质中,有溴化十六烷基三甲基铵存在下,桑色素与铍和酒石酸形成 1:1:2 的胶束混配荧光络合物,其激发波长和发射波长分别为 452nm 和 540nm。桑色素的检出限为 $8.75 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。此法用于山楂和牡荆子中黄酮类化合物的测定,结果与用芦丁作标准的分光光度法一致,相对标准偏差分别为 1.07% 和 1.27%。荧光光度法还测定了杜仲叶^[55]和榕树叶^[56]总黄酮含量。

参考文献

- [1] 李会军,李萍.紫外分光光度法测定酸枣仁中总黄酮的含量[J].中国药科大学学报,2001,32(1):73—74
- [2] 巫军,李松林.紫外分光光度法测定银杏叶胶囊总黄酮含量[J].解放军药学学报,2002,18(2):109—110
- [3] 赵春香,于洪年,初雪等.大孔树脂-紫外法测定骨质增生止痛液中淫羊藿苷的含量[J].中成药,1996,18(3):14—15
- [4] 陈芳群.柱层析-紫外分光光度法测定射干、川射干、白射干中总黄酮的含量[J].药物分析杂志,1991,11(3):170—172
- [5] 李星海,王军宪,徐文友.秦岭三种金丝桃属植物药中金丝桃苷的含量测定[J].西北药学杂志,1994,9(1):18—20
- [6] 邓桂春,王鑫,赵丽艳.分光光度法测定银杏叶中黄酮的含量[J].辽宁大学学报自然科学版,2005,32(2):101—104
- [7] 许钢,张虹,胡剑.竹叶中黄酮提取方法的研究[J].分析化学,2000,28(7):857—859

- [8] 曾凡骏, 陈松波, 曾里等. 一种改进的银杏黄酮紫外分光光度检测方法的研究[J]. 食品科学, 2003, 24(11): 102—104
- [9] 刘江维, 周荣琪. 竹叶提取物总黄酮含量测定方法的改进[J]. 食品科技, 2005, (7): 76—79
- [10] 尉芹, 王冬梅, 马希汉等. 杜仲叶总黄酮含量测定方法研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2001, 29(5): 119—123
- [11] 李玉琪, 李玉莲, 张莉等. 赤土茯苓中总黄酮的含量测定[J]. 解放军药学报, 2000, 16(4): 211—213
- [12] 陈丛瑾, 黄克瀛, 李德良等. AICB 显色分光光度法测定香椿叶中总黄酮[J]. 分析实验室, 2006, 25(12): 91—94
- [13] 赵大洲, 徐本明, 刘珂. 三氯化铝络合分光光度法测定淫羊藿中总黄酮含量[J]. 中草药, 2004, 35(2): 213—214
- [14] 孙立立, 谢鸿霞, 孙敬勇等. 比色法测定山楂中总黄酮的含量[J]. 中成药, 2001, 23(10): 748—750
- [15] 刘佳佳, 李子琪, 华辉等. 硼酸-柠檬酸比色法测银杏枝叶中黄酮苷含量[J]. 食品与发酵工业, 1999, 25(6): 42—44
- [16] 彭科怀, 付松, 陈江. 快速比色法检测花粉中总黄酮[J]. 预防医学情报杂志, 2001, 17(6): 479
- [17] 王宗花, 杭瑚, 王书文. 胶束配合物光度法测定银杏叶口服液中的总黄酮[J]. 青岛大学学报, 1998, 11(2): 54—57
- [18] 覃洁萍, 梁山丹, 何翠薇. 差示分光光度法测定广西瑶族藤茶中黄酮类成分的含量[J]. 中草药, 2002, 33(7): 607—609
- [19] 胡敏, 张声华. 银杏叶提取物中黄酮糖苷的研究进展[J]. 中国油脂, 1999, 24(1): 44—47
- [20] 程亚倩, 陶月良, 张锋等. 双波长吸光度法测定植物中黄酮含量[J]. 理化检验(化学分册), 2002, 38(1): 21—22
- [21] 王淑杰, 王淑华, 刘钢. 双波长紫外分光光度法测定甘草中总黄酮的含量[J]. 宁夏医学院学报, 2005, 27(6): 506—508
- [22] 张兰杰, 辛广, 张维华. 双波长分光光度法测定黑玉米花粉中总黄酮的含量[J]. 食品科学, 2006, 27(2): 230—232
- [23] 张兰杰, 辛广, 谷昊等. 双波长分光光度法测定软枣猕猴桃中总黄酮的含量[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 434—436
- [24] 董怀海, 谷文英. 三波长比色法测定大豆异黄酮的研究[J]. 中国油脂, 2002, 27(4): 75—77
- [25] 陈寒青, 金征宇. 三波长紫外分光光度法测定红车轴草异黄酮含量的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(5): 194—197
- [26] 回瑞华, 侯冬岩, 关崇新等. 三波长-光谱法测定沙棘果汁中黄酮的含量[J]. 光谱学与光谱分析, 2005, 25(2): 266—269
- [27] 肖坤福, 张春牛. 三波长分光光度法测定芹菜叶中黄酮的含量[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(4): 134—136
- [28] 肖坤福. 三波长分光光度法测定多穗柯叶中黄酮的含量[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(6): 980—981
- [29] 侯冬岩, 回瑞华, 杨梅等. 苦丁茶中总黄酮的三波长-光谱法定量分析[J]. 分析化学, 2004, 32(6): 783—786
- [30] 朱品业, 林红宁. 一阶导数光谱法测定抗骨增生片中淫羊藿的总黄酮含量[J]. 中成药, 1991, 12(8): 12—13
- [31] 张茹珍, 胡永久, 徐诚愈. 一阶导数紫外分光光度法测葛根素[J]. 中草药, 1988, 19(4): 15
- [32] 娄红祥, 程秀民, 苑辉卿等. 二阶导数光谱法测定蓝芩口服液中黄芩苷的含量[J]. 中国中药杂志, 1996, 21(2): 97—98
- [33] 王静竹, 陈定一, 薛茁. 四阶导数光谱法测定儿童清肺口服液中麻黄碱类和黄芩苷类成分[J]. 中成药, 1994, 16(8): 13—14
- [34] 回瑞华, 侯冬岩, 李铁纯等. 系数倍率-光谱法同时测定绞股蓝中总黄酮和总皂苷[J]. 光谱学与光谱分析, 2006, 26(9): 1753—1756
- [35] 栾士香, 谷正纯, 翟登奎. 系数倍率法测定双黄连注射液中黄芩苷、绿原酸、连翘苷的含量[J]. 中国中药杂志, 1991, 16(10): 602—603, 640
- [36] 林黎明, 李同芬. 系数倍率法测定槐米中芦丁的含量[J]. 中药通报, 1988, 13(6): 38—39, 63—64
- [37] 吴玉田. 正交函数法的基本原理及其在药物分析中的应用[J]. 国外医学 药学分册, 1981, (1): 203—213
- [38] 周洪水, 刘向红. 黄酮类生药成分定量分析方法研究近况[J]. 山东中医药大学学报, 1998, 22(5): 389—392
- [39] 杨士伟, 许光亮, 刘安军等. 用正交函数分光光度法测定槐角丸中芦丁和黄芩苷的含量[J]. 西北药学杂志, 1995, 10(2): 59—61
- [40] 杨士伟, 王鹏, 刘安军等. 用正交函数分光光度法测定枳术丸中橙皮苷的含量[J]. 西北药学杂志, 1994, 9(6): 251—252
- [41] 杨士伟, 马久太, 刘战宏等. 用正交函数分光光度法测定小建中合剂中芍药苷的含量[J]. 中成药, 1992, 14(2): 10—11
- [42] 章崇仪, 郭济贤, 邹东明. 聚酰胺薄膜-薄层扫描法快速测定黄芩中黄芩苷[J]. 中成药, 1993, 15(6): 43
- [43] 丁晨光, 李修祿. 淫羊藿生药中淫羊藿苷的高效薄层扫描测定[J]. 药物分析杂志, 1991, 11(1): 33
- [44] 丁晨光, 李修祿. 用薄层色谱法测定罗汉金丹口服液中淫羊藿苷的含量[J]. 中国中药杂志, 1990, 15(10): 28—29, 64
- [45] 尚晓虹, 董川, 冯育林等. 荧光薄层扫描法测定中草药葛根中的葛根素含量[J]. 分析化学, 2001, 29(1): 115
- [46] 郭建平, 孙其荣, 周全等. 薄层扫描法测定葛根提取物及制剂中葛根素的含量[J]. 中草药, 1996, 27(4): 217
- [47] 胡梅, 肖培根. 高效薄层扫描法测定 166 种杜鹃中 6 种黄酮类成分的含量[J]. 药学报, 1989, 24(12): 923—931
- [48] 何桂霞, 裴刚, 周天达等. 薄层扫描法测定藤茶中二氢杨梅素的含量[J]. 中国现代应用药学杂志, 2000, 17(4): 275—277
- [49] 景仁志, 陈波, 葛绍荣等. 薄层扫描法测定苦荞叶中芦丁的含量[J]. 四川大学学报(自然科学版), 1997, 34(6): 877—878
- [50] 廖声华, 田秋霖, 路平. AIT 染色素二元络合物的荧光光度法测定银杏叶中的黄酮含量[J]. 数理医药学杂志, 2004, 17(1): 58—

- [51] 张敏, 曹庸, 唐纯翼等. A-芦丁二元络合物荧光光度法测定银杏叶中总黄酮的含量[J]. 分析科学学报, 2005, 21(2): 188—190
- [52] 张敏, 邱朝晖, 曹庸等. 荧光光度法测定银杏叶总黄酮含量的研究[J]. 时珍国医国药, 2005, 16(3): 238—239
- [53] 朱炳波, 张敏, 龚竹琼等. 荧光分析法测定显齿蛇葡萄中总黄酮的含量[J]. 现代食品科技, 2005, 21(2): 155—157
- [54] 邓淑华, 陈达美, 黄宝华等. 荧光光度法测定黄酮类化合物的研究[J]. 化学世界, 1999, (7): 375—379
- [55] 张敏, 李国章, 曹庸等. 荧光分析法测定杜仲叶总黄酮含量的研究[J]. 光谱实验室, 2005, 22(1): 54—57
- [56] 黄锁义, 龙凤, 梁宇等. 荧光光度法测定榕树叶总黄酮含量的研究[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(6): 983—984

Research Advance on the Spectroanalysis Methods of Flavonoids in Plants

CHEN Cong-Jin HUANG Ke-Ying^a LI Jiao-Juan^a WEI Long-Bin^b

(Chemistry and Chemical Engineering College, Guangxi University, Nanning 530004, P. R. China)

^a(College of Material Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Zhuzhou, Hunan 412006, P. R. China)

^b(Guangxi Cadre School of Forestry, Nanning 530001, P. R. China)

Abstract The spectroanalysis methods including ultraviolet spectrophotometry and fluorophotometry for the determination of flavonoids in plants were reviewed in order to offer reference to the research, development and application of flavonoids

Key words Flavonoids Content, Ultraviolet Spectrophotometry, Fluorophotometry.

廉价光谱分析资料讯息

1. 《光电光谱分析》, 周开亿主编, 4 册, 16 开, 1236 页, 《光谱实验室》编辑部增刊, 每套 110 元。买 2 送 1。
2. 《光谱实验室》2004 年 1—6 期, 16 开, 1248 页, 每套 75 元。
3. 《数理统计在化学、光谱分析中的应用》, 纳利莫夫著, 余生等译, 《光谱实验室》编辑部编, 16 开, 396 页, 每册 10 元。
4. 《邮票上的光谱学和化学史》, 周开亿等编, 《科学出版社》出版, 16 开, 158 页, 每册 10 元。
5. 《空心阴极放电及其应用》, 周开亿主编, 《真空科学与技术》杂志社出版, 32 开, 798 页, 上下册, 每套 10 元。
6. 《邮票上的化学、光学和光谱学史》, 周开亿主编, 《光谱实验室》2006 年第 1 期彩色抽印本(收藏本), 16 开, 64 页, 每册 30 元。买 3 送 1。
7. 《邮票上的科学家——佼佼者之路》, 周开亿主编, 《光谱实验室》2007 年第 1 期彩色抽印本(收藏本), 16 开, 196 页, 每册 70 元。买 3 送 1。

以上各书售价中均含普通印刷品邮费。

联系地址: 北京市 81 信箱 66 分箱《光谱实验室》编辑部联络处 刘建林, 邮编: 100095