

表 2 梓属中的萘醌类化合物

Table 2 Compounds of naphthoquinones in plants of *Catalpa* L.

化合物	分子式	结构	植物部位	文献
2R-甲氧基脱氢异- α -拉杷酮	C ₁₆ H ₁₄ O ₄	I: R= H R ₁ = OCH ₃	C. O(Sb)	11
3-羟基脱氢异- α -拉杷酮	C ₁₅ H ₁₂ O ₄	I: R= OH R ₁ = H	C. O(Sb, Ft)	11
脱氢异拉杷酮	C ₁₅ H ₁₂ O ₃	I: R= R= H	C. O(Ff)	11
9-甲氧基-4-氧代- α -拉杷酮	C ₁₆ H ₁₄ O ₅	II: R ₁ = OCH ₃ R ₂ = R ₃ = O	C. O(Sb)	11
(4s, 4aR, 10R, 10aR)-4, 10-二羟基-2, 2-甲基-2, 3, 4, 4a, 10, 10a-六氢苯 [g] 色满酮-5	C ₁₅ H ₁₈ O ₄	II: R ₁ = H R ₂ = R ₃ = H, OH	C. O(Sb)	11
4, 9-二羟基- α -拉杷酮	C ₁₅ H ₁₄ O ₅	II: R ₁ = H R ₂ = H, OH R ₃ = O	C. O(Sb)	11
α -拉杷酮	C ₁₅ H ₁₄ O ₃	II: R ₁ = H R ₂ = H ₂ R ₃ = O	C. O(Wd)	12
9-羟基- α -拉杷酮	C ₁₅ H ₁₄ O ₄	II: R ₁ = OH R ₂ = H ₂ R ₃ = O	C. O(Wd)	12
9-甲氧基- α -拉杷酮	C ₁₆ H ₁₆ O ₄	II: R ₁ = OCH ₃ R ₂ = H ₂ R ₃ = O	C. O(Sb)	11
4-羟基- α -拉杷酮	C ₁₅ H ₁₄ O ₄	II: R ₁ = H R ₂ = H, OH R ₃ = O	C. O(Sb)	11
4-氧代- α -拉杷酮	C ₁₅ H ₁₂ O ₄	II: R ₁ = H R ₂ = R ₃ = O	C. O(Wd)	12
梓木醇	C ₁₅ H ₁₈ O ₂	III: R= H, OH R ₁ = H	C. O(Wd)	12
脱氧拉杷酮	C ₁₅ H ₁₄ O ₂	III: R= O R ₁ = H	C. O(Wd)	13
拉杷酮	C ₁₅ H ₁₄ O ₃	III: R= O R ₁ = OH	C. O(Wd)	12
甲基萘醌类	C ₁₅ H ₈ O ₂	III: R= O R ₁ = CH ₃	C. O(Wd)	13

物具有良好的降血糖活性, 但地黄中梓醇的含量和提取远比梓属中低和难。提取分离梓属中的成分可为研究与开发环烯醚萜降血糖药和其结构修饰提供物质基础。

2.3 梓属中的萘醌类化合物具有增加抗癌药疗效的活性, 而梓属中的环烯醚萜成分在小鼠移植性肿瘤筛选中显示有较强的抗肿瘤作用, 是否可以将两类成分配伍创制出具有抗肿瘤活性的药物有待于进一步研究。

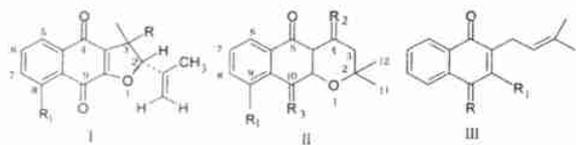


图 2 梓属中萘醌的结构类型

Fig. 2 Type of naphthoquinones in plants of *Catalpa* L.

References

- [1] Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae, Agendae Academiae Sinicae Edits. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* (中国植物志) [M]. Tomus 69. Beijing: Science Press, 1997.
- [2] Kimura K, Okuda T, Takano T. Studies on the constituents of *Catalpa ovata* G. Don. I. Active principles of fruits [J]. *Yakuzai gaku* [药学杂志 (日)], 1962, 83(6): 635-638.
- [3] Kanai E, Machida K, Kikuchi M. Studies on the constituents of *Catalpa* species I. Iridoids from *Catalpa fructus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1996, 44(8): 1607-1609.
- [4] Yao X S. *Natural Pharmaceutical Chemistry* (天然药物化学) [M]. 3rd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2001.
- [5] Machida K, Ando K, Yaoita Y. Studies on the constituents of *Catalpa* species VI. Monoterpene glycosides from the fallen leaves of *Catalpa ovata* G. Don [J]. *Chem Pharm Bull*, 2001, 49(6): 732-736.
- [6] Shaaban F, EL-Naggar, Raymond W Daskotch. Specioside a new Lelidoid glycoside from *Catalpa sptalpa speciosa* [J]. *J Nat Prod*, 1980, 43(4): 524-526.
- [7] Machida K, Ogawaand M, Kikuchi M. Studies on the constituents of *Catalpa* species II. Iridoids from *Catalpa Fructus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1998, 46(6): 1056.
- [8] Iwagawa T, Hamada T, Kurogi S. Iridoids from *Catalpa bignonioides* [J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(12): 4057-4060.
- [9] Nozaka T, Watanabe F, Ishino M. A mutagenic new iridoid in the water extract of *Catalpa Fructus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1989, 37(10): 2838-2840.
- [10] Chang C C, Koj N. Specionin and iridoid insect antifeedant from *Catalpa speciosa* [J]. *J Chem Soc Chem Commun*, 1983, 605-606.
- [11] A V-Ortiz de Urbina, Martin M L, Fernandez B. *In vitro* antispasmodic activity of peracetylated penstemonoside, aucubin and catalpol [J]. *Planta Med*, 1994, 60: 512-515.
- [12] Fujiwara A, Mori T, Iida A. Antitumor-promoting naphthoquinones from *Catalpa ovata* [J]. *J Nat Prod*, 1998, 61(5): 629-632.
- [13] Inouye H, Ueda S, Inoue K. (2R)-Catalponone, a biosynthetic intermediate for prenyl naphthoquinone congeners of the wood of *Catalpa ovata* [J]. *Phytochemistry*, 1981, 20(7): 1707-1710.

β -环糊精包合物在中药学领域中的应用进展

刘友平, 秦春梅, 鄢丹

(成都中医药大学, 四川 成都 610075)

摘要: 新型辅料 β -环糊精在中药学领域中的应用日益广泛, 对于开发研制药物新剂型、新品种有重要意义, 就 β -

* 收稿日期: 2002-06-24

基金项目: 四川省计划生育委员会重点项目资助课题

作者简介: 刘友平 (1964-), 女, 汉族, 中药学博士, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向: 中药有效成分的提取及中药质量标准化。

Tel (028) 87844132 E-mail yx zss@ cdutcm. edu. cn

环糊精中包含物的制备方法、质量控制及其应用进行综述。

关键词: β -环糊精; 包含物; 药学应用

中图分类号: R283 文献标识码: A 文章编号: 0253-2670(2003)07-附 4-04

Advances in application of β -cyclodextrin inclusion compound to Chinese materia medica field

LIU You-ping, QIN Chun-mei, YAN Dan
(Chengdu University of TCM, Chengdu 610075, China)

Key words β -cyclodextrin; inclusion compound; pharmaceutical application

环糊精(cyclodextrin, 简称 CD)是由淀粉酶经酶解环合而得的 6 至 8 个葡萄糖以 α -1,4 糖苷键连接的环状低聚糖化合物。常见的有 α 、 β 、 γ 3 种,其中 α 型和 γ 型环糊精在水中的溶解性大,不易得到结晶,且成本高,生产不安全,有潜在毒性,而 β -CD 在这方面较为优越,故广泛应用于化工、医药、食品、染料、照相材料等各个领域^[1]。由于 β -CD 在人体胃中不易分解,在肠道中受消化酶及肠道微生物的作用先断链开环形成低聚糖,从而作为一种普通碳水化合物参与机体代谢,无蓄积作用,是一个理想载体,且急性和慢性毒性实验、致畸致癌、致突变实验等证明了本品使用安全无毒,故 β -CD 包合技术在中药学领域中备受关注,特别是在新药开发和研究中解决了不少药剂生产工艺的难题,因此已成为一种新型药剂辅料广泛应用于制药工业,本文就 β -CD 包含物近十年的研究进展进行综述。

1 β -CD 的制备方法

1.1 饱和水溶液法: 根据药物的加入状态不同,又可分为液-液法和液-固法。将药物或其他溶液加入饱和的 β -CD 水溶液中,在规定的温度下搅拌相当时间后冷却使结晶,滤过、干燥即可。这是目前研究中采用最多的方法,一般在磁力搅拌器或电动搅拌器中进行。

1.2 超声法: 将药物加入 β -CD 饱和水溶液中用超声波破碎仪或超声波清洗机,选择合适的超声强度和时,将析出的沉淀如上述方法处理即得。此法简便、快捷。采用超声法制备香附挥发油包含物操作方便,包含率高,较同种工艺的饱和水溶液法制备产率高 17.88%,包含率高 11.51%^[2]。采用此法制得的大蒜油包含物在提高收率的同时还减少了臭味,被认为优于电动搅拌法。

1.3 研磨法: 将 β -CD 与定量的固体药物相混,在球磨机或乳钵中研磨一定时间即得成品。实验中采用研磨法制备氯化血红素 β -CD 包含物,增加了溶解度和溶出度,提高了氯化血红素的生物利用度,掩盖了氯化血红素的腥味,同时为其加工成各种剂型开辟了良好的前景^[3]。但此法仅少量进行,且手工操作,不适用于大生产。而采用胶体磨法代替研磨法快速、简便,适用于工业化生产。

除以上方法外,还有冷冻干燥法、喷雾干燥法等,这些方法在实际操作中较少用。

2 β -CD 包含条件的研究

包含物在进行包含条件研究时多用以下控制指标:

包含物收得率 = 包含物实际重量 / (β -CD + 投油量) \times 100%

包含物油利用率 = 包含物中实际含油量 / (投油量 \times 空白回收率) \times 100%

包含物含油率 = 包含物中实际含油量 / 包含物实际重量 \times 100%

实验证明影响包含的主要因素有: β -CD 与油的比例、油与水的比例、包含温度、包含时间。故在实验研究中多采用正交实验或均匀设计法,以挥发油收得率、利用率、含油率为考察指标,对提取工艺进行综合评价,通过直观分析、方差分析优选最佳工艺。蒋孟良等以包含物砂仁挥发油利用率、收得率、含油率为指标,考察了砂仁挥发油与 β -CD 的比例、搅拌时间、包含温度、 β -CD 与水的比例 4 个因素,结果最佳工艺条件是砂仁挥发油与 β -CD 比例为 1:4 (mL: g) 搅拌时间 3 h 温度为 45 $^{\circ}$ C,方差分析表明各因素间均有非常显著的差异 ($D < 0.01$),说明该 4 个因素均非常重要,可显著影响砂仁挥发油的 β -CD 包合工艺^[4]。潘琦等以挥发油收得率、油利用率为考核指标,对银翘解毒颗粒剂中薄荷、荆芥的混合挥发油 β -CD 包合工艺进行研究,选择了影响包含物的 3 个因素,即挥发油与 β -CD 投料比、包含温度、搅拌时间,结果认为包含温度是影响生产工艺的主要因素,油与 β -CD 的比例为次要因素,而包含时间则影响不大^[5]。徐乃焕通过巴豆油 β -CD 包含物制备工艺的研究,对包含物测定含油率后计算油利用率和收得率,分析结果认为包含温度对含油率和油利用率有显著影响,对收得率无显著影响;投料配比和搅拌时间对含油率有显著影响,对油利用率和收得率无显著影响。

3 β -CD 质量研究

3.1 物相鉴定

3.1.1 显微镜法和电镜扫描法: 由于晶格排列发生变化,故可通过分析包含物晶格变化及相态变化来判断包含物是否形成。采用显微镜成像法对干姜挥发油的包含物与制备的空白包含物(不加任何药物)进行观察,结果空白包含物为规则的 β -CD 板状结晶,含油包含物为不规则形粉末,证明挥发油与 β -CD 已形成包含物^[6]。此法简单、快速。

3.1.2 热分析法: 包括差示热分析法(DTA)和差示扫描量热法(DSC)。DTA 是在温度程序的控制下测定物质的物理参数随温度变化的一种技术。采用 DTA 鉴定莪术油 β -CD 包含物的物相,结果表明: 莪术油在 100 $^{\circ}$ C 有一吸收峰, β -

CD 在 72°C 、 330°C 各有一吸收峰, 莜术油 β -CD 混合物与 β -CD 的图谱相似, 但莜术油 β -CD 包合物仅在 290°C 有一吸收峰, 这说明包合物已形成一新物相^[7]。DSC 是在程序控制温度下输入到参比物和样品的能量随温度变化的一种分析方法。此法比 DTA 反应灵敏, 重现性好。从菊花挥发油包合物、混合物、 β -CD 及菊花油的 DSC 图谱可见, 包合物的吸热峰与峰形较其他 3 个发生了明显的变化, 不显示挥发油的吸热峰, 说明包合物新物相的形成^[8]。

3.1.3 红外光谱法: 主要用于含羰基药物的包合物检测, 如吸收峰降低, 位移消失, 说明包合物的形成。氯化血红素及其包合物的红外光谱扫描结果表明包合物无氯化血红素的吸收特征, 但有 β -CD 的吸收特征, 表明氯化血红素已形成了新物相^[3]。

3.1.4 X 射线衍射法: 常用于鉴定晶体化合物各晶体物质在相同的角度处具有不同晶面间距, 从而显示不同的衍射峰。分别对鱼腥草素、包合物、机械混合物及 β -CD 4 种物质进行测试, 鱼腥草素出现许多尖锐晶体衍射峰, β -CD 衍射峰较弱, 机械混合物为鱼腥草素及 β -CD 峰叠加, 而包合物则无明显衍射峰出现。说明包合物形成了一种全新的物相, 从而判断包合成功^[9]。将巴豆挥发油制成 β -CD 包合物后用 X 射线进行相分析, 结果巴豆油 β -CD 包合物物相比较其混合物物相发生了明显改变, 说明包合后晶型发生了改变, 已构成新的物相, 亦证明了包合物的形成。

另外, 还有相溶解度法、紫外-可见分光光度法、核磁共振法等。

3.2 包合前后成分比较研究

3.2.1 TLC 及 TLCS 法: 采用 TLC 法对川芎^[10]、当归^[11]、莜术^[7]挥发油包合前后进行定性鉴别, 结果表明包合前后挥发油成分基本一致。以 TLCS 法对蟾酥进行含量测量, 结果蟾酥包合物与蟾酥的 TLCS 图谱基本一致。

3.2.2 GC 法与 GC-MS 法: 采用 GC 法对莜术油包合前后的主成分组成进行测定, 结果在包合物的气相色谱图中低沸点的莜术油成分消失, 而主成分基本不变^[7]。采用 β -CD 包合法对香砂养胃颗粒剂中的木香、砂仁、白术、陈皮、枳实、豆蔻、厚朴、广藿香进行包合, 并用 GC-MS 法测定挥发油包合前后的组分, 经气质分析其包合前后挥发油的成分基本相同, 主要成分相对含量变化不大^[12]。采用 GC 及 GC-MS 联用仪对丁香包合前后丁香油成分组成及主成分进行含量测定, 结果丁香挥发油包合前后成分均为 4 个以上, 组成一致, 主成分丁香酚包合前为 84%, 包合后为 79%, 略有下降^[13]。

3.3 稳定性研究

3.3.1 氧化及光照: 将莜术挥发油、挥发油与 β -CD 混合物、挥发油包合物置过氧化氢条件下、高压汞灯照射考察其稳定性, 实验结果表明在氧化及光照条件下包合物明显优于挥发油及其混合物^[7]。

3.3.2 恒温加速实验: 将当归挥发油、当归与 β -CD 混合物及当归包合物于 60°C 恒温烘箱中放置 72 h, 结果当归油和当归 β -CD 混合物中挥发油全部挥发损失, 而包合物样品含

量仍可保持在 90% 以上^[14]。采用 β -CD 对小儿止咳冲剂中薄荷、陈皮、枳壳的挥发油进行包合后, 加速实验证明其贮存稳定性显著提高, 对制粒后干燥温度也进行了选择, 初步认为控制干燥温度 60°C 以下干燥时间 3 h 以后可以保留挥发油 90% 以上, 为其制备工艺提供了可行的依据。恒温加速实验结果充分表明挥发油制成包合物后明显提高了挥发油及制剂的稳定性。

4 β -CD 包合物在中药制剂学中的应用进展

4.1 防止挥发性成分的挥发、增加药物的稳定性: 不少药物受热、光、空气和化学环境的影响, 容易挥发和升华, 失去部分或全部疗效, 将这些药物用 β -CD 包合能提高药物的稳定性。在中药制剂中主要应用 β -CD 包合挥发油, 防止中药挥发油在生产和贮藏过程中挥发、升华、氧化变质。当归为一常用中药, 当归挥发油是其有效成分之一, 由于在加工、贮存过程中挥发油易挥发逸失, 从而严重影响其疗效, 采用 β -CD 包合后避免了外界环境中氧、光线的影响, 增加了当归制剂的稳定性, 保证了药物的质量和疗效^[11]。小儿止咳冲剂是由薄荷、陈皮、枳壳等药材组成, 其中挥发油为主要成分, 原制备工艺采用挥发油直接喷洒到干燥好的颗粒上, 此工艺容易导致在贮存过程中挥发油的损失, 影响成品质量的稳定性。改用 β -CD 包合后克服了原工艺挥发油不稳定、易散失等缺点, 明显增加了药物的稳定性。

4.2 增加药物的溶解度及生物利用度: 药物与 β -CD 形成包合物后由于 β -CD 的亲水性而增加了药物的溶解度。将难溶性药物制成包合物其溶解度、溶解速率增加, 膜渗透性增大, 从而使得药物的生物利用度增加。还可制成注射剂, 进一步提高药物的生物利用度, 增强药效, 减少给药剂量。鱼腥草素经 β -CD 包合后其溶解度、溶出速度、稳定性等方面均有较大改善, 鱼腥味大为降低, 溶出速度大为加快, 溶解度增大了 11.4 倍, 从而提高了药物的生物利用度^[9]。经 β -CD 包合后的的确当滴眼剂改善了溶解度, 减少了局部刺激, 同时提高了疗效^[14]。

4.3 掩盖不良气味, 减少或消除药物的毒性: 一些药物的不良异味, 直接影响患者情绪, 将其制成包合物使药物的不良臭味减轻或消除。采用 β -CD 包合蟾酥不仅掩盖了其难闻的臭味, 经兔眼粘膜刺激实验及兔肠粘膜实验证明其刺激性也大大减弱。巴豆属峻下逐水药, 有大毒, 将巴豆油制成 β -CD 包合物后, 巴豆油分散均匀、刺激性小, 降低了药物的毒性。

4.4 使液体药物固体化, 便于制剂制备: 许多中药挥发性成分可用 β -CD 包合挥发油使其粉末化, 制成散剂、颗粒剂、片剂、硬胶囊剂等剂型, 不仅便于生产, 而且可使剂量准确, 利于保存和携带。

4.5 作为缓释和靶向制剂的载体: CD 与药物包合可以达到药物贮存的作用, 控制药物释放, 还可以提高亲脂性药物在毫微囊中的载药量, 从而使制备毫微囊成为可能, 达到靶向或控释给药的目的, 而在渗透泵制剂中可被用于发展非 pH 值依赖型的渗透泵片剂。

5 讨论

中药制剂现代化是实现中药现代化的前提与基础,应用新型辅料 β -CD 包合技术是中药制剂工艺研究新兴发展的一门技术,虽然近年来 β -CD 包合技术在中药制剂中应用研究有所发展,但其产业化进展较为缓慢,在含挥发油的制剂中大多数仍是先将挥发油提取喷洒在制成的颗粒上密闭后包装,而没有采用 β -CD 包合技术。笔者认为 β -CD 包合技术在中药制剂中应用研究应当系统化,扩大应用范围。综上所述, β -CD 及 β -CD 衍生物在药剂学上的应用对于开发研制中药新剂型、新品种有着良好的前景,因此进一步开发研究 β -CD 及其衍生物在药剂学上的应用技术,具有十分重要的意义。

References

- [1] Xie X Q. *Development and Application of New Pharmaceuticals of Chinese Medicine* (中药新制剂开发与应用) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2000.
- [2] Xue M. Experimental study on preparing inclusion compound of β -cyclodextrin with volatile oil of Xiangfu by the ultrasonic method [J]. *Lishizhen Med Mat Med Res* (时珍国医国药), 2000, 11(8): 694-695.
- [3] Yuan X, Hong Q. Study on inclusion complex of Hemin β -cyclodextrin [J]. *Chin Pharm J* (中国药理学杂志), 2001, 36(6): 389.
- [4] Jiang M L, Liu X Y, Meng Y H, et al. Study on β -cyclodextrin inclusion body of volatile oils from *Fructus Amomi* (Sharen) [J]. *Chin New Drugs J* (中国新药杂志), 2000, 9(12): 834-836.
- [5] Pan Q, He N Q, Yu Y R. Test study on solid-wrapping volatile oil extracted from Ying qiao Granule with β -cyclodextrin [J]. *J Yunnan Coll Tradit Chin Med* (云南中医学院学报), 1999, 22(4): 1-5.
- [6] Chen J P, Wu W K, Zeng J X, et al. Test study on β -cyclodextrin inclusion body of volatile oil from *Rhizoma Zingiberis* (Ganjiang) [J]. *Chin J Exp Tradit Med Form* (中国实验方剂学杂志), 2001, 7(2): 13-14.
- [7] Chen X C, Chen J M, Yao C X, et al. Study on the inclusion complex of oil from *Rhizoma Curcumae* (Ezhu) with β -cyclodextrin [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1990, 21(8): 11-13.
- [8] Xie R J. Study on the inclusion complex of *Flos Chrysanthemum* (Juhua volatile oil with β -cyclodextrin) [J]. *J Nanjing Coll Tradit Chin Med* (南京中医学院学报), 1994, 10(3): 31-32.
- [9] Wei S C, Xu L J, Zeng Q, et al. Study on inclusion complex of decanoyl acetaldehyde β -cyclodextrin [J]. *Chin Pharm J* (中国药理学杂志), 1999, 34(3): 167-168.
- [10] Wang Y H, Liu W H, Zhong Y, et al. Study on technological process of the including compound of β -cyclodextrin with *Rhizoma Chuanxiong* (Chuanxiong) [J]. *Lishizhen J Tradit Chin Med Res* (时珍国医国药), 1997, 8(3): 229.
- [11] Luo Y C, Yuan X W. Study on inclusion complex of oil from *Rhizoma Angelicae Sinensis* (Danggui) with β -cyclodextrin [J]. *J Chin Med Mat* (中药材), 1999, 22(7): 357-358.
- [12] Wei M, Zhou L L, Hou H X. An Experimental study on β -cyclodextrin inclusion compound of volatile oil in Xiangsha Yangwei Preparation [J]. *J Guangzhou Univ Tradit Chin Med* (广州中医药大学学报), 1999, 16(4): 318-320.
- [13] Li S Z, Bai W G, Zhao H X. Selection of optimum process of the including compound of β -cyclodextrin with oil from *Flos Caryophylli* (Dingxiang) by orthogonal experiment [J]. *China J Basic Med Tradit Chin Med* (中国中医基础医学杂志), 1998, 4(7): 17-20.
- [14] Wang H Y, Du Y H. Test study on preparing inclusion compound of β -cyclodextrin with Diquedang Eye-drop [J]. *China Pharm* (中国药业), 2002, 11(2): 58.

细胞培养在获得药用植物有效成分中的研究

李晨东, 胡铁强, 盛长忠, 姜燕

(天士力集团 生物技术和生物制品研究开发中心, 天津 300402)

摘要: 植物细胞不仅具有形态建成全能性,同时还具有物质代谢全能性。利用植物细胞全能性发展起来的细胞培养等生物技术是解决药用植物资源日益匮乏,实现药用次生代谢产物工业化的有效手段之一,主要综述了利用细胞培养和基因工程在获得药用植物有效成分中的研究进展,并对这些领域存在的问题及发展前景进行了讨论。

关键词: 细胞培养; 基因工程; 药用植物; 次生代谢

中图分类号: R282.13 文献标识码: A 文章编号: 0253-2670(2003)07-附 7-04

Studies on active constituents obtained from medicinal plants by cell culture

LI Chen-dong¹, HU Tie-qiang¹, SHENG Chang-zhong², JIANG Yan¹

(1. Biotech-Pharm R&D Center, Tasly Group Co., Ltd., Tianjin 300402, China; 2. Department of Biochemistry & Molecular Biology, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Key words cell culture; gene engineering; medicinal plants; secondary metabolism

我国药用植物种类繁多,使用普遍,对这些资源的开发与利用有悠久的历史,是我国医药学发展的物质基础。随着近年来药用植物的大量需求和野外大规模、无规划地过度利

用,野生药用植物资源受到很大破坏,其中相当一部分已面临濒危。在国内外高度重视天然药物开发利用的同时,对于药用植物资源的保护和有效利用也成为世界性的课题;

* 收稿日期: 2002-06-17

作者简介: 姜燕,女,博士,天士力集团生物技术和生物制品研究开发中心主任 Tel (022)26736528 E-mail Yan.Jiang@tasly.com