

较大变异性的真实原因有待进一步深入研究。

References:

- [1] Wang Z X, Peng Z S, He Y K. Genetic analysis of male gamete abortion in *Pinellia ternata* [J]. *Acta Agrono Sin* (作物学报), 2000, 26 (1): 83-86.
- [2] Song J B, Zhang G T, Guo Q S, et al. On field comparison experiment of different variety of *Ternata Pinellia* (*Pinellia ternata*) [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1997, 28 (3): 175-177.
- [3] Gu D X, Li Y X, Xu B S. A study on the reproductive biology of *Pinellia ternata* (Thunb.) Breit. [J]. *J Plant Resour and Enviro* (植物资源与环境), 1994, 3 (4): 44-48.
- [4] Li C X, Wang W L, Chen S L, et al. *Biological Statistics* (生物统计学) [M]. Beijing: Science Press, 1997.
- [5] Pan B W. Research on ecology of bulbil in *Pinellia ternata* [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 1998, 23 (9): 526-527.
- [6] Guo Q S, Huo S A, Liu L. Study on growth rhythm in populations of *Pinellia ternata* (Thunb.) Breit. [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2001, 26 (4): 233-237.
- [7] Li M W, Gu D X, Liu Y L, et al. Relationship between occurrence of bulbils and chromosome number and ploidy in *Pinellia* (Araceae) [J]. *Acta Phytotaxon Sin* (植物分类学报), 1997, 35 (3): 208-214.

不同产地黄芩药材 HPLC 指纹图谱的研究

肖蓉, 袁志芳, 王春英, 张兰桐*, 王彩红

(河北医科大学药学院 药物分析教研室, 河北 石家庄 050017)

摘要:目的 建立河北道地药材热河黄芩的 HPLC 指纹图谱, 并与不同产地黄芩药材指纹特征相比较, 为科学评价与有效控制黄芩质量提供新方法。方法 采用 HPLC 法测定了热河黄芩等 11 个不同产地黄芩样品。色谱条件: C₁₈柱, 乙腈-0.25%磷酸-四氢呋喃为流动相进行梯度洗脱, 检测波长 274 nm, 体积流量 1.0 mL/min, 柱温 30 ℃。结果 建立了 HPLC 指纹图谱共有模式, 并对不同产地药材进行了相似度比较。结论 色谱指纹图谱分析法能简便、快速地鉴别和区分不同来源的黄芩药材, 为全面控制黄芩药材的质量提供了依据。

关键词: 黄芩; 高效液相色谱法; 指纹图谱

中图分类号: R282.710.3

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2005)05-0743-05

Fingerprints of *Scutellaria baicalensis* from different habitats by HPLC

XIAO Rong, YUAN Zhi-fang, WANG Chun-ying, ZHANG Lan-tong, WANG Cai-hong

(Department of Pharmaceutical Analysis, School of Pharmacy, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050017, China)

Abstract: Objective To set up the HPLC fingerprints of *Scutellaria baicalensis* Georgi. (SBG) collected from Rehe, Hebei Province and compare the fingerprints of SBG collected from different habitats so as to establish a sensitive and specific method for controlling the quality of SBG. **Methods** The HPLC fingerprints of SBG from different places were obtained from Agilent 1100 instrument. The HPLC separation was performed on a Diamonsil™ C₁₈ analytical column gradient eluted with acetonitrile-0.25% H₃PO₄-THF at the flow rate of 1.0 mL/min. The temperature of column was 30 ℃. The UV detection wavelength was 274 nm. **Results** The mutual mode of HPLC fingerprints was set up and the similar degrees to the crude drugs of different habitats were compared. **Conclusion** It is simple and rapid to identify and differentiate SBG collected from different sources with the method which can be used as a quality control item for SBG.

Key words: *Scutellaria baicalensis* Georgi. (SBG); HPLC; fingerprint

中药现代化研究的重要任务之一就是建立一套客观的质量控制方法用以规范、指导中药材的炮制加工和中成药的生产。建立中药指纹图谱的目的在于将中药与化学药品区别开来, 充分体现中药的整

体效应^[1,2]。黄芩为唇形科植物黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi. 的干燥根, 具有清热燥湿、泻火解毒、止血、安胎等作用, 是我国中医临床常用大宗药材品种之一。主产于河北承德、保定, 山西汾阳, 河

收稿日期: 2004-07-28

基金项目: 河北省自然科学基金项目(303453)

作者简介: 肖蓉(1980—), 女, 湖北麻城人, 河北医科大学药学院在读硕士研究生, 主要从事新药开发与指纹图谱研究。

* 通讯作者 Tel: (0311) 6266419 E-mail: zhanglantong@263.net

南,陕西,内蒙古及东北等地,多为野生,尤以河北北部野生者为地道药材,其根条坚实,空心少,色黄,品质最佳,素有“热河黄芩”之称。

黄芩含有多种化学成分,其中黄酮类化合物为主要有效成分。由于受地理因素和生长环境的影响,不同产区包括栽培和野生黄芩的化学组成不尽相同。本实验利用 RP-HPLC 法梯度洗脱,建立了热河黄芩中黄酮类成分的指纹图谱,该方法重现性和精密度良好,有助于黄芩药材的标准化种植及黄芩地道药材的质量控制。同时对不同产地的黄芩进行了指纹图谱相似度分析,以区分不同产地黄芩药材质量的异同,为黄芩的鉴别提供新的依据。

1 仪器、试剂与药材

Agilent 1100 液相色谱仪,紫外检测器(VWD), HP Chemstation System 色谱工作站, SCQ—200 超声波清洗器(上海声谱超声波设备厂),SZ—93 自动双重纯水蒸馏器(上海亚荣生化仪器厂)。乙腈为色谱纯(美国迪马公司),水为二次蒸馏水,其他试剂均为分析纯。

黄芩苷对照品(供含量测定用,批号 715-200010)、汉黄芩素对照品(供鉴别用,批号 1514-200001)、黄芩对照药材(批号 120955-200305)均由中国药品生物制品检定所提供。不同产地黄芩药材样品来源见表 1,经河北医科大学药学院生药教研室聂凤提教授鉴定。

表 1 黄芩样品来源

Table 1 Origins of *S. baicalensis* samples

样品号	学名	样品来源
1	黄芩 <i>S. baicalensis</i>	河北承德(热河)
2	黄芩	山西北部野生
3	黄芩	山西北部家种
4	川黄芩 <i>S. hypericifolia</i>	四川雅安
5	甘肃黄芩 <i>S. rehderiana</i>	甘肃
6	黄芩	内蒙古
7	粘毛黄芩 <i>S. viscidula</i>	吉林
8	黄芩	河北易县野生
9	黄芩	中国药品生物制品检定所
10	黄芩	河北安国家种
11	黄芩	河北易县家种

2 方法与结果

2.1 对照品溶液的制备:分别取黄芩苷和汉黄芩素对照品适量,精密称定,加甲醇溶解并稀释制成 0.1 mg/mL 的溶液,作为对照品溶液 1、2。

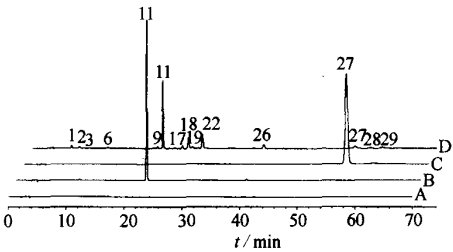
2.2 供试品溶液的制备:取热河黄芩药材粉末(过 60 目筛) 0.2 g,精密称定,置 100 mL 量瓶中,加甲醇至刻度,摇匀,称定质量,超声提取 45 min,取出,放冷,用甲醇补足质量,摇匀,滤过,取续滤液 2 mL

置 5 mL 量瓶中,加甲醇稀释至刻度,摇匀,微孔滤膜(0.45 μm)滤过,即得供试液 1。

2.3 黄芩地道药材指纹图谱的建立

2.3.1 色谱条件及系统适用性试验:色谱柱为 Diamonsil™ C₁₈柱(250 mm×4.6 mm,5 μm)(美国迪马公司);乙腈(A)-0.25%磷酸(B)-四氢呋喃(C)为流动相进行梯度洗脱:0~14 min (21% A-78% B-1% C),17 min (28% A-71% B-1% C),25 min (31% A-68% B-1% C),45~60 min (39% A-60% B-1% C),65 min (30% A-69% B-1% C),70 min (21% A-78% B-1% C)。检测波长 274 nm;体积流量 1.0 mL/min;柱温 30 ℃;进样量 10 μL;理论板数按黄芩苷峰计算应约为 2×10⁵,与其他峰的分离度均大于 1.0。所有组分均在 70 min 内被检测完。

2.3.2 测定方法:分别精密吸取空白溶剂、对照品溶液 1 和 2 及供试液 1 各 10 μL,注入液相色谱仪,记录 70 min 内的色谱峰及其保留时间和峰面积,色谱图见图 1。



A-空白溶剂 B-黄芩苷对照品溶液 C-汉黄芩素对照品溶液 D-热河黄芩 1~29-14 个共有峰

A-blank solution B-baicalin reference solution C-wagonin reference solution D-SBG from Rehe 1—29-14 common peaks

图 1 黄芩药材指纹图谱

Fig. 1 Fingerprints of SBG crude drugs

2.4 方法学考察^[2]

2.4.1 稳定性试验:取热河黄芩药材粉末,精密称定,按上述方法制备供试液,分别于 0、2、4、6、8、10、12、24、36、48 h 检测指纹图谱。结果表明,各主要色谱峰相对保留时间和其相对峰面积比值无明显变化,RSD 分别为 0.03%~0.95%和 0.17%~1.13%,符合指纹图谱要求,稳定性良好。

2.4.2 精密度试验:取热河黄芩药材粉末,精密称定,按上述方法制备供试液,重复进样 6 次,记录指纹图谱。结果表明,各主要色谱峰相对保留时间和其相对峰面积比值无明显变化,RSD 分别为 0.03%~1.04%和 0.17%~0.42%,符合指纹图谱要求,精密度良好。

2.4.3 重现性试验:取热河黄芩药材粉末 6 份,精密称定,按上述方法制备供试液,记录指纹图谱。结果表明,各主要色谱峰相对保留时间和其相对峰面积比值无明显变化,RSD 分别为 0.01%~0.84%和 1.19%~1.71%,符合指纹图谱要求,重现性良好。

2.5 不同产地黄芩药材指纹图谱的比较及相关技术参数:按供试品溶液 1 的制备方法操作,分别取不同产地黄芩药材样品 2~11 制成供试品溶液 2~11,分别取 10 μ L 进样,同前条件记录指纹图谱(见图 2),其中 11 号峰(S 峰)为黄芩主要指标成分黄芩苷,将其作为内参比峰。比其色谱峰对内参比峰的相对保留时间定性,得到 14 个共有峰(图 1,表 2),计算各共有峰相当于其内参比峰的峰面积比值(表 3),每个样品的非共有峰面积占总峰面积均小于 10%,符合指纹图谱要求。

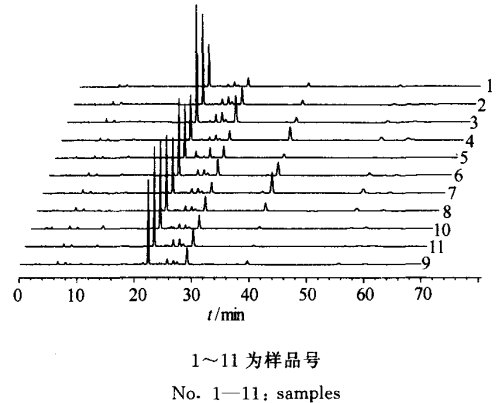


图 2 不同产地黄芩样品的指纹图谱
Fig. 2 Fingerprints of SBG samples from different habitats

从表 2、3 可看出,不同产地黄芩药材指纹图谱存在一定的差异,其共有峰相对保留时间基本一致,

表 2 黄芩药材指纹图谱共有峰相对保留时间

Table 2 Relative retention time of common peaks for fingerprint of *S. baicalensis* crude drugs

样品号	共有峰相对保留时间													
	1	2	3	6	9	11(S)	17	18	19	22	26	27	28	29
1	0.304	0.364	0.402	0.569	0.960	1.000	1.148	1.196	1.225	1.302	1.769	2.479	2.595	2.690
2	0.299	0.361	0.397	0.561	0.960	1.000	1.148	1.196	1.225	1.302	1.771	2.480	2.595	2.691
3	0.299	0.360	0.396	0.560	0.960	1.000	1.148	1.196	1.225	1.302	1.771	2.480	2.595	2.691
4	0.299	0.359	0.396	0.560	0.960	1.000	1.148	1.196	1.226	1.302	1.770	2.479	2.594	2.689
5	0.304	0.364	0.401	0.561	0.960	1.000	1.148	1.196	1.225	1.302	1.769	2.476	2.591	2.685
6	0.303	0.364	0.401	0.563	0.959	1.000	1.148	1.196	1.225	1.302	1.768	2.477	2.593	2.687
7	0.292	0.365	0.403	0.562	0.960	1.000	1.148	1.195	1.224	1.301	1.767	2.474	2.589	2.684
8	0.298	0.359	0.395	0.557	0.959	1.000	1.148	1.197	1.226	1.303	1.769	2.478	2.592	2.687
9	0.298	0.359	0.395	0.557	0.959	1.000	1.148	1.197	1.225	1.302	1.769	2.476	2.591	2.685
10	0.299	0.359	0.396	0.556	0.960	1.000	1.148	1.197	1.225	1.303	1.769	2.481	2.598	2.698
11	0.299	0.360	0.396	0.559	0.960	1.000	1.148	1.197	1.225	1.303	1.770	2.479	2.593	2.692

表 3 黄芩药材指纹图谱共有峰相对峰面积值

Table 3 Relative areas of common peaks for fingerprint of *S. baicalensis* crude drugs

样品号	共有峰相对峰面积													
	1	2	3	6	9	11(S)	17	18	19	22	26	27	28	29
1	0.057	0.038	0.011	0.029	0.033	1.000	0.061	0.153	0.048	0.299	0.143	0.106	0.029	0.043
2	0.042	0.041	0.006	0.018	0.014	1.000	0.073	0.113	0.052	0.282	0.091	0.040	0.013	0.026
3	0.044	0.030	0.005	0.013	0.009	1.000	0.086	0.109	0.039	0.329	0.081	0.040	0.013	0.035
4	0.065	0.050	0.012	0.038	0.027	1.000	0.086	0.153	0.047	0.303	0.561	0.210	0.024	0.122
5	0.046	0.036	0.006	0.041	0.017	1.000	0.033	0.254	0.021	0.338	0.145	0.002	0.000	0.001
6	0.043	0.032	0.004	0.016	0.021	1.000	0.087	0.093	0.046	0.303	0.320	0.092	0.019	0.032
7	0.067	0.046	0.010	0.023	0.020	1.000	0.096	0.109	0.052	0.275	0.688	0.242	0.038	0.072
8	0.050	0.044	0.009	0.018	0.032	1.000	0.081	0.075	0.046	0.284	0.200	0.109	0.021	0.084
9	0.040	0.035	0.006	0.014	0.018	1.000	0.072	0.057	0.047	0.283	0.074	0.045	0.012	0.050
10	0.032	0.025	0.003	0.067	0.006	1.000	0.067	0.052	0.029	0.220	0.040	0.012	0.042	0.033
11	0.033	0.024	0.004	0.024	0.006	1.000	0.083	0.097	0.045	0.265	0.025	0.010	0.034	0.063

相对峰面积比值存在一定的差异,可用来鉴别和区分不同产地的黄芩药材。

2.6 数据处理

2.6.1 系统聚类分析:系统聚类分析是一种无管理、无指导的模式识别方式,可依据所测样品的数

据,对样品进行分类^[3]。本研究以形态学鉴定的 11 个不同产地的黄芩样品为研究对象,进行指纹图谱研究,获得包括黄芩苷(11 号峰)在内的 29 个峰,从中选出 14 个共有峰,将其峰面积相当于内参照物峰的峰面积量化,得到 11×14 阶原始数据矩阵,运用

SPSS 软件对其进行系统聚类分析,采用离差平方和法(Ward's Method),利用欧氏距离(Euclidean)作为样品的测度,11 个样品基本可分为两大类,样品 1、8、2、3、9、10、11、5、6 为一类,4、7 为二类。聚类谱系图见图 3。

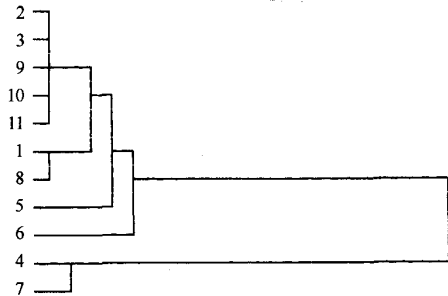


图 3 黄芩样品聚类谱系图

Fig. 3 Hierarchical clustering analysis figure of *S. baicalensis* samples

2.6.2 相似度分析:运用中药指纹图谱相似度计算软件分析。将实验数据导入中药指纹图谱相似度计算软件,经选峰,设定匹配模式,将谱峰自动匹配,然后设定标准模板,进行谱峰差异性评价和整体相似度评价。依据聚类结果由一类样品通过中药指纹图谱相似度计算软件得出黄芩药材指纹图谱的共有模式,各样品与该共有模式比较,其相似度结果见表 4。

表 4 与共有模式比较的黄芩样品的相似度评价

Table 4 Similarity evaluation among samples of *S. baicalensis* compared with mutual mode

样品号	相似度	样品号	相似度
1	1.00	11	1.00
8	0.99	5	0.98
2	1.00	6	0.98
3	1.00	4	0.92
9	1.00	7	0.88
10	0.99		

利用 Excel 软件,运用公式计算。分别采用欧氏距离、相关系数和夹角余弦作为测度,以 1、8、2、3、9、10、11、5、6 号样品为标准样品,以其均值作为共有模式,计算所有样品的相似度,结果见表 5。

由表 4、5 可知,不同方法所得相似度结果趋于一致,以相关系数为测度,相似度在 0.99~1.00 可归为一类,药材品质较优,包括河北道地药材热河黄芩在内,与道地研究结果相符;相似度在 0.97~0.99 的样品质量次之,为市售一般品;相似度在 0.85~0.92 的样品质量最次。其结果与系统聚类结果及药材的道地性和生药学鉴定结果相符。

3 讨论

3.1 本实验比较了不同提取溶剂如 95%乙醇、

表 5 相似度分析结果

Table 5 Result of similarity analysis

样品号	欧氏距离	相关系数	夹角余弦
1	0.991	0.998	0.998
2	0.994	0.999	0.999
3	0.992	0.998	0.998
4	0.941	0.907	0.925
5	0.980	0.987	0.990
6	0.975	0.979	0.984
7	0.926	0.853	0.888
8	0.986	0.994	0.995
9	0.990	0.997	0.997
10	0.982	0.991	0.991
11	0.985	0.993	0.994

70%乙醇、45%乙醇、50%甲醇、甲醇的水浴回流、索氏提取、超声提取等不同提取方法的提取效果,以甲醇提取的总体效果为佳。同时还考察了以甲醇为提取溶剂,不同提取时间(30、45、60 min)的提取效果。结果表明,以甲醇为提取溶剂,超声提取 45 min,提取较完全,且方法稳定、重现性好。采用甲醇提取,可将其不同成分完全表述。70%乙醇虽可将黄芩苷提取更完全,但指纹图谱只倾向于某几个峰,甲醇提取黄芩苷的峰相对低些,但就指纹图谱的整体性而言更合适一些。实验中还发现用 50%甲醇提取的供试品溶液很不稳定,黄芩苷峰很快降低,汉黄芩素峰则相应升高,说明在甲醇中若水的比例较大,黄芩苷很不稳定,容易发生水解,而采用纯甲醇超声提取,溶液的稳定性良好。

3.2 本实验采用 274 nm 作为检测波长,也是为了兼顾其他峰的吸收。文献报道多采用 280 nm 测定黄芩苷的含量。黄芩中黄芩苷含量很高,在色谱图中占绝对优势,其他特征峰很弱,为了反应药材化学成分的全貌,可使用不同的检测波长,突出其他特征峰,相互参照辨认,并可避免图谱中仅有一种成分偏高的现象。本研究为图谱中除突出黄芩苷色谱峰特征外,也同时突出其他特征,故选 274 nm 检测。

3.3 在流动相系统的选择中,分别以乙腈-水、乙腈-0.1%磷酸、乙腈-0.25%磷酸、乙腈-水-冰醋酸、甲醇-水、乙腈-甲醇-0.25%磷酸、乙腈-0.25%磷酸-四氢呋喃等不同体积分数、不同比例的流动相系统进行等度和梯度洗脱试验。结果表明,用乙腈-0.25%磷酸-四氢呋喃进行梯度洗脱为佳,加入四氢呋喃后峰形尖锐且分离度较好,在调整好流动相的不同时间洗脱比例之后,各峰的保留时间适中,且基线较平稳,不易漂移,有利于指纹图谱的分析。

3.4 本实验用不同的数据处理方法对数据进行分析,由得出的相似度结果可知,11 个样本间有较好

的相关性,但又有区别。采用 3 种不同检验方法,结果是一致的,得到 3 种不同方法之间的相互认证,3 种方法各有优势,且针对点不同,结合使用效果更好,为指纹图谱的分析提供了强有力的依据。

3.5 本研究方法建立的指纹图谱可快速鉴别区分不同来源的黄芩药材,通过指纹图谱对黄芩药材进行综合宏观分析,有利于全面控制药材质量,促进黄芩药材及其制剂研制水平和质量控制的全面提高。

References:

- [1] Li X B, Tu P F. Fingerprint system of Chinese medicinal materials [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2003, 34 (5): 385-387.
- [2] Xiao R, Zhang L T. Actuality and future of studies on fingerprints of TCM [J]. *J Hebei Med Univ* (河北医科大学学报), 2003, 24 (5): 310-313.
- [3] *Technical Requirement of the Fingerprint in Injection of Chinese Materia Medica (Tentative Standard)* [中药注射剂指纹图谱研究的技术要求(暂行)] [S]. 2001.
- [4] Zhang K R, Bi K S. Study on fingerprint of *Radix Paeoniae Rubra* by HPLC [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2003, 34 (11): 1048-1051.

南方红豆杉外植体母株来源与培养基成分对愈伤组织生长和紫杉醇的影响

陈 惠, 王文科*, 卢英梅, 白新生

(山西师范大学生命科学院, 山西 临汾 041004)

摘要:目的 建立和优化获得量大而高紫杉醇愈伤组织的培养技术和方法。方法 以山西陵川县野生和在西安栽培的南方红豆杉为材料,就最佳母株、外植体种类、基本培养基、植物激素种类及浓度对愈伤组织诱导、生长和紫杉醇的影响等因素进行了系统研究。结果 幼茎外植体因诱导的愈伤组织时间早、频率高而最佳;培养基 Y5: MS+2,4-D 4.0 mg/L+KIN 1.0 mg/L 或 B5 Ⅲ; B5+2,4-D 3.0 mg/L+KIN 0.1 mg/L+Phe 0.1 mol/L 为最佳诱导愈伤培养基,其诱导频率高达 100%。继代培养基中质量浓度 2,4-D (0.5~3 mg/L)促进愈伤组织增殖,高质量浓度 (8 mg/L)则有抑制作用。当 2,4-D 质量浓度适宜时,愈伤组织在 B5 培养基上较在 MS 培养基上褐化轻、生长快。HPLC 分析表明紫杉醇最高的继代培养基为 MS Ⅲ,其紫杉醇质量分数高达干重的 0.004%;野生母株幼芽来源的愈伤组织,其紫杉醇普遍高于栽培母株幼茎来源的愈伤组织。结论 以 5 月份野生红豆杉幼茎为外植体,以 Y5 或 B5 Ⅲ 为诱导培养基和继代培养基,继代 8~10 代,每代培养 30~35 d;用 MS Ⅲ 培养基再培养 1~2 代,收获愈伤组织或细胞培养物,并从中提取紫杉醇是获得大量高紫杉醇愈伤组织的较佳培养程序。

关键词:南方红豆杉;野生母株;栽培母株;外植体;愈伤组织诱导;继代培养;紫杉醇

中图分类号:R282.13

文献标识码:A

文章编号:0253-2670(2005)05-0747-05

Effect of explant source from different maternal tree and medium composition on callus growth and paclitaxel yield of *Taxus chinensis* var. *mairei*

CHEN Hui, WANG Wen-ke, LU Ying-mei, BAI Xin-sheng

(College of Life Science, Shanxi Teacher's University, Linfen 041004, China)

Abstract: **Objective** To establish and optimize the technology and method of producing large quantity and high-paclitaxel yield callus of *Taxus chinensis* var. *mairei*. **Methods** Wild maternal tree grown in Lingchuan County of Shanxi Province and cultivated tree grown in Xi'an were used as explant source. And the optimum maternal tree for explant cutting, optimum explant type, basic medium, composition and concentration of growth regulators in medium and so on, which were factors of affecting on callus induction, growth and paclitaxel yield, were examined in a series order. **Results** The juvenile stem segments were the optimum explants because of their earlier and higher rate callus induction than that of other explants. Medium Y5: MS+2,4-D 4.0 mg/L+KIN 1.0 mg/L or medium B5 Ⅲ; B5+2,4-D 3.0 mg/L+KIN 0.1 mg/L+Phe 0.1 mol/L was confirmed optimum callus induction medium in which callus

收稿日期:2004-11-09

基金项目:山西省自然科学基金资助项目(951030)

作者简介:陈 惠(1964—),女,山西临汾人,山西师范大学生命科学院副教授,硕士,中国农业大学在读博士,多年来主要从事多种经济植物、中草药、珍稀濒危植物的组织培养和快速繁殖工作,成功再生的植物有:栝楼、翅果油树、梨枣、山茱萸等,研究方向为水稻和旱稻的遗传转化及抗逆分子生物学研究。

* 通讯作者 E-mail: xsdwwk@sohu.com