稀土微肥对铁皮石斛试管苗壮苗的影响

周伟¹, 沈亚芳¹, 刘材材², 戴黎鸣¹, 陈军峰¹, 开国银^{1*}, 周根余^{1*}

(1. 上海师范大学生命与环境科学学院 遗传学实验室, 上海 200234;

2. 国家海洋局东海监测中心, 上海 200137)

摘要:目的 研究稀土微肥对铁皮石斛试管苗壮苗的影响。方法 通过正交试验, 以石斛小苗为外植体, 培养在附加了3种不同稀土元素组合的1/2MS+20%的香蕉提取物的培养基上进行培养。结果 3种稀土元素中的镧(La)对试管苗增质量、叶绿素b、总叶绿素和石斛多糖的量都有显著的影响; 3种稀土元素都对试管苗的叶片数、根数、分蘖数以及叶绿素a的量影响不显著。结论 为铁皮石斛试管苗的壮苗以及品质的提高提供了科学的依据。

关键词:铁皮石斛; 培养基; 稀土元素

中图分类号: R282.2

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2006)11-1719-05

Effects of rare-earth element addition on seedling growth of *Dendrobium candidum*

ZHOU Wei¹, SHEN Ya-fang¹, LIU Cai-cai², DAI Li-ming¹,

CHEN Jun-feng¹, KAI Guo-yin¹, ZHOU Gen-yu¹

(1. Department of Genetics, College of Life and Environment Science, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China; 2. Centre of Supervisal and Test in Donghai National Bureau of Ocean, Shanghai 200137, China)

Abstract: Objective To examine the effects of rare-earth elements on the seedling growth of *Dendrobium candidum*. **Methods** The seedlings were tested as the explants and cultured on 1/2 MS culture medium with extract from banana at the concentration of 20% and different portions of three kinds of rare earth elements. **Results** Lanthanum (La), in the three rare-earth elements, has a remarkable effect on the seedlings including increment weight, chlorophyll b, total chlorophyll, and content of *Dendrobium* polysaccharide. But all of the three rare-earth elements have not remarkable effects on the following aspects, such as the differentiation number of leaves, root, divarication, and chlorophyll a content. **Conclusion** The above mentioned method provides a scientific way to the seedling growth of *D. candidum* and improvement of the quality.

Key words: *Dendrobium candidum* Wall. ex Lindl.; medium; rare-earth elements

石斛属 (*Dendrobium* Sw.) 是兰科第二大属, 其中不少品种是贵重药材, 早在《神农本草经》中就被列为上品, 具有滋阴清热、生津益胃、润肺止咳等功效, 用于热病伤津、口干烦渴、病后虚热等多种病症^[1]。石斛化学成分及药理研究表明: 石斛主要成分为石斛多糖和石斛生物碱^[2]。有研究报道石斛多糖具有抗肿瘤、抗衰老、增强机体免疫力、扩张血管及抗血小板凝集等作用^[3]。铁皮石斛 *Dendrobium candidum* Wall. ex Lindl. 有极高的药用价值和经济价值, 由于其繁殖能力低, 加上长期的过量采集, 野生植物已濒临灭绝^[4]。为解决这一药材的资源短缺问题, 许多科研人员对铁皮石斛进行了无性快繁

技术的研究, 在影响其种子萌发、原球茎生长及壮苗因素等方面取得了一定的进展^[5]。目前, 国内外对铁皮石斛无性快繁过程中的营养供给和药用品质的相关性尚无系统的研究。大量试验表明, 稀土元素对植物的生长、营养代谢、光合作用及抗逆性均有一定的影响, 有促进作物增产的作用^[6]。笔者就3种稀土元素镧(La)、钐(Sm)、镱(Yb)对铁皮石斛试管苗壮苗的影响进行了试验, 现将结果报道如下。

1 材料与方 法

1.1 材料: 铁皮石斛试管小苗(采集于瑞丽西南大地石斛开发有限公司的种子萌发所得)。

1.2 培养基和培养条件: 分化基本培养基: 1/2

收稿日期: 2006-01-05

基金项目: 上海市高等学校科学技术发展基金项目(03DZ02); 上海市科委项目(065458022, 05ZR14093, 06QA14038); 上海师范大学博士科研启动基金项目(PL520)

作者简介: 周伟(1981—), 男, 湖北天门人, 上海师范大学在读研究生, 主要从事药用植物的组织培养和基因工程的研究。

E-mail: zhouwei19810501@163.com

* 通讯作者 开国银 周根余 Tel: (021) 64323698 E-mail: zhougennyu@sina.com gykai@shnu.edu.cn

MS+20% 的香蕉提取物。

试验用培养基:1/2MS+20% 的香蕉提取物+3 种不同的稀土组合(见表 1)。以上培养基琼脂的量均为 0.7%,pH 5.4。

培养条件:光强:60 lx,光照时间:12 h/d,培养温度:(25±1)℃。

表 1 L₁₆(4⁵) 正交试验因素水平表

Table 1 Factor and level of L₁₆(4⁵) orthogonal test

水平	因素		
	A LaCl ₃ /(mg·L ⁻¹)	B/SmCl ₃ /(mg·L ⁻¹)	C YbCl ₃ /(mg·L ⁻¹)
1	0	0	0
2	5	5	5
3	10	10	10
4	20	20	20

1.3 试验方法

1.3.1 无菌苗的制备:将未开裂的铁皮石斛的蒴果经 75% 酒精浸泡 1 min,快速通过酒精灯灼烧,以进行表面消毒,用镊子剥开蒴果将种子接种到附加有 NAA 0.5 mg/L 的 MS 液体培养基中^[7],置于 100 r/min,(25±1)℃ 恒温摇床上培养。一个月后转接到分化培养基上,40 d 后即能得到高为 0.5 cm、有两片子叶、无根分化的小苗。

1.3.2 正交试验:采用 3 因素各 4 个水平试验,正交表选用 L₁₆(4⁵),表头设计^[8]见表 1。正交表中 A、B、C 分别对应于 LaCl₃、SmCl₃、YbCl₃ 3 个因素。A、B、C 3 因素的 4 个水平 1、2、3、4 分别对应质量浓度为 0、5、10、20 mg/L,正交表和 16 种培养基及 3 因素的详细配比见表 2。

取上述无菌小苗,分别接种于含 3 种不同稀土元素的培养基上。每一组合接种小苗 40 株,设置两

个重复。

接种 3 个月后,统计鲜质量增量、叶片数、根数、分蘖数、叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素和石斛多糖的量,并对试验结果进行方差分析。其中叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素的测定采用紫外分光光度法^[9](752 型紫外光栅分光光度计);石斛多糖的量的测定采用蒽酮比色法^[10](752 型紫外光栅分光光度计)。

2 结果与分析

稀土微肥对铁皮石斛壮苗的影响正交试验 L₁₆(4⁵) 的试验结果见表 2。

2.1 3 种稀土元素对铁皮石斛鲜质量增量的影响:3 种稀土元素对铁皮石斛壮苗的影响的实验结果表明(表 2),3 种稀土元素对铁皮石斛的鲜质量增量、叶片数、根数、分蘖数、叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素和石斛多糖的量都有一定的影响。

实验结果的直观分析表明(表 3),对于 A 因素(LaCl₃),K₄与对照(K₁)相比,可使铁皮石斛的鲜质量有更明显的增加;对于 B 因素(SmCl₃),K₂、K₃、K₄与对照(K₁)相比,对铁皮石斛鲜质量的增加量的影响差异不大;对于 C 因素(YbCl₃),K₂、K₃、K₄与对照(K₁)相比,相反会在一定程度上抑制铁皮石斛鲜质量的增加。方差分析表明(表 4),A 因素(LaCl₃)对铁皮石斛鲜质量的增加量呈显著性的影响。因 3 个因素的自由度相同,因此可以通过 F 值的大小确定它们的主次关系。各因素对铁皮石斛鲜质量增加的影响的主次关系为:A>C>B,即 3 个因素中 LaCl₃ 的影响最大,其次是 YbCl₃,而 SmCl₃ 的影响最小。根据各因素水平的均值大小可确定最优水平的组合为 A₄B₃C₁,即增质量的最佳培养基是

表 2 铁皮石斛壮苗正交试验的试验结果

Table 2 Result of orthogonal test on seedling growth of *D. candidum*

试验代号	A	B	C	e	鲜质量增量/g	叶片数/片	根数/条	分蘖数/株	叶绿素 a/(mg·L ⁻¹)	叶绿素 b/(mg·L ⁻¹)	总叶绿素/(mg·L ⁻¹)	石斛多糖/%
1	1	1	1	1	7.233	16.64	7.91	2.20	8.378	3.256	11.634	0.438
2	1	2	2	2	5.835	21.68	11.40	5.38	9.066	4.021	13.087	0.427
3	1	3	3	3	4.532	18.92	7.92	2.42	9.572	3.561	13.133	0.392
4	1	4	4	4	3.139	14.83	6.87	2.09	8.325	3.395	11.720	1.307
5	2	1	2	3	6.805	21.00	10.90	3.55	9.520	3.875	13.395	0.534
6	2	2	1	4	6.104	15.23	7.55	2.60	8.501	3.549	12.050	0.478
7	2	3	4	1	8.035	22.36	11.40	3.42	9.320	3.927	13.247	0.546
8	2	4	3	2	5.796	16.61	7.44	2.37	8.173	3.451	11.624	0.294
9	3	1	3	4	4.452	16.31	7.32	2.43	9.212	3.214	12.426	0.950
10	3	2	4	3	4.796	16.12	8.00	2.62	8.766	3.781	12.547	0.811
11	3	3	1	2	6.877	19.34	9.92	2.90	9.602	3.078	12.680	1.258
12	3	4	2	1	4.801	14.15	4.89	2.30	8.211	3.437	11.648	1.484
13	4	1	4	2	7.415	21.28	11.73	2.90	9.780	4.349	14.129	0.445
14	4	2	3	1	7.988	22.27	11.15	3.15	9.443	4.013	13.456	0.340
15	4	3	2	4	8.790	21.39	11.27	3.12	10.360	4.069	14.429	0.291
16	4	4	1	3	10.198	22.75	11.75	2.97	10.472	3.940	14.412	0.726

1/2MS (20% 香蕉提取物) + LaCl₃ 20 mg/L + SmCl₃ 10 mg/L + YbCl₃ 0 mg/L。

表 3 铁皮石斛鲜质量增量 (g) 的直观分析

Table 3 Direct analysis of increment weight (g) of fresh *D. candidum*

因素和	A	B	C	平均值	A	B	C
K ₁	20.739	25.905	30.412	X ₁	5.185	6.476	7.603
K ₂	26.740	24.723	26.231	X ₂	6.685	6.181	6.558
K ₃	20.926	28.234	22.768	X ₃	5.232	7.059	5.692
K ₄	34.391	23.934	23.385	X ₄	8.598	5.984	5.846

表 4 铁皮石斛鲜质量增量 (g) 的方差分析

Table 4 Variance analysis of increment weight (g) of fresh *D. candidum*

变异来源	平方和	自由度	均方	F	F _{0.05}	F _{0.01}
A	31.004	3	10.335	7.29*	4.76	9.78
B	2.634	3	0.878	0.62		
C	9.110	3	3.037	2.14		
e	8.509	6	1.418			
总变异	51.257	15				

* 表示显著

* denotes remarkable

2.2 3种稀土元素对铁皮石斛叶片和根分化的影响: 实验的直观分析(表 5)表明, 3种稀土元素对铁皮石斛叶片和根的分化都有一定的影响。与对照(K₁)相比, A、B、C 3因素都能使叶片和根的分化有所提高。方差分析(表 6)表明: A、B、C 3因素对诱导根和叶的分化, 影响的差异性不显著。因 3个因素的自由度相同, 可以通过 F 值的大小确定它们的主次关系。各因素对铁皮石斛叶片和根的分化的影响的主次关系为: A>B>C, 即 3个因素中 LaCl₃的影响最大, 其次是 SmCl₃, 而 YbCl₃的影响最小。据各因素水平的均值大小可确定最优水平组合为 A₄B₃C₂, 即诱导根和叶的分化的最佳培养基是 1/2 MS (20% 香蕉提取物) + LaCl₃ 20 mg/L + SmCl₃ 10 mg/L + YbCl₃ 5 mg/L。

2.3 3种稀土元素对铁皮石斛分蘖的影响: 实验的直观分析(表 7)表明, 3种稀土元素对铁皮石斛的分

表 5 铁皮石斛叶片分化 (片) 和根分化 (条) 的直观分析
Table 5 Direct analysis of leaves (pieces) and roots (strips) differentiation of *D. candidum*

因素和	A	B	C	平均值	A	B	C
叶 K ₁	72.07	75.23	73.96	X ₁	18.02	18.81	18.49
K ₂	75.20	75.30	78.22	X ₂	18.80	18.83	19.56
K ₃	65.92	82.01	74.11	X ₃	16.48	20.50	18.53
K ₄	87.69	68.34	74.59	X ₄	21.92	17.09	18.65
根 K ₁	34.10	37.86	37.13	X ₁	8.53	9.47	9.28
K ₂	37.29	38.10	38.46	X ₂	9.32	9.53	9.62
K ₃	30.13	40.51	33.83	X ₃	7.53	10.13	8.46
K ₄	45.90	30.95	38.00	X ₄	11.48	7.74	9.50

蘖也都有一定的影响。与对照(K₁)相比, A、B、C 3因素都能使植株的分蘖数有所提高。方差分析(表 8)表明: A、B、C 3因素对诱导植株的分蘖差异性不显著。可以通过 F 值的大小确定它们的主次关系。各因素对铁皮石斛分蘖数影响的主次关系为: C>B>A。即 3个因素中 YbCl₃的影响最大, 其次是 SmCl₃, 而 LaCl₃的影响最小。据各因素水平的均值大小可确定最优水平组合为 A₄B₂C₂, 即促进铁皮石斛植株分蘖的最优培养基是 1/2MS (20% 香蕉提取物) + LaCl₃ 20 mg/L + SmCl₃ 5 mg/L + YbCl₃ 5 mg/L。

表 6 铁皮石斛叶片分化 (片) 根分化 (条) 的方差分析
Table 6 Variance analysis of leaves (pieces) and roots (strips) differentiation of *D. candidum*

变异来源	平方和	自由度	均方	F	F _{0.05}	F _{0.01}
叶 A	62.979	3	20.993	2.51	4.76	9.78
B	23.362	3	7.787	0.93		
C	3.055	3	1.018	0.12		
e	50.192	6	8.365			
总变异	139.588	15				
根 A	33.704	3	11.235	3.00	4.76	9.78
B	12.697	3	4.232	1.13		
C	3.278	3	1.093	0.29		
e	22.499	6	3.750			
总变异	72.178	15				

表 7 铁皮石斛分蘖数 (株) 的直观分析
Table 7 Direct analysis of divarication number (plant) of *D. candidum*

因素和	A	B	C	平均值	A	B	C
K ₁	12.09	11.08	10.67	X ₁	3.02	2.77	2.67
K ₂	11.94	13.75	14.35	X ₂	2.99	3.44	3.59
K ₃	10.25	11.86	10.37	X ₃	2.56	2.97	2.59
K ₄	12.14	9.73	11.03	X ₄	3.04	2.43	2.76

表 8 铁皮石斛壮苗分蘖数 (株) 的方差分析
Table 8 Variance analysis of divarication number (plant) of seedling growth of *D. candidum*

变异来源	平方和	自由度	均方	F	F _{0.05}	F _{0.01}
A	0.617	3	0.206	0.30	4.76	9.78
B	2.114	3	0.705	1.04		
C	2.566	3	0.855	1.26		
e	4.069	6	0.678			
总变异	9.366	15				

2.4 3种稀土元素对铁皮石斛光合作用的影响: 实验的直观分析(表 9)表明, 3种稀土元素对铁皮石斛壮苗过程中的叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素都有一定程度的影响。与对照(K₁)相比, A、B、C 3因素都能使植株的叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素有所提高。方差分析(表 10)表明: A、B、C 3因素都对叶绿素 a 的影响的差异性不显著; 但 A 因素对叶绿

素 b 的影响的差异性极其显著, C 因素对叶绿素 b 的影响的差异性显著, B 因素对叶绿素 b 的影响差异性不显著; A 因素对总叶绿素的影响的差异性显著, B 和 C 因素对总叶绿素的影响的差异性都不显著。可以通过 *F* 值的大小确定它们的主次关系: 各因素对铁皮石斛叶绿素 a 和总叶绿素的影响的主次关系为: A>B>C。即 3 个因素中 LaCl₃ 的影响最大, 其次是 SmCl₃, 而 YbCl₃ 的影响最小。据各因素水平的均值大小可确定最优水平组合为 A₄B₃C₂, 即提高叶绿素 a 和总叶绿素的最佳培养基是 1/2MS (20% 香蕉提取物) + LaCl₃ 20 mg/L + SmCl₃ 10 mg/L + YbCl₃ 5 mg/L; 各因素对铁皮石斛叶绿素 b 的影响的主次关系为: A>C>B。即 3 个因素中 LaCl₃ 的影响最大, 其次是 YbCl₃, 而 SmCl₃ 的影响最小。据各因素水平的均值大小可确定最优水平组

表 9 铁皮石斛叶绿素 (mg/L) 的直观分析

Table 9 Direct analysis of chlorophyll content (mg/L) of *D. candidum*

因素和		A	B	C	平均值	A	B	C
叶绿素 a	K ₁	35.341	36.890	36.953	X ₁	8.835	9.223	9.238
	K ₂	35.514	35.776	37.157	X ₂	8.879	8.944	9.289
	K ₃	35.791	38.854	36.400	X ₃	8.948	9.714	9.100
	K ₄	40.055	35.181	36.191	X ₄	10.014	8.795	9.048
叶绿素 b	K ₁	14.233	14.694	13.823	X ₁	3.558	3.674	3.456
	K ₂	14.802	15.364	15.402	X ₂	3.701	3.841	3.851
	K ₃	13.510	14.635	14.239	X ₃	3.378	3.659	3.560
	K ₄	16.371	14.223	15.452	X ₄	4.093	3.556	3.863
总叶绿素	K ₁	49.574	51.584	50.776	X ₁	12.394	12.896	12.694
	K ₂	50.316	51.140	52.559	X ₂	12.579	12.785	13.140
	K ₃	49.301	53.489	50.639	X ₃	12.325	13.372	12.660
	K ₄	56.426	49.404	51.643	X ₄	14.107	12.351	12.911

表 10 铁皮石斛壮苗叶绿素 (mg/L) 的方差分析

Table 10 Variance analysis of chlorophyll content (mg/L) of seedling growth of *D. candidum*

变异来源	平方和	自由度	均方	<i>F</i>	<i>F</i> _{0.05}	<i>F</i> _{0.01}	
叶绿素 a	A	3.833	3	1.278	3.87	4.76	9.78
	B	1.959	3	0.653	1.98		
	C	0.155	3	0.052	0.16		
	e	1.982	6	0.330			
	总变异	7.929	15				
叶绿素 b	A	1.109	3	0.370	11.21**	4.76	9.78
	B	0.168	3	0.056	1.70		
	C	0.510	3	0.170	5.15*		
	e	0.200	6	0.033			
	总变异	1.987	15				
总叶绿素	A	8.544	3	2.848	5.85*	4.76	9.78
	B	2.112	3	0.704	1.45		
	C	0.593	3	0.198	0.41		
	e	2.922	6	0.487			
	总变异	14.171	15				

* 表示显著 ** 表示极显著

* denotes remarkable ** denotes very remarkable

合为 A₄B₂C₄, 即提高叶绿素 b 的最佳培养基是 1/2 MS (20% 香蕉提取物) + LaCl₃ 20 mg/L + SmCl₃ 5 mg/L + YbCl₃ 20 mg/L。

2.5 3 种稀土元素对铁皮石斛代谢产物石斛多糖的影响: 实验的直观分析(表 11)表明, 3 种稀土元素对铁皮石斛的多糖的量都有一定的影响。与对照(K₁)相比, A、B、C 3 因素都能提高铁皮石斛多糖的量。方差分析(表 12)表明: A 因素对提高石斛多糖的量的差异性显著; B 和 C 因素则无显著性的差异。可以通过 *F* 值的大小确定它们的主次关系。各因素对铁皮石斛的多糖的量主次关系为: A>B>C。即 3 个因素中 LaCl₃ 的影响最大, 其次是 SmCl₃, 而 YbCl₃ 的影响最小。据各因素水平的均值大小可确定最优水平组合为 A₃B₄C₄, 即提高铁皮石斛多糖量的最佳培养基是 1/2MS (20% 香蕉提取物) + LaCl₃ 10 mg/L + SmCl₃ 20 mg/L + YbCl₃ 20 mg/L。

表 11 铁皮石斛多糖 (%) 的直观分析

Table 11 Direct analysis of polysaccharide content (%) of *D. candidum*

因素和		A	B	C	平均值	A	B	C
K ₁	K ₁	2.564	2.367	2.900	X ₁	0.641	0.592	0.725
	K ₂	1.852	2.056	2.736	X ₂	0.463	0.514	0.684
	K ₃	4.503	2.487	1.976	X ₃	1.126	0.622	0.494
	K ₄	1.802	3.811	3.109	X ₄	0.451	0.953	0.777

表 12 铁皮石斛茎部的石斛多糖 (%) 的方差分析

Table 12 Variance analysis of polysaccharide content (%) in stem of *D. candidum*

变异来源	平方和	自由度	均方	<i>F</i>	<i>F</i> _{0.05}	<i>F</i> _{0.01}
A	1.200	3	0.400	6.25*	4.76	9.78
B	0.452	3	0.151	2.40		
C	0.184	3	0.061	0.95		
e	0.384	6	0.064			
总变异	2.220	15				

* 表示显著

* denotes remarkable

3 讨论

研究表明, 稀土元素具有一定的生理调控特性, 并对植物的生长发育和品质改善有一定的促进作用^[11]。廖铁军等^[12]报道, 稀土处理对黄瓜的增产效果良好, 此外还发现施用稀土微肥能提高西红柿的座果率, 并提高西红柿的糖酸比。刘骅等^[13]曾研究了基本培养基、天然提取物和激素种类对铁皮石斛试管苗壮苗的影响, 但是稀土元素对铁皮石斛的壮苗及其品质影响, 国内外尚未见相关报道。本实验通过正交试验表明: 化合态的稀土微肥镧(La³⁺)对促进铁皮石斛试管苗增质量效果显著, 而其他两种稀土元素的效果则不明显; 促进铁皮石斛试管苗增

质量的最佳培养基是 1/2MS (20% 香蕉提取物) + LaCl₃ 20 mg/L + SmCl₃ 10 mg/L + YbCl₃ 0 mg/L。3 种稀土元素对叶绿素 a 的量的影响都不显著。但 La³⁺ 对叶绿素 b 的影响却极其显著,能显著提高它的量;Yb³⁺ 对叶绿素 b 的影响显著,也能显著提高它的量,这与杨永刚等^[14]报道的 Yb³⁺ 能提高西蒙洛托中叶绿素 b 的量相一致。因此笔者推测:稀土元素镧 (La³⁺) 之所以能促进铁皮石斛试管苗增质量与镧 (La³⁺) 从一定的角度影响了铁皮石斛的光合作用的效率是分不开的。试验中发现,高质量浓度的 SmCl₃ 和 YbCl₃ 的配比试验号,如 3、4、7、8、10、12 号植株长得相对较矮小,叶片也窄小,可见高质量浓度的 SmCl₃ 和 YbCl₃ 的组合会抑制石斛的增高。胡勤海等^[6]报道稀土对植株叶绿素的量和光合速率有明显的促进作用,并以单一稀土元素及喷施方法增效作用较好。稀土元素对光合作用影响的机制尚无明确的报道。

试验表明:提高铁皮石斛试管苗多糖量的最优培养基是 1/2MS (20% 香蕉提取物) + LaCl₃ 10 mg/L + SmCl₃ 20 mg/L + YbCl₃ 20 mg/L。稀土元素镧 (La³⁺) 对石斛多糖的量有显著的影响。据报道,Hoagland 等用含有 LaCl₃ 的营养液栽培黄瓜植物,黄瓜植物根系中稀土量逐渐增加,同时引起根系伤流液的溢泌量也随之增加。镧有促进 NO₃⁻¹ 还原、氮素同化和氨基酸的合成与代谢的作用^[15]。因此,笔者推测稀土能够提高石斛多糖的量可能与稀土增加了石斛根系的伤流量从而提高了对有机碳源的吸收和转化有关。稀土元素对石斛的生理效应的分子机制还有待于进一步研究。

References:

[1] Xu H, Wang Z T, Ding J Y, et al. General research aspect of biotechnology about medicl *Dendrobi* [J]. *Chin Wild Plant*

Res (中国野生植物资源), 2001, 20(1): 1-4.
 [2] Zhang X Y. To determine the content of amylose in three kinds of artificial propagation of *Dendrobium* in Sichuan province [J]. *J Leshan Normal Coll* (乐山师范学院学报), 2004, 19(5): 89-90.
 [3] Wei X Y, Zhang M. Protoplast fusion in *Dendrobium candidum* and *Gynostemma pentaphyllum* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2004, 35(7): 811-814.
 [4] Wu M G, Kang C F, Lu R L, et al. Tissue culture of the stems of *Dendrobium huoshanense* under effects of IBA/NAA [J]. *J Chin Univ Sci Tech* (中国科学技术大学学报), 2001, 31(5): 624-628.
 [5] Shao H, Zhang L Q, Li J M, et al. Advances in research of *Dendrobium officinal* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2004, 35(1): 109-112.
 [6] Hu Q H, Ye Z J. The physiological effects of rare earth element on plant [J]. *Plant Physiol* (植物生理学通讯), 1996, 32(4): 296-300.
 [7] Zhang Z G, Liu H, Wang L, et al. To research the culture condition of protocorm-like bodies of *Dendrobium candidum* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1992, 23(8): 431-433.
 [8] Yu W J. *Biological Statistical Algorithm and Design of Experiment* (生物统计附试验统计) [M]. China Agriculture Press, 2001.
 [9] Zhang Z L, Zhai W Q. *The Experimental Guide for Plant Physiology* (植物生理学实验指导) [M]. Beijing: High Education Press, 2003.
 [10] Wang X Z. *The Principle and Methods of Experimental Technique on Biochemistry* (生物化学实验技术原理和方法) [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2002.
 [11] Zhou Z Z. The plant ecophysiological effect of the rare earth element [J]. *Acta Agric Boreali-occiden Sin* (西北农业学报), 2004, 13(2): 119-123.
 [12] Liao T J. The physiological effects of rare earth elements on crops [J]. *Rare Earth Element* (稀土), 1994, 15(5): 26-29.
 [13] Liu H, Zhang Z G. To research the medium of growth of plants of *Dendrobium candidum* [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 1998, 23(11): 654-656.
 [14] Yang Y G, Cheng L, Zhou G Y, et al. Effects of rare earth elements on muskmelon *in vitro* [J]. *J Capital Norm Univ: Nat Sci* (首都师范大学学报:自然科学版), 2001, 23(2): 62-67.
 [15] Ni J Z. *Bioinorganic Chemistry of Rare Earth Elements* (稀土生物无机化学) [M]. Beijing: Science Press, 1995.

莲子菜药材 HPLC 指纹图谱研究

马英丽, 卢卫红, 崔明宇, 杨帆, 史国玉, 于晓敏
 (黑龙江中医药大学药学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要:目的 建立莲子菜药材的 HPLC 指纹图谱。方法 以香叶木苷为内标物,采用高效液相色谱法分析不同产地 10 个莲子菜样品,并进行相似度计算。色谱条件:Hypersil ODS₂柱 (200 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相为甲醇-

收稿日期:2006-01-12
 基金项目:黑龙江省科技攻关计划项目 (20031101)
 作者简介:马英丽,女,教授,博士生导师,研究方向为中药活性成分及质量标准化研究。
 Tel: (0451) 82196178 E-mail: mylt666@sina.com