

武夷山脉石杉科植物石杉碱甲含量的研究

张君诚^{1,2}, 黄 晖¹, 张杭颖¹, 钟 扬²

(¹三明学院应用生物技术研究所, 福建三明 365004; ²复旦大学生物多样性与生态工程教育部重点实验室, 上海 200433)

摘要:石杉植物因所含 Hup A 为高效、可逆、高选择性的中枢性乙酰胆碱酯酶抑制剂而受关注。实地采集标本并用改进的 HPLC 法测定了武夷山脉 4 种石杉科植物及不同居群间的石杉碱甲(Hup A)含量。结果显示,石杉碱甲在长柄石杉、四川石杉、有柄马尾杉和华南马尾杉中均有分布,其中以有柄马尾杉中含量最高,达 0.151%;含量最低的是四川石杉,为 0.016%。该地区优势种长柄石杉(千层塔)11 个居群的石杉碱甲含量测定显示:武平县梁野山和三元区中村乡两个居群含量较高,分别为 0.0636% 和 0.0519%。对石杉科部分种进行石杉碱甲测定,认为藤石松等不含石杉碱甲。结果表明武夷山脉地区拥有优良的石杉碱甲植物资源。

关键词:石杉碱甲;石杉科;高效液相色谱;居群;武夷山脉

Content of Huperzine A in Huperziaceae and Different Populations from Wuyi Mountain

ZHANG Jun-cheng^{1,2}, HUANG Hui¹, ZHANG Hang-ying¹, ZHONG Yang²

(¹ Institute of Applied Biotechnology, Sanming College, Sanming 365004;

² Fudan University, Minister Education, Key Lab Biodiversity Science & Ecology Engineer, Shanghai 200433)

Abstract: Huperziaceae was recently attracted because of its Huperzine A (Hup A) is a potent, reversible, and selective acetylcholinesterase inhibitor (AChEI). Hup A in four plants of Huperziaceae from Wuyi mountain were determined by HPLC. The results showed that Hup A were found in all four species (both two genus), with the highest in *Phlegmariurus petiolatus* (0.151%) and lowest in *Huperzia sutchueniana* (0.016%). Content comparisons of Hup A in *Huperzia serrata* (Thunb. ex Murray) Trev. var. *longipetiolata* (spring) H. M. Chang among 11 populations were carried out in this paper, which indicated that Wuping and Sanyuan population had good performance. Hup A in some species near Huperziaceae from this area were also determined. There is no Hup A in *Lycopodium casuarinoides*. It is also suggested that excellent resources were exist in this area.

Key words: Huperzine A; Huperziaceae; HPLC; Population; Wuyi mountain

石杉科植物是现存古老的蕨类植物类群之一,生长缓慢、植株矮小,对生境要求苛刻,中国有该科植物 2 属 5 组近 50 种^[1]。石杉科植物普遍含有的 Hup A (石杉碱甲)是一种高效、可逆、高选择性的中枢性乙酰胆碱酯酶抑制剂,具有治疗多种神经退行性疾病的潜在作用,对于治疗中老年痴呆等具有良好的疗效而倍受关注^[2]。目前很少有活性比天然 Hup A 更好的衍生物和类似物,且在石杉植物组织培养至今还难以突破的情况下,石杉天然植物仍然

是 Hup A 的重要来源^[3-4],因此,石杉科植物资源危机最迫切需要攻克的难关,就是 Hup A 天然资源的来源与替代问题^[5]。

武夷山脉是中国东南沿海最重要山脉,位于闽、赣两省之间。山脉呈东北-西南走向,长约 540km。从南到北分北、中、南三段,地势北高南低。武夷山脉植物资源丰富,生物多样性良好,地带性植被为常绿阔叶林,有不少珍稀、古老树种,石杉科植物资源在种类和储量上都有很好的研究与开发价值^[6]。本

收稿日期:2010-09-19 修回日期:2011-03-07

基金项目:福建省科技厅重点项目(2010N0027);福建省教育厅科技项目(JA09237)

作者简介:张君诚,博士,教授,主要从事药用植物资源与生物技术研究。E-mail:jchzhang302@163.com

研究实地采集并测定了武夷山脉4种石杉科植物及其所在居群样品的 Hup A 含量,分析了不同属、种以及广布种长柄石杉11个居群间 Hup A 分布特征;检测了石杉科近缘种(石松科部分种)的 Hup A 含量,为该地区合理保护与利用石杉碱甲资源提供了依据。

1 材料与方法

1.1 材料

该地区的4种石杉科植物,包括石杉属的长柄石杉 [*Huperzia serrata* (Thunb. ex Murray) Trev. var. *longipetiolata* (Spring) H. M. Chang] 和四川石杉 [*Hu-*

perzia sutchueniana (Herter) Ching], 马尾杉属的有柄马尾杉 [*Phlegmariurus petiolatus* (C. B. Clarke) H. S. Kung et L. B. Zhang] 和华南马尾杉 [*Phlegmariurus fordii* (Bak.) Ching]。居群位置及采样信息见图1和表1。采集时间均在4-10月,尽可能取条件一致的成熟植株,石杉样品由复旦大学药学院潘胜利教授鉴定。江南卷柏 (*Selaginella moellendorffii* Hieron)、卷柏 [*Selaginella tamariscina* (Beauv.) Spring]、石松科的垂穗石松 [*Palhinhaea cernua* (L.) Vasc. et Franco]、藤石松 [*Lycopodiastrium casuarinoides* (Spring) Holub ex Dixit] 等采集信息见表2。

表1 武夷山脉石杉科植物及不同居群间 Hup A 含量比较

Table1 *Huperziaceae* and different populations from Wuyi mountain screened for huperzine A

种类 Species	居群/武夷山脉位置 Population name/ Mountain location (North, middle or south section)	生境特点/海拔(m) Ecological niche / Altitude	采集时间 (月/日/年) Collection date	Hup A 含量 (%) Mean HupA (dry wt) (n = 6)	平均值 (%) + SE Average value
(A) 马尾杉属					
华南马尾杉	福建省尤溪县溪尾乡/中段	湿度大的森林,带有苔藓的岩石上/600	07/28/2008	0.0242	0.0218 + 0.0014
	福建省尤溪县中仙乡/中段	湿度大的森林,带有苔藓的岩石上/600	07/26/2008	0.0218	
	福建省永安天宝岩国家级自然保护区/中段	竹林,带有苔藓的岩石上/720	05/15/2008	0.0194	
有柄马尾杉	福建省将乐龙栖山国家级自然保护区/中段	湿度大的森林边缘,岩石/780	06/08/2008	0.1508	0.1510 + 0.0100
	福建省尤溪县溪尾乡/中段	湿度大的森林,带有少量苔藓的陡峭岩石/600	07/28/2008	0.1369	0.1510 + 0.0100
	福建省尤溪县中仙乡/中段	湿度大的森林,带有少量苔藓的陡峭岩石/600	07/26/2008	0.1654	
(B) 石杉属					
四川石杉	福建省建宁闽江源自然保护区金饶山/中段	湿度一般的森林/1070	04/23/2008	0.0190	0.0146 + 0.0036
	福建省泰宁娥眉峰省级自然保护区/中段	湿度一般的森林/1000	05/29/2008	0.0102	0.0146 + 0.0036
长柄石杉(千层塔)	福建省光泽县牛田乡/中段	湿度大的森林,溪流边/780	07/19/2008	0.0343	0.0349 + 0.0079
	江西省资溪大觉山/中段	湿度一般的森林(灌木林)/520	07/22/2008	0.0181	0.0349 + 0.0079
	福建省建宁闽江源自然保护区金饶山/中段	湿度大的森林,腐殖质丰富/680	05/20/2008	0.0416	
	福建省泰宁娥眉峰省级自然保护区/中段	湿度大的森林/740	05/29/2008	0.0281	
	福建省宁化县泉上镇/中段	湿度大的森林/640	06/16/2008	0.0198	
	福建省明溪君子峰国家级自然保护区/中段	湿度大的森林,腐殖质丰富/610	05/30/2008	0.0371	
	福建省将乐龙栖山国家级自然保护区/中段	湿度大的森林/690	05/05/2008	0.0361	
	福建省三元区中村乡莲花峰/中段	湿度大的森林或竹林/795,	04/19/2008	0.0519	
	福建省永安天宝岩国家级自然保护区/中段	湿度大的竹林/700	05/15/2008	0.0248	
	福建省尤溪县溪尾乡/中段	湿度大的森林,腐殖质丰富/680	07/28/2008	0.0283	
	福建省武平梁野山国家级自然保护区/南段	湿度大的森林/530	08/14/2008	0.0636	



图1 不同居群石杉植物样品采集图

Fig.1 Location of Wuyi mountain and populations of Huperziaceae species evaluated

1.2 试验方法

样品 50 °C 烘干至恒重,粉碎备用。Agilent1100 HPLC(美国),EYELA-N1001 旋转蒸发仪(日本)。Hup A 对照品(浙江温岭制药厂,色谱纯),酒石酸、氯仿、氨水、醋酸铵为分析纯,甲醇为色谱纯,试验用水均为超纯水。主要提取工艺和测定方法、条件参照参考文献[7]。

1.2.1 提取工艺

1.2.1.1 提取工艺流程 石杉粉末(40 目筛,约 3g)→2% 酒石酸浸泡 24h→超声提取→过滤→调 pH 至弱碱性→氯仿萃取除杂→旋转蒸浓缩。

1.2.1.2 提取物测定液制备 将旋转蒸浓缩所得提取浸膏,加入甲醇溶解并定容至 10ml,经微孔滤膜(0.45μm)过滤待测。

1.2.2 测定方法

1.2.2.1 色谱条件 色谱柱: Diamonasil™ C₁₈ 柱(200mm × 4.6mm, 5μm); 流动相: 甲醇-0.8mol/L 醋酸铵缓冲液(30:70, pH = 6.0), 流速 1.0ml/min, 柱温为室温, 检测波长 308nm, 进样量 20ul。

1.2.2.2 工作曲线 用 Hup A 对照品溶于甲醇, 配制成 5、10、20、40、70、100mol/L 标准溶液, 按上述色谱条件, 在 Agilent1100 上测定, 建立浓度与峰面积的回归方程: $y = 32.8760x + 0.1647$ ($R^2 = 0.9999$) 线性范围: 0 ~ 100mol/L。

1.2.2.3 精密度试验 在上述色谱条件下, 取某一浓度的标准溶液, 重复测定 6 次, 以峰面积计算 RSD 得: 0.836%。

2.2.4 提取物含量测定 在上述色谱条件下, 每个植物样品设 3 个平行提取样组, 每组连续进样 2 次, 依峰面积和回归方程计算得 Hup A 含量。

2 结果与分析

2.1 武夷山脉 4 种石杉科植物及不同居群间石杉碱甲含量比较

4 种石杉科植物及所在主要居群的石杉碱甲含量比较见表 1。表 1 显示, 石杉碱甲在长柄石杉、四川石杉、有柄马尾杉和华南马尾杉中均有分布(部分样品与标准品 HPLC 图见图 2), 石杉碱甲含量顺序为: 有柄马尾杉 > 长柄石杉 > 华南马尾杉 > 四川石杉。数据表明, Hup A 在两个属的分布没有特异性, 这和 Ma 等^[8]报道马尾杉属尤其是华南马尾杉 Hup A 明显高于石杉属植物的结论不太一致。

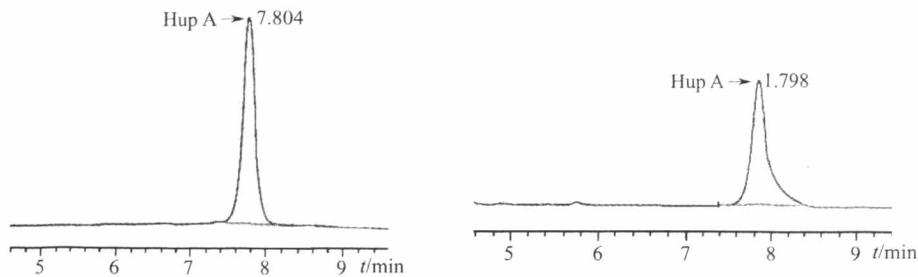


图2 Hup A 标准品与石杉总碱的 HPLC 色谱图

Fig.2 HPLC chromatogras of Hup A and total alkalods

左: Hup A 标准品 ; 右: 长柄石杉总碱(尤溪县溪尾乡)

L: reference substance; R: total alkalods of *Huperzia serrata* (Thunb. ex Murray) Trev.

var. *longipetiolata* (From Youxi Xiwei)

在种的水平上, 有柄马尾杉中含量特别突出, 达 0.1510%, 对该种 3 个居群多个样品反复测定, 数据显示其含量均比其他 3 种高出一个数量级。这与马

尾杉属中柳杉叶马尾杉 (*Phlegmariurus cryptomerianus*) 有高生物碱含量种的报道类似^[9-10]。四川石杉含量最低, 为 0.0146%, 该值与湖南怀化产四川石

杉 Hup A 接近^[5],说明低 Hup A 是该种特征。长柄石杉平均为 0.0335%, 华南马尾杉 Hup A 含量为 0.0218%。这些数据说明 Hup A 在种的水平上差异明显,应该有一定的辅助分类意义。

2.2 Hup A 在长柄石杉(千层塔)种内居群间变化特点

中药千层塔的原植物问题一直比较含糊,王峻等^[11]将长柄石杉的中文名确定为千层塔,将“长柄石杉”一词作为千层塔的中文异名。资源调查显示,长柄石杉是武夷山脉石杉科从北到南的主要种类,其分布和资源储量均占优势^[6]。

本研究从武夷山脉的北段、中段和南段共选择了长柄石杉 11 个自然居群进行 Hup A 含量测定和比较,以研究其种内居群间 Hup A 含量变异情况。结果显示种内不同居群间含量差别较大(表 1),其中以武夷山脉南段的武平梁野山国家级自然保护区居群含量最高,达 0.0636%;中段的三元区中村乡莲花峰和建宁闽江源两个居群次之,分别为 0.0519% 和 0.0416%;北段的江西资溪大觉山含量最低。结果表明,武夷山脉长柄石杉不同自然居群间 Hup A 的含量

表 2 部分石杉科近缘种石杉碱甲(或其他)测定结果

Table 2 Hup A (or other) in some species near Huperziaceae from Sanming Area

种类 Species	居群 Population	Hup A (%)	种类 Species	居群 Population	Hup A 或类似物 (%)
江南卷柏	尤溪县溪尾乡	0	藤石松	建宁县闽江源	0.0031
	泰宁县娥眉峰	0		泰宁县娥眉峰	0.0030
卷柏	将乐县龙栖山	0		三元中村乡	0.0039
垂穗石松	建宁县闽江源	0		光泽县大觉山	0.0052

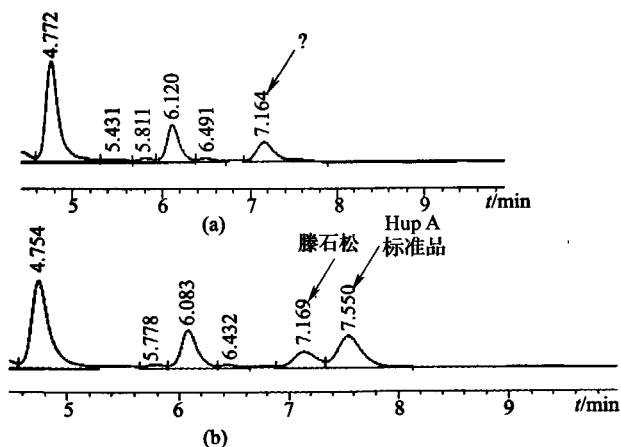


图 3 藤石松、滕石松混加石杉碱甲标准品的 HPLC 色谱图
Fig. 3 HPLC chromatograms of Hup A and total alkaloids of

Lycopodiastrun casuarinoides

a: 滕石松(建宁县闽江源);

b: 滕石松(建宁县闽江源) + 石杉碱甲标准品(10 µg)

a: *Lycopodiastrun casuarinoides* (From Jianning country);

b: *Lycopodiastrun casuarinoides* (From Jianning country)

and reference substance(10 µg)

变异明显,且可以作为居群遗传特征之一。

植物次生代谢物含量的种内变异已有许多文献报道,其中甾苷、酚类和单萜等物质在同种植物不同自然居群间变异明显^[12-13]。Goodger 等^[14]报道在相对一致的生态环境等条件下,石杉植物 Hup A 和 Hup B 含量具有很高的种内变异现象,并认为种内变异是有遗传基础的。武夷山脉的不同居群间长柄石杉 Hup A 含量变异明显说明该地区长柄石杉具有一定的遗传多样性。物种遗传多样性越高,对环境变化的适应能力越强,这可能也是长柄石杉分布较广,资源储量较大的内在原因。

2.3 石杉科近缘种石杉碱甲测定

石松科的藤石松含 Hup A 偶有报道^[15]。为此,本研究对石杉科近缘种江南卷柏、卷柏、垂穗石松和藤石松进行采集和 Hup A 测定。多次检测表明,该地区的江南卷柏、卷柏、石松科的垂穗石松均不含 Hup A;而藤石松反复测定都有可疑的峰存在,提示可能有 Hup A 或类似物存在(表 2)。藤石松提取物的 HPLC 图及与 Hup A 标准品对照见图 3。为了证

明藤石松中与 Hup A 接近的疑似峰究竟是否是 Hup A,将 Hup A 标准品混加在藤石松样品内,并在前述方法基础上适当改进流动相后进样,得到了图 3-b,该图清晰表明藤石松的疑似峰与 Hup A 标准品峰不能重叠,证明了藤石松中的该成分并非石杉碱甲。对该疑似峰的分离、纯化和结构鉴定等研究目前正在进行中。

3 讨论

3.1 武夷山脉 Hup A 植物资源的总体评价

从 Hup A 含量的高低顺序上看,有柄马尾杉显然应该是武夷山脉地区 Hup A 优良来源,但有柄马尾杉大多生长在大的岩石上,生境极为特殊,且分布稀少,储量极低,不宜成为栽培试验的首选。华南马尾杉 Hup A 含量明显低于长柄石杉,生长环境多为附生有苔藓的陡峭岩石,分布虽然较广,但生长条件难以模拟,故也难以人工开发利用。11 个长柄石杉

居群的 Hup A 含量数据说明武夷山脉拥有良好的 Hup A 植物资源。从资源和 Hup A 含量等指标的综合评价来看,长柄石杉(千层塔)应成为当地合理利用石杉资源的首选植物。

野外调查发现武平梁野山、建宁闽江源、尤溪溪尾乡偶见成片的长柄石杉植株存在,生态与群落学研究表明这些区域的自然与生态环境保护良好, Hup A 检测显示这些居群含量较高,说明长柄石杉植株生长良好与 Hup A 的累积呈一定正相关。这些居群不但含量高,而且植株生物量大,可以考虑作为石杉繁殖种源,并以这些居群生长环境条件作为栽培和繁殖试验的参考参数。

石杉科的藤石松等石杉以外类群是否含 Hup A 是个令人感兴趣的问题。在石杉植物组织培养至今还难以突破的情况下,如果能在石杉以外发现替代的资源种类,对于解决石杉资源危机无疑有着重要的意义。但本研究的结果证明藤石松的 HPLC 谱中与石杉碱甲接近的疑似峰并不是石杉碱甲,对该化合物的进一步研究目前正在进行中。

3.2 关于石杉科植物 Hup A 植化研究取样问题探讨

石杉科植物的植化研究与资源评价的前提工作之一是植物样品的采集与鉴定。在鉴定问题上,由于石杉为低等蕨类植物,鉴定依据主要来自营养器官信息,难度较大,极易混淆。例如,王峻等^[5]指出多人曾把部分叶片边缘强烈皱曲的长柄石杉定名为皱边石杉,若未仔细核对标本,极易造成鉴定失误。本研究还特别对叶片边缘强烈皱曲和边缘极为圆滑的长柄石杉进行 Hup A 测定,发现无明显差异。因此,从植物化学角度支持叶片边缘强烈皱曲的长柄石杉尚不存在种的特异性问题,更不是皱边石杉(皱边石杉不含石杉碱甲)^[11]。另一个是样品的采集问题。石杉科植物多生长在人迹罕至的深山密林,且大多分散分布,不易寻找,同时由于植株大多矮小,一次采集植株生物量有限,因此,容易存在植物样品不均一的问题。样品不均一主要包括采集季节、海拔、坡向、生长状况等。另外,研究还发现,样

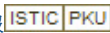
品的保存、烘干、研磨与测定时间间隔,均会不同程度影响测定值,这些问题在石杉研究中也要注意。

致谢:复旦大学药学院潘胜利教授对石杉植物材料的鉴定,福建建宁闽江源国家级自然保护区的高元龙先生对样品采集提供了重要帮助。

参考文献

- [1] Ma X Q, Tan C H, Zhu D Y, et al. Huperzine A from *Huperzia* species—An ethnopharmacological review [J]. *Ethnophar*, 2006, 113:15-34
- [2] 王月娥,岳东贤,唐希灿. 石杉碱甲的抗乙酰胆碱酯酶的作用[J]. *中国药理学报*, 1986, 7(2):110-113
- [3] Ma X Q, David R. In vitro production of huperzine A, a promising drug candidate for Alzheimer's disease [J]. *Phytochemistry*, 2008, 69:2022-2028
- [4] Ma X Q, Tan C H, Zhu D Y. A survey of potential huperzine A natural resources in China: The *Huperziaceae* [J]. *J Ethnophar*, 2006, 104: 54-67
- [5] 王峻,潘胜利. 湖南省石杉属植物中石杉碱甲含量的研究[J]. *中国药学杂志*, 2005, 40(21):1616-1618
- [6] 张君诚,宋育红,黄晖,等. 福建三明地区石杉科(*Huperziaceae*)植物群落特征及其生境调查分析[J]. *复旦学报:自然科学版*, 2008, 47(5): 627-632
- [7] 杨煌记,黄晖,张君诚,等. 三明地区长柄石杉中石杉碱甲的提取和测定[J]. *应用化工*, 2008, 37(12):1416-1418
- [8] Ma X Q, Tan C H, Zhu D Y. Is There a Better Source of Huperzine A than *Huperzia serrata*? Huperzine A Content of *Huperziaceae* Species in China [J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 53, 1393-1398
- [9] 方芳,鄧水良,李沛玲,等. 石杉科植物石杉总碱含量的测定及基于紫外光谱的除趋势对应分析[J]. *武汉植物学研究*, 2005, 23(6): 606-609
- [10] 王峻,吴伟,潘胜利. HPLC 法测定 6 种石杉科植物中石杉碱甲的含量[J]. *中草药*, 2003, 34(7): 607-608
- [11] 王峻,潘胜利,顺庆生,等. 老年痴呆克星--石杉碱甲暨中国石杉科药用植物 [M]. 上海:上海科学技术文献出版社, 2008:24
- [12] King D J, Gleadow R M, Woodrow I E. Terpene deployment in *Eucalyptus polybractea*; relationships with leaf structure, environmental stresses, and growth [J]. *Functi Plant Biolo*, 2004, 31, 451-460
- [13] Goodger J Q D, Gleadow R M, Woodrow I E. Growth cost and ontogenetic expression patterns of defense in cyanogenic *Eucalyptus* spp [J]. *Trees*, 2006, 20, 757-765
- [14] Goodger J Q D, Whincup A L, Field A R, et al. Variation in huperzine A and B in Australasian *Huperzia* species [J]. *Biochemi Systema Ecolo*, 2008, 36: 612-618
- [15] 王洪新,王键. 石杉碱甲的研究进展 [J]. *中国野生植物资源*, 2001, 20(6):4-10
- [16] 顾兴友,郑少玲,严小龙,等. 盐浓度对水稻苗期耐盐指标变异度的影响 [J]. *华南农业大学学报*, 1998, 19(1):30-34
- [17] 汪宗立. 水稻耐盐性的生理研究 [J]. *江苏农业学报*, 1990, 6(2):1-6
- [18] 程海涛,苏展,曹萍,等. NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫对水稻籼粳杂交后代群体发芽与幼苗生育的影响 [J]. *沈阳农业大学学报*, 2010, 41(1):73-77
- [19] 李霞,曹昆,阎丽娜,等. 盐碱胁迫对不同水稻材料苗期生长特性的影响 [J]. *中国农学通报*, 2008, 4(8):252-255
- [20] 祁栋灵,张三元,曹桂兰,等. 水稻发芽期和幼苗前期耐碱性的鉴定方法研究 [J]. *植物遗传资源学报*, 2006, 7(1):74-80
- [11] 祁栋灵,韩龙植,张三元. 水稻耐盐/碱性鉴定评价方法 [J]. *植物遗传资源学报*, 2005, 6(2):226-231
- [12] 张启星. 水稻耐盐筛选、鉴定及评价 [J]. *河北农垦科技*, 1989(4), 4-9
- [13] 王明珍,宋景芝. 水稻耐盐性筛选技术 [J]. *国外农业科技*, 1992(5):42-43
- [14] 王秀萍,张晓东,鲁雪林. 盐胁迫对冀东滨海稻区优良水稻种子发芽率的影响 [J]. *河北科技师范学院*, 2004, 18(1):76-78
- [15] 乔永利,张媛媛,安永平,等. 粳稻芽期耐盐鉴定方法研究 [J]. *植物遗传资源学报*, 2004, 5(3):295-298

(上接第 628 页)

作者: 张君诚, 黄晖, 张杭颖, 钟扬, ZHANG Jun-cheng, HUANG Hui, ZHANG Hang-ying, ZHONG Yang
作者单位: 张君诚, ZHANG Jun-cheng (三明学院应用生物技术研究所, 福建三明365004; 复旦大学生物多样性与生态工程教育部重点实验室, 上海200433), 黄晖, 张杭颖, HUANG Hui, ZHANG Hang-ying (三明学院应用生物技术研究所, 福建三明, 365004), 钟扬, ZHONG Yang (复旦大学生物多样性与生态工程教育部重点实验室, 上海, 200433)
刊名: 植物遗传资源学报 
英文刊名: Journal of Plant Genetic Resources
年, 卷(期): 2011, 12(4)

参考文献(15条)

1. King D J; Gleadow R M; Woodrow I E Terpene deployment in Eucalyptus polybractea, relationships with leaf structure, environmental stresses, and growth 2004
2. 王峻; 潘胜利; 顺庆生 老年痴呆克星-石杉碱甲暨中国石杉科药用植物 2008
3. 王峻; 吴伟; 潘胜利 HPLC法测定6种石杉科植物中石杉碱甲的含量 2003(07)
4. 方芳; 郭水良; 李沛玲 石杉科植物石杉总碱含量的测定及基于紫外光谱的除趋势对应分析 2005(06)
5. Ma X Q; Tan C H; Zhu D Y Is There a Better Source of Huperzine A than Huperzia serrata. Huperzine A Content of Huperziaceae Species in China[外文期刊] 2005
6. 杨煌记; 黄晖; 张君诚 三明地区长柄石杉中石杉碱甲的提取和测定 2008(12)
7. 王洪新; 王键 石杉碱甲的研究进展 2001(06)
8. Goodger J Q D; Whincup A L; Field A R Variation in huperzine A and B in Australasian Huperzia species 2008
9. Goodger J Q D; Gleadow R M; Woodrow I E Growth cost and ontogenetic expression patterns of defense in cyanogenic Eucalyptus spp[外文期刊] 2006
10. 张君诚; 宋育红; 黄晖 福建三明地区石杉科(Huperziaceae)植物群落特征及其生境调查分析 2008(05)
11. 王峻; 潘胜利 湖南省石杉属植物中石杉碱甲含量的研究 2005(21)
12. Ma X Q; Tan C H; Zhu D Y A survey of potential huperzine A natural resources in China: The Huperziaceae[外文期刊] 2006
13. Ma X Q; David R In vitro production of huperzine A, a promising drug candidate for Alzheimer's disease[外文期刊] 2008
14. 王月娥; 岳东贤; 唐希灿 石杉碱甲的抗乙酰胆碱酯酶的作用 1986(02)
15. Ma X Q; Tan C H; Zhu D Y Huperzine A from Huperzia species-An ethnopharmacological review 2006

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201104024.aspx