

石蒜属不同种间生物碱含量差异性研究

袁菊红¹, 胡绵好², 夏冰³

(1. 江西财经大学 园林系, 江西 南昌 330032; 2. 江西财经大学 资环系, 江西 南昌 330032; 3. 江苏省·中国科学院 植物研究所 (南京中山植物园), 江苏 南京 210014)

摘要:利用高效液相色谱 (HPLC) 仪梯度洗脱程序对花谢后 2 周的石蒜属植物和中国水仙 17 份样品鳞茎中石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏 3 种生物碱含量进行测定, 并对生物碱含量进行方差分析、多重比较及相关分析, 探讨石蒜属生物碱含量的种间差异性及其影响因素。结果表明: 所测 3 种生物碱的含量在石蒜属种间存在很大的差异, 不同种间加兰他敏的含量为 0.18~5.15 mg/g, 力可拉敏为 0.20~2.94 mg/g, 石蒜碱为 1.84~8.36 mg/g, 种间差异达极显著水平 ($P < 0.01$)。同一物种石蒜碱与力可拉敏、力可拉敏与加兰他敏含量呈一定的正相关, 相关系数分别为 0.4067 和 0.1726, 但石蒜碱与加兰他敏之间几乎没有相关性。被测石蒜属植物 3 种生物碱含量种间差异悬殊, 同种不同产地间也存在差异, 可作为石蒜属药用种质资源选择的依据。

关键词: 石蒜属; 生物碱含量; 种间差异; HPLC

中图分类号: S682.2 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2010)03-0560-06

A Study on the Difference in Alkaloids Contents in Different Species of Lycoris

YUAN Ju-hong¹, HU Mian-hao², XIA Bing³

(1. Department of Landscape Architecture, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330032, China; 2. Resource and Environment Department of Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330032, China; 3. Institute of Botany, Jiangsu Province & Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: The contents of lycorine, lycoramine, and galanthamine in bulbs of 17 samples of *Lycoris* and *Narcissus tazetta* L. var *chinensis* were determined with HPLC technique, a variance analysis and multiple comparisons of the three alkaloids contents in different species were done, and the interspecific difference and influence factors of alkaloids contents were also discussed. The results indicated that there existed significant differences in three alkaloids contents in different *Lycoris* species ($P < 0.01$). The contents of galanthamine, lycoramine and lycorine among of them were from 0.18 to 5.15, 0.20 to 2.94, and 1.84 to 8.36 mg/g respectively. Correlation analysis showed that the relationship between the contents of lycorine and lycoramine, between lycoramine and galanthamine were positive in the same species, the correlation coefficients were 0.4067, 0.1726 respectively. However, there was no correlation between the contents of lycorine and galanthamine. The contents of lycorine, lycoramine, and galanthamine were obviously variable in different *Lycoris* species and in the same species at different localities. This provides reference for the selection of germplasm with high content of alkaloids.

Key words: *Lycoris*; alkaloids content; interspecific difference; HPLC

收稿日期: 2010-03-16 修回日期: 2010-05-12

基金项目: 江苏省科技厅科技基础设施建设计划项目 (BM2006104)

作者简介: 袁菊红 (1975-), 女, 讲师, 博士, 主要从事园林植物种质资源评价与遗传多样性研究, E-mail: yjh97@jxufe.edu.cn

石蒜属 (*Lycoris*) 是单子叶植物纲石蒜科中一个重要的属, 该属约 20 余种, 75% 的种类分布在我国华东地区^[1], 是中国特有的观赏花卉和药用资源植物。石蒜鳞茎富含多种生物碱, 其中石蒜碱、加兰他敏具有抗胆碱脂酶活性, 且具有抗肿瘤、抗癌作用^[2]; 加兰他敏、二氢加兰他敏在 20 世纪 60 年代被临床上用于小儿麻痹后遗症和外伤性截瘫等病的治疗, 20 世纪 90 年代后加兰他敏成为治疗老年痴呆症 (Alzheimer's disease, AD) 的首选药物之一^[3-4]。国外较早报道了利用反相高效液相色谱法分离和测定加兰他敏及其代谢产物表 - 加兰他敏 (epi-galanthamine)、加兰他敏酮 (galanthamine)^[5-7]。我国从 20 世纪 60 年代起开始了石蒜科植物加兰他敏的提取分离、得率和含量测定^[8-11], 近年来, 有人报道采用高效液相色谱测定石蒜属植物中的加兰他敏含量^[12-13], 也有对不同产地石蒜的石蒜碱、加兰他敏和力可拉敏 3 种生物碱的含量进行研究的^[14], 但这些研究仅限于石蒜属的个别物种, 该属大部分种以及不同生长发育时期鳞茎中的生物碱含量还鲜见报道。水仙属与石蒜属分类位置相近, 且中国水仙鳞茎中也含有多种石蒜科生物碱^[15]。因此, 本文利用高效液相色谱法对石蒜属 13 种 1 变种和中国水仙共 17 份样品的石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏进行测定, 研究它们鳞茎中起主要药理活性作用的 3 种生物碱含量, 以便为石蒜属资源的合理开发利用与保护提供依据, 同时也为加兰他敏高含量石蒜种质的选育奠定基础。

1 材料和方法

1.1 材料

本实验植物材料为石蒜属 13 种 1 变种及中国水仙共 17 份样品, 由作者亲自采集、江苏省植物研究所姚淦先生和汤徽杉博士鉴定。取花谢后 2 周的石蒜鳞茎, 洗净切碎, 60℃ 干燥, 粉碎, 过 40 目筛备用。每个样品设 3 次重复。其学名、采集地和主要形态性状等见表 1。

表 1 供试植物材料的基本资料

Tab 1 Data of materials

植物材料 Materials	采集地 Locality	花色 Perianth color	出叶类型 Leaves appearing in spring or autumn
安徽石蒜	安徽琅琊山	黄色	春出叶
<i>L. anhuiensis</i> Y. Hsu & G. J. Fan	南京中山植物园	黄色	春出叶
长筒石蒜	南京中山植物园	白色	春出叶
<i>L. longituba</i> Y. Hsu & G. J. Fan	南京江宁	白色, 上有淡紫红色条纹	春出叶
香石蒜	南京中山植物园	白色渐变肉红色, 上有红色中肋	春出叶
<i>L. incamata</i> Comes ex Sprenger	南京中山植物园	淡紫红色	春、秋出叶
鹿葱	南京中山植物园	淡紫红色	春、秋出叶
<i>L. squamigeru</i> Maxim	江苏宜兴	淡紫红色顶端蓝色	春出叶
换锦花	江苏宜兴	淡紫红色顶端蓝色	春出叶
<i>L. sprengeri</i> Comes ex Baker	杭州植物园	紫红色顶端蓝色	秋出叶
红蓝石蒜	杭州植物园	紫红色顶端蓝色	秋出叶
<i>L. haywardii</i> Traub	杭州植物园	红色	秋出叶
矮小石蒜	杭州植物园	红色	秋出叶
<i>L. radiata</i> (L. 'H &) Herb var <i>pumila</i> Grey	江苏宜兴	鲜红色	秋出叶
石蒜	江苏宜兴	鲜红色	秋出叶
<i>L. radiata</i> (L. 'H &) Herb	南京中山植物园	黄色	秋出叶
忽地笑	南京中山植物园	黄色	秋出叶
<i>L. aurea</i> (L. 'H &) Herb			

续表 1 供试植物材料的基本资料

Tab 1 Data of materials

中国石蒜 <i>L. chinensis</i> Traub	江苏句容	黄色	春出叶
乳白石蒜 <i>L. albiflora</i> Koidz	南京中山植物园	奶白色、衰老时白色,中央一浅橙色带	春出叶
玫瑰石蒜 <i>L. rosea</i> Traub & Moldenke	南京中山植物园	玫瑰色	秋出叶
稻草石蒜 <i>L. straminea</i> Lindl	南京中山植物园	浅稻草色,上面具一粉色带	秋出叶
江苏石蒜 <i>L. houdyshelii</i> Traub	南京中山植物园	乳白色,花被背面有一条浅绿色带	秋出叶
中国水仙 <i>N. tazetta</i> L. var <i>chinensis</i> Roem.	福建漳州栽培材料	白色	冬季

1.2 生物碱含量的测定

1.2.1 植物样品和标准品溶液的制备 本研究所采用的仪器、试剂及植物样品和标准品溶液的制备同袁菊红等^[16]的方法。

1.2.2 色谱条件的确定 石蒜属植物所含化学成分较为复杂,为了使供试品中的化学成分尽可能洗脱和分离,我们采用梯度洗脱来测定这 3 种生物碱含量。色谱条件(流动相):A:水,B:乙腈。梯度洗脱程序:0~10 min, (A) (B) = 85 15; 10~45 min, (A) (B) = 80 20。流速:1 mL/min,检测波长为 232 nm,柱温:40℃,进样量:10 μL,梯度平衡时间:10 min。石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏的色谱保留时间分别为 12.585, 30.439, 33.650 min, 3 种化合物分离良好。

1.2.3 精密度与稳定性实验 经精密度与稳定性实验,石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏的日内测定误差 RSD 分别为:0.22%, 0.56%和 0.40%; 日间测定误差 RSD 分别为:0.70%, 0.93%和 1.0% ($n=5$)。

1.2.4 线性关系及回收率考察 精密量取配制好的石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏 3 种标准品溶液 1, 2, 5, 6, 8 和 15 μL 分别注入液相色谱仪,记录色谱图,以浓度为横坐标,峰面积为纵坐标作线性回归方程,并取 3 份中国石蒜样品按测定方法进行了加标回收实验,其结果见表 2,说明线性关系及回收率考察符合测定要求。

表 2 3 种生物碱的线性回归方程及其回收率

Tab 2 Calibration curve, linear range and recovery of alkaloids

化合物 Compound	线性回归方程 Calibration curve [*]	相关系数 Correlation coefficient	线性范围 / ($\mu\text{g} \cdot \mu\text{L}^{-1}$) Linear range C	回收率 / % Recovery
石蒜碱 Lycorine	$C = 0.0041A + 0.0054$	0.9999	2.94 ~ 44.10	97.73
力可拉敏 Lycoramine	$C = 0.0014A - 0.0654$	1.0000	2.42 ~ 36.30	95.36
加兰他敏 Galanthamine	$C = 0.0038A + 0.1215$	1.0000	1.00 ~ 15.00	99.95

表中 C 指含量,单位 $\mu\text{g} / \mu\text{L}$, A 指峰面积。C is content $\mu\text{g} / \mu\text{L}$, A is peak area

1.2.5 供试样品的生物碱含量测定 按上述确定的色谱条件,对供试的 17 份植物样品中的石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏含量进行测定,记录色谱图。

1.3 数据处理

用外标法按色谱峰的峰面积来计算 3 种生物碱的含量。此外,利用 STST 统计软件对种间 3 种生物碱含量进行方差分析、SSR 多重比较和相关分析。

2 结果与分析

2.1 供试样品中石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏的含量

所测 3 种石蒜生物碱的含量(以干质量计),石蒜碱为 1.84~8.36 mg/g,力可拉敏为 0.20~2.94 mg/g,

加兰他敏为 0.18~5.15 mg/g(表 3)。石蒜属种间存在很大的差异,其中以加兰他敏的含量差异最大,达 26 倍;其次是力可拉敏,为 14.5 倍;石蒜碱差异较小,约 4 倍。石蒜碱的含量最高的物种是香石蒜,其次是忽地笑,鹿葱第 3,长筒石蒜含量最低。力可拉敏的含量排前 3 位的依次是:玫瑰石蒜、换锦花和琅琊山的安徽石蒜。加兰他敏含量以南京江宁长筒石蒜最高,乳白石蒜第 2,琅琊山的安徽石蒜第 3,而秋天出叶的石蒜、矮小石蒜、稻草石蒜、江苏石蒜和中国水仙的含量很低。

表 3 石蒜属和中国水仙中的石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏含量

Tab 3 Three alkaloids content of *Lycoris* and *Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* (n=3) mg/g

植物材料 Materials	石蒜碱含量 Content of lycorine	力可拉敏含量 Content of lycoramine	加兰他敏含量 Content of galanthamine
安徽石蒜(琅琊山) <i>L. anhuiensis</i> LYS	3.61 ± 0.32	2.20 ± 0.26	3.46 ± 0.21
安徽石蒜(南京中山植物) <i>L. anhuiensis</i> BG	3.14 ± 0.18	1.24 ± 0.04	2.56 ± 0.18
长筒石蒜(南京中山植物) <i>L. longituba</i> BG	1.84 ± 0.11	1.80 ± 0.14	2.24 ± 0.06
长筒石蒜(南京江宁) <i>L. longituba</i> JN	1.89 ± 0.25	1.14 ± 0.14	5.15 ± 0.28
香石蒜 <i>L. incamata</i>	8.36 ± 0.35	0.75 ± 0.01	2.39 ± 0.01
鹿葱 <i>L. squamiger</i>	4.82 ± 0.37	1.31 ± 0.09	1.74 ± 0.03
换锦花 <i>L. sprengeri</i>	3.57 ± 0.12	2.62 ± 0.19	0.86 ± 0.03
红蓝石蒜 <i>L. haywardii</i>	2.65 ± 0.39	1.94 ± 0.09	0.43 ± 0.02
矮小石蒜 <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	3.07 ± 0.02	1.53 ± 0.09	0.18 ± 0.01
石蒜 <i>L. radiata</i>	4.02 ± 0.16	1.58 ± 0.07	0.56 ± 0.04
忽地笑 <i>L. aurea</i>	5.59 ± 0.29	0.20 ± 0.01	2.24 ± 0.10
中国石蒜 <i>L. chinensis</i>	4.53 ± 0.16	0.70 ± 0.01	1.73 ± 0.03
乳白石蒜 <i>L. albiflora</i>	3.31 ± 0.04	0.67 ± 0.02	5.03 ± 0.13
玫瑰石蒜 <i>L. rosea</i>	2.27 ± 0.25	2.94 ± 0.15	0.53 ± 0.06
稻草石蒜 <i>L. straminea</i>	3.27 ± 0.41	0.78 ± 0.11	0.36 ± 0.02
江苏石蒜 <i>L. houdyshelii</i>	2.78 ± 0.31	0.64 ± 0.04	0.30 ± 0.01
中国水仙 <i>N. tazetta</i> L. var. <i>chinensis</i>	3.79 ± 0.10	0.28 ± 0.01	0.46 ± 0.01

2.2 三种生物碱含量的多重比较和相关分析

经方差分析,石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏的 F 值依次为 118.36, 143.42 和 684.64, 远大于 $F_{0.01} = 2.58$, 表明 F 测验种间差异达极显著水平。多重比较结果见表 4, 石蒜碱和加兰他敏的含量种间差异显著性比力可拉敏更明显。相关分析表明同一物种石蒜碱与力可拉敏、力可拉敏与加兰他敏含量呈正相关, 相关系数分别为 0.406 7 和 0.172 6, 而石蒜碱与加兰他敏之间几乎没有相关性, 相关系数为 $r=0.014 1$ 。

3 讨论

3.1 生物碱含量的种间差异性

本研究中石蒜属植物的石蒜碱含量高低顺序(取前 7 位)依次为:香石蒜 > 忽地笑 > 鹿葱 > 中国石蒜 > 石蒜 > 琅琊山的安徽石蒜 > 换锦花 > 乳白石蒜。从外部形态看, 花色紫红色和黄色花的种类石蒜碱含量高, 而花色为白色的长筒石蒜和秋天出叶且为杂交起源的物种含量低。与 4 种石蒜植物鳞茎中石蒜碱含量高低趋势^[8]基本一致, 但本研究中石蒜、矮小石蒜的石蒜碱含量高于前人的研究结果。加兰他敏的含量高低顺序(取前 7 位)依次为:江宁的长筒石蒜 > 乳白石蒜 > 琅琊山的安徽石蒜 > 中山植物园的安徽石蒜 > 香石蒜 > 忽地笑 > 中山植物园的长筒石蒜。这一结果与花色有较好的相关性:即花色为白色或乳白色的石蒜含量最高, 花色为黄色的种类次之, 红色、紫红色花以及秋天出叶且杂交起源的物种含量很低。力可拉敏的含量与花色也有一定联系, 即花色为玫瑰色、紫红色顶端有蓝色斑点的种类比黄色、红色及白色花物种的含量高。由此可见, 花谢后 2 周左右的长筒石蒜和安徽石蒜是最适合提

取加兰他敏的物种,其次是忽地笑和中国石蒜,这 4 个物种不仅含量高且野生资源较丰富,乳白石蒜虽然含量很高,但其分布范围狭窄,资源方面受一定限制,而石蒜虽分布广野生资源量大,但含量却明显偏低。

表 4 种间石蒜碱、力可拉敏、加兰他敏含量的多重比较结果

Tab 4 The result of multiple comparisons of alkaloids content in different species (the method of LSR) mg/g

植物材料 Materials	石蒜碱含量 Content of lycorine			力可拉敏含量 Content of lycorane			加兰他敏含量 Content of galanthamine		
	平均数	5%差异	1%差异	平均数	5%差异	1%差异	平均数	5%差异	1%差异
	Mean	P=0.05	P=0.01	Mean	P=0.05	P=0.01	Mean	P=0.05	P=0.01
香石蒜 <i>L. incamata</i>	8.36	a	A	0.75	h	G	2.39	cd	CD
忽地笑 <i>L. aurea</i>	5.59	b	B	0.20	i	H	2.24	d	D
鹿葱 <i>L. squamigerum</i>	4.82	c	C	1.31	g	F	1.74	e	E
中国石蒜 <i>L. chinensis</i>	4.53	c	CD	0.70	h	G	1.73	e	E
石蒜 <i>L. radiata</i>	4.02	d	DE	1.58	f	E	0.56	g	G
中国水仙 <i>N. tazetta</i> L. var <i>chinensis</i>	3.79	de	EF	0.28	i	H	0.46	ghi	G
安徽石蒜 (琅琊山) <i>L. anhuiensis</i> LYS	3.61	def	EFG	2.20	c	C	3.46	b	B
换锦花 <i>L. sprengeri</i>	3.57	efg	EFG	2.62	b	B	0.86	f	F
乳白石蒜 <i>L. albiflora</i>	3.31	fgh	FGH	0.67	h	G	5.03	a	A
稻草石蒜 <i>L. straminea</i>	3.27	fgh	FGH	0.78	h	G	0.36	hi	GH
安徽石蒜 (南京中山植物) <i>L. anhuiensis</i> BG	3.14	ghi	GHI	1.24	g	F	2.56	c	C
矮小石蒜 <i>L. radiata</i> var <i>pumila</i>	3.07	hij	GHI	1.53	ef	E	0.18	j	H
江苏石蒜 <i>L. houdyshelii</i>	2.78	ij	HJ	0.64	h	G	0.30	ij	GH
红蓝石蒜 <i>L. haywardii</i>	2.65	jk	IJ	1.94	d	CD	0.43	ghi	G
玫瑰石蒜 <i>L. rosea</i>	2.27	kl	JK	2.94	a	A	0.53	gh	G
长筒石蒜 (南京江宁) <i>L. longituba</i> JN	1.89	l	K	1.14	g	F	5.15	a	A
长筒石蒜 (南京中山植物) <i>L. longituba</i> BG	1.84	l	K	1.80	de	DE	2.24	d	D

本研究检测到中国水仙鳞茎也含有石蒜碱、力可拉敏和加兰他敏 3 种生物碱,其含量与石蒜属植物相比,分别处于中高、低、低水平。洪山海等^[15]测定了来自杭州、漳州、厦门 3 个产地中国水仙的石蒜碱含量,结果发现其含量相差达十倍(0.01%~0.1%),但均低于本实验的结果。然而,矮喇叭水仙 [*N. incanparabilis* Mill], [*Leucojum vernum* L.], [*Leucojum aestivum* L.] 中的石蒜碱的含量却分别高达 0.33%, 0.53%, 0.46%^[15],处于本研究中的中等水平。

3.2 产地、生长年限和采集时间对生物碱含量的影响

中药材原料的质量因产地不同,差异很大,产地的气候、土壤等对药用植物或药材的有效成分含量的影响非常显著。本研究中安徽石蒜中 3 种生物碱含量都以安徽琅琊山高于南京中山植物园栽培的;两份长筒石蒜的加兰他敏含量南京中山植物园的明显低于江宁的;本研究中石蒜的 3 种生物碱含量都高于范华均等^[14]的结果。分析其原因可能是产地气候、土壤不同导致同一物种的生物碱含量发生了变化,与石蒜中加兰他敏含量变化与生长环境有关^[10]的结论相符。贾晓东等^[17]也测定了不同石蒜种源上述 3 种生物碱的含量,结果显示加兰他敏的含量有较大的差异。半夏总生物碱含量测定结果也说明了不同产地高低相差四倍稍多,即使产地相同的半夏,野生种与栽培种总生物碱含量也有高低之分^[18]。这些均说明产地不同对植物体内生物碱含量的影响。药用植物的生长年限、采集时间与成分含量有很大关系。有报道生长 4 年的鹿葱,加兰他敏含量,在 4—10 月份之间以 7 月份的最高,6 月份的最低^[19];戴天佑^[11]对台湾省各地区 4 月和 8 月的忽地笑提取分离后发现,4 月份采集的忽地笑中加兰他敏含量高于 8 月份采集的忽地笑(台湾省的台东除外)。本研究虽然只对花后 2 周这一生育期进行了测定,但却对我国石蒜属大部分物种进行了研究,且分析的是其 3 种最主要的具有药理学活性作用的生物碱,其含量种间相差悬殊可为氢溴酸加兰他敏原料药用植物资源的合理开发利用提供依据,也可为高含量加兰他敏、力可拉敏石蒜种质选育提供重要参考。今后应加强有关石蒜种球年龄、不同生育期生物碱含量的动态变化、石蒜植物体内不同生物碱是否存在相互转化以及转化机制等问题的研究,以便加速我国石蒜属药用植物 GAP 进程。

参考文献:

- [1] 王仁师. 关于石蒜属 (*Lycoris*) 的生态地理 [J]. 西南林学院学报, 1990, 10(1): 41 - 48
- [2] Harvey A L. The pharmacology of galanthamine and its analogues [J]. *Pharmac Ther*, 1995, 68(1): 113 - 128
- [3] Martin S F. The Alkaloids [M]. New York: Brossi A Ed, Academic Press, 1987: 251
- [4] 贾献慧, 周铜水, 郑颖, 等. 石蒜科植物生物碱成分的药理学研究 [J]. 中医药学刊, 2001, 19(6): 573 - 574
- [5] Tencheva J, Yambotiev I, Zhivkova Z, et al. Reversed - phase liquid chromatography for the determination galanthamine and its metabolites in human plasma and urine [J]. *J Chromatogr*, 1987, 421(2): 396 - 400
- [6] Claussens H A, Lemmens A G, Sparidans R W, et al. Pretreatment body fluids preparative isotachopheresis prior to chromatographic analysis [J]. *Chromatography*, 1988, 26(1): 351 - 358
- [7] Miheilova D, Yambotiev I, Zhivkova Z, et al. Pharmacokinetics of galanthamine hydrobromide after single subcutaneous and oral dosage in humans [J]. *Pharmacology*, 1989, 39(1): 50 - 58
- [8] 洪山海, 陈政雄, 李静芬. 石蒜科生物碱的研究 (): 假石蒜碱的新分离法和石蒜碱高含量植物的寻找 [J]. 药学学报, 1962, 9(12): 719 - 724
- [9] 洪山海, 李静芬, 马广恩. 石蒜科生物碱的研究 (I): 加兰他敏生产工艺及高含量植物的寻找 [J]. 药学通报, 1979, 10(8): 372 - 373
- [10] 袁昌齐, 刘守炉, 姚淦, 等. 加兰他敏原料植物石蒜调查简报 [J]. 中草药, 1981, 12(4): 39 - 40
- [11] 戴天佑. 金花石蒜组培苗与原生苗中加兰他敏之毛细管气相层析仪成份分析 [D]. 台北: 私立台北大学生药学研究所, 2000
- [12] 王晓燕, 黄敏仁, 韩正敏. 石蒜属植物中加兰他敏的分离提取及其应用 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2004, 28(4): 79 - 83
- [13] 吴芳丽, 李爱珍, 毛慧芳. RP - HPLC 测定石蒜中加兰他敏含量 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(7): 523 - 525
- [14] 范华均, 栾伟, 李攻科. 微波辅助提取 /HPLC 分析石蒜中的生物碱 [J]. 分析测试学报, 2006, 25(3): 27 - 30
- [15] 洪山海, 蔡楚脩. 石蒜科生物碱的研究 (): 中国水仙中的生物碱 [J]. 药学学报, 1962, 9(9): 548 - 553
- [16] 袁菊红, 彭峰, 冯煦, 等. 应用 HPLC 图谱进行石蒜属种间关系和分类研究 [J]. 西北植物学报, 2007, 27(11): 2195 - 2201
- [17] 贾晓东, 姚欣梅, 陈为民, 等. 石蒜的指纹图谱及其生物碱的含量测定研究 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(4): 839 - 841
- [18] 白权, 李敏, 贾敏如, 等. 南充与不同产地的半夏总生物碱含量比较 [J]. 现代中药研究与实践, 2001, 18(5): 43 - 44
- [19] Ko M c. Choson minjuju imm in konghwaguk kunbagwon tongbo [J]. CA, 1986, 104: 95324m.