

石蒜属植物功能性状的系统发育信号及黄花石蒜对环境变化的响应研究

陈秋婷

浙江师范大学生命科学学院, 浙江 金华

收稿日期: 2024年2月22日; 录用日期: 2024年3月27日; 发布日期: 2024年4月3日

摘要

石蒜属(*Lycoris*)为多年生草本植物, 该属植物全世界约20种, 其中中国的种类最多, 约15种, 主要在我国南方的阴湿山坡地区有分布。其全草含有的石蒜碱可作为治疗小儿麻痹症的重要药物。由于石蒜属植物独特的生理习性以及花形, 常被用作林下地被花卉和理想的切花材料。然而, 在以往的研究多关注于石蒜属植物的经济和药用价值, 对于植物本身的功能性状系统发育研究及其对环境变化的响应尚缺少较为系统的评估。因此, 本文主要介绍石蒜属植物功能性状及其对环境变化的响应, 将从石蒜属植物功能性状、系统发育信号和全国分布3方面来阐述中国石蒜属植物功能性状的系统发育信号及其对环境变化的影响, 在今后的研究中将着重探讨以下几个问题: 1) 不同种石蒜植物受不同进化历史影响是否也会表现出系统发育信号呢? 2) 植物功能性状的发生和发展是否受到环境因素的显著影响? 3) 黄花石蒜受环境影响在空间上的生态策略。

关键词

黄花石蒜, 植物功能性状, 系统发育信号, 环境变化

Phylogenetic Signals of Functional Traits of *Lycoris* L. and Response of *Lycoris aurea* to Environmental Changes

Qiuting Chen

College of Life Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang

Received: Feb. 22nd, 2024; accepted: Mar. 27th, 2024; published: Apr. 3rd, 2024

Abstract

Lycoris is a perennial herbaceous plant. There are about 20 species of *Lycoris* in the world, among which China has the most species, about 15 species, which are mainly distributed in the humid mountain slopes in southern China. The lycorine contained in the whole grass can be used as an important drug in the treatment of polio. Because of its unique physiological habits and flower shape, *Lycoris* is often used as understory groundcover flowers and ideal cut flower materials. However, most of the previous studies focused on the economic and medicinal value of *Lycoris*, and the phylogenetic studies on functional traits of *Lycoris* and their response to environmental changes were not systematically evaluated. Therefore, this paper mainly introduces the functional traits of *Lycoris* plants and their responses to environmental changes. The phylogenetic signals of functional traits of *Lycoris* plants in China and their effects on environmental changes will be elaborated from the three aspects of functional traits, phylogenetic signals and national distribution of *Lycoris* plants. Future studies will focus on the following issues: 1) Do different species of *Lycoris* also show phylogenetic signals under the influence of different evolutionary histories? 2) Are the occurrence and development of plant functional traits significantly affected by environmental factors? 3) The spatial ecological strategies of *Lycoris aurea* affected by the environment.

Keywords

Lycoris aurea, Plant Functional Traits, Phylogenetic Signal, Environmental Change

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

植物功能性状是指植物在应对生境发生变化表现出的性状，其能够影响生态系统的过程和功能，包括叶片大小和厚度、叶片质量、地下储存器官的大小和质量等[1]。植物的功能性状也反映了植物对外界环境资源中太阳光和土壤的利用方式、生存策略等各个方面的特征[2]。因此，植物功能性状与环境因子之间的联系和各个功能性状之间的相关性研究一直都是植物研究的热点，也取得了许多的研究成果。毛伟等发现植物叶性状反映了植物为适应环境变化表现出的生态对策[3]；Moles 等对全球 5784 个物种及其分布地点最大树高的数据研究发现，纬度梯度的变化会导致最大树高也随之改变[4]。朱晓旭等的研究发现环境因子会使不同生活型植物生长表现不同的生活策略[5]。这些研究都表明了，植物功能性状的出现和变化会受到外界环境的影响，植物功能性状的差异是植物对环境异质性长期适应的结果。杨继鸿分析了青藏高原东部常见阔叶木本植物叶片性状与环境之间的关系，叶片性状与木本植物对环境的适应策略密切相关的，高海拔植物选择小而厚的叶子和短叶柄以适应强风和低温等恶劣环境[6]。除此之外，植物功能性状还受到物种进化历史的显著影响。

自然选择是影响功能性状的重要因素之一。有研究发现亲缘关系比较近的物种间性状差异较小，亲缘关系较远的物种功能性状差异会较大[7]。因此，在研究物种间性状差异及其相关性时，往往需要考虑物种间的系统发育关系，即对物种之间的功能性状进行系统发育信号的检测。过去的研究结果也证实了不同植物之间存在系统发育信号[8] [9] [10]。那么对于同属不同种植物，在不同地区受不同历史进化的影

响,是否也会表现出系统发育信号呢?有学者研究认为并不是所有的功能性状都与系统进化历史显著相关,对于某些进化关系较近的物种,即使生活在不同的环境条件下,由于受异质环境的影响比受进化历史的影响更大,功能性状如叶柄长度等表现为生态功能或形态上的不相似性,并不会反映出系统发育信号[11]。有的亲缘关系相距甚远,但由于生境相似,在形态功能上会出现趋同进化现象,这些功能有时也不表现出系统发育信号[12]。

植物的存活对于应对全球变化的潜在物种迁移至关重要,因此,了解植物对环境变化的反应机制可以很好地预测世界范围内保护工作的未来成功。尤其在应对极端气候时,植物需要在生理机制上做出一些改变,才能在生长季之后不可避免的极端气候中生存下来[13][14]。更高的生长率、更大的生殖投资、更高的水力效率和更高的气体交换率,以更多的地上生长分配在生长有利的季节实现最大生长,但这些特征是应对极端气候是最为敏感的[15]。相反,增加对地下结构的分配,通过利用积累的储量来维持光合作用和水力功能等生理过程,从而提供了更强的抗旱和抗扰能力[16]。有研究发现分配策略和生长权衡主要取决于植物的微部位[17][18]。然而人们对地下储存器官的物种知之甚少,因为与其他生长形式相比,地下储存的增长率往往非常低[13]。石蒜属植物拥有强大的鳞茎地下储存器官,在面对环境变化又会受到怎样的影响?做出怎样的生态策略呢?

目前对于石蒜属植物的研究主要还存在于开发利用、栽培、形态学、生理与遗传特性、生物碱的提取、生物碱的抗病机理、用作花卉等方面的研究[19]-[24]。基于此,本研究想要通过调查不同地区石蒜属植物的功能性状,探究其之间是否存在系统发育信号。试图回答下面几个问题:同一属植物受不同进化历史影响是否也会表现出系统发育信号呢?植物功能性状的发生和发展是否受到环境因素的显著影响?黄花石蒜受环境影响在空间上的生态策略又将如何呢?

2. 黄花石蒜

2.1. 黄花石蒜及其价值

黄花石蒜(*Lycoris aurea*)别名忽地笑、龙爪花、铁色箭、老鸦蒜等,是石蒜科石蒜属的一种植物,主要分布在我国西南、华南、西北等地[20]。其属多年生草本鳞茎植物,喜生长阴暗、潮湿的斜坡和岩缝中[21]。黄花石蒜具有很高的经济价值(药用、观赏)和生态价值。经济价值主要体现在药用和观赏价值,该植物具有解毒、祛痰、利尿、催吐等功效,其全草含有的石蒜碱可作为治疗小儿麻痹症的重要药物,其也可用于咽喉肿痛、痈肿疮毒、瘰疬、水肿等[19][21][23];黄花石蒜作为石蒜属中花朵最美的种类之一,其花色鲜黄艳丽、花序硕大、花瓣反卷、花型奇特、为辐射状伞形花序,且花梗挺直、粗壮,花期一般为9月份,正逢夏季少花季节,因此是一种较为理想的观赏花和鲜切花材料[24]。黄花石蒜的生态价值体现在生物多样性的维持,由于鳞茎植物在面对全球气候变化时表现出很强的适应性,所以黄花石蒜在生长时表现为秋季出叶的独特生理特性。然而黄花石蒜最为石蒜属中分布最广、资源最丰富、观赏性最强的种类之一,其系统研究尚未进行。

2.2. 系统发育信号

性状在进化树上的分布并不是随机的,而是表现出一定的系统发育信号(Phylogenetic signal)。如果系统发育关系接近的物种在性状上也越接近,那么其在适应性上也越接近。对于系统发育的信号检验,Blomberg's K 是用布朗运动模型模拟性状在进化树中分布,进行多次模拟后,生成性状系统发育聚集程度的零分布,从而获得 K 统计量及 p 值等信息[15][25]。本研究将利用石蒜属植物的叶片元素含量、叶面积、根系长度、比叶面积、鳞茎重量等植物功能性状,采用 K 值法衡量各类石蒜属植物功能性状的系统发育信号强度,检测功能性状与物种进化历史的相关性[26]。

2.3. 响应环境变化策略

植物为适应环境变化，会做出相应的策略。黄花石蒜适宜潮湿的溪边环境，所以在全国的地理分布上，主要分布在长江沿岸省份，尤其是西南地区，黄花石蒜广泛分布。表 1 是中国植物标本馆已记录标本数据记录，是过去历史气候影响导致的部分分布，那么在未来气候变化过程中，黄花石蒜又将何去何从呢？这也是本研究待讨论的一个问题。

Table 1. Geographical distribution of *Lycoris aurea*

表 1. 忽地笑地理分布

物种	拉丁名	地理分布
忽地笑	<i>Lycoris aurea</i>	江苏省、浙江省、福建省、江西省、安徽省、河南省、湖北省、湖南省、广东省、广西省、贵州省、重庆市、陕西省、甘肃省、四川省、云南省

3. 存在问题和未来展望

植物功能性状的进化历史及其与环境变化的关系是近年来生态研究的热点问题之一。要研究石蒜属功能性状系统发育信号以及气候变化对黄花石蒜的影响，我们首先需要全国各地进行采样，以检测各石蒜属物种的叶片元素含量、叶面积、根系长度、比叶面积、鳞茎重量等植物功能性，这里需要漫长的一个周期。石蒜属植物花叶不同期，且在未开花时极难判断是哪种植物，所以在测量叶的各种功能性状时，这里涉及很多分类上专业性的知识，需要和其他专业科研人员一起合作完成。关于黄花石蒜响应环境变化的未来分布，需要用到计算机制作分布模型，需要大量的生物气候数据及丰富的建模知识和技巧。此外，由于石蒜属植物作为一种集药用和高观赏价值的资源植物，其社会经济价值很高，很多地区都有石蒜属植物的观赏基地和种植田，在一定程度上破坏了生态环境的物种多样性，需要引起关注。整个研究工程量大，预计完成周期较长，但是结果客观，还可以为未来研究石蒜属植物甚至石蒜科提供较为精细的数据支持。

参考文献

- [1] Díaz, S. and Cabido, M. (2001) Vive La Différence: Plant Functional Diversity Matters to Ecosystem Processes. *Trends in Ecology & Evolution*, **16**, 646-655. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02283-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02283-2)
- [2] 孟婷婷, 倪健, 王国宏. 植物功能性状与环境 and 生态系统功能[J]. 植物生态学报, 2007, 31(1): 150-165.
- [3] 毛伟, 李玉霖, 张铜会, 赵学勇, 黄迎新, 宋琳琳. 不同尺度生态学中植物叶性状研究概述[J]. 中国沙漠, 2012, 32(1): 33-41.
- [4] Moles, A.T., Warton, D.I., Warman, L., Swenson, N.G., Laffan, S.W., Zanne, A.E., Pitman, A., Hemmings, F.A. and Leishman, M.R. (2009) Global Patterns in Plant Height. *Journal of Ecology*, **97**, 923-932. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01526.x>
- [5] 朱晓旭, 温仲明, 郑诚, 等. 延河流域不同生活型植物功能性状特征及其对环境变化的响应[J]. 水土保持研究, 2023, 30(6): 328-336.
- [6] 杨继鸿, 李亚楠, 卜海燕, 张世挺, 齐威. 青藏高原东缘常见阔叶木本植物叶片性状对环境因子的响应[J]. 植物生态学报, 2019, 43(10): 863-876.
- [7] Martins, E.P. and Hansen, T.F. (1997) Phylogenies and the Comparative Method: A General Approach to Incorporating Phylogenetic Information into the Analysis of Interspecific Data. *The American Naturalist*, **149**, 646-667. <https://doi.org/10.1086/286013>
- [8] Ackerly, D.D. and Reich, P.B. (1999) Convergence and Correlations among Leaf Size and Function in Seed Plants: A Comparative Test Using Independent Contrasts. *American Journal of Botany*, **86**, 1272-1281. <https://doi.org/10.2307/2656775>
- [9] Tieleman, B.I., Williams, J.B. and Bloomer, P. (2003) Adaptation of Metabolism and Evaporative Water Loss along an

- Aridity Gradient. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, **270**, 207-214. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2205>
- [10] Laurin, M. (2004) The Evolution of Body Size, Cope's Rule and the Origin of Amniotes. *Systematic Biology*, **53**, 594-622. <https://doi.org/10.1080/10635150490445706>
- [11] Blomberg, S.P., Garland, T. and Ives, A.R. (2003) Testing for Phylogenetic Signal in Comparative Data: Behavioral Traits Are More Labile. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, **57**, 717-745. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2003.tb00285.x>
- [12] Wake, D.B. (1991) Homoplasy: The Result of Natural Selection, or Evidence of Design Limitations? *The American Naturalist*, **138**, 543-567. <https://doi.org/10.1086/285234>
- [13] Verboom, G.A., Linder, H.P. and Stock, W.D. (2004) Testing the Adaptive Nature of Radiation: Growth Form and Life History Divergence in the African Grass Genus *Ehrharta* (*Poaceae: Ehrhartoideae*). *American Journal of Botany*, **91**, 1364-1370. <https://doi.org/10.3732/ajb.91.9.1364>
- [14] Monroe, J.G., Gill, B., Turner, K.G. and McKay, J.K. (2019) Drought Regimens Predict Life History Strategies in *Heliphila*. *The New Phytologist*, **223**, 2054-2062. <https://doi.org/10.1111/nph.15919>
- [15] Vilagrosa, A., Hernandez, E.I., Luis, V.C., Cochard, H. and Pausas, J.G. (2014) Physiological Differences Explain the Co-Existence of Different Regeneration Strategies in Mediterranean Ecosystems. *The New Phytologist*, **201**, 1277-1288. <https://doi.org/10.1111/nph.12584>
- [16] O'Brien, M.J., Leuzinger, S., Philipson, C.D., Tay, J. and Hector, A. (2014) Drought Survival of Tropical Tree Seedlings Enhanced by Non-Structural Carbohydrate Levels. *Nature Climate Change*, **4**, 710-714. <https://doi.org/10.1038/nclimate2281>
- [17] Sanchez-Gomez, D., Valladares, F. and Zavala, M.A. (2006) Performance of Seedlings of Mediterranean Woody Species under Experimental Gradients of Irradiance and Water Availability: Trade-Offs and Evidence for Niche Differentiation. *The New Phytologist*, **170**, 795-806. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01711.x>
- [18] Valera-Burgos, J., Diaz-Barradas, M.C. and Zunzunegui, M. (2012) Effects of *Pinus pinea* Litter on Seed Germination and Seedling Performance of Three Mediterranean Shrub Species. *Plant Growth Regulation*, **66**, 285-292. <https://doi.org/10.1007/s10725-011-9652-4>
- [19] 鄧士賢, 王德成, 王懋德, 何功倍, 莫云強, 王琨, 楊恆族. 黄花石蒜的催吐与祛痰作用及其机制[J]. 药学报, 1963(12): 740-744.
- [20] 张学适. 野生花卉的引种驯化(七)[J]. 绵阳师范高等专科学校学报, 1998(S1): 71-73.
- [21] 杨郁, 黄胜雄, 赵毅民, 赵勤实, 孙汉董. 黄花石蒜中的黄酮类成分[J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(5): 539-541.
- [22] 肖艳, 彭菲, 王清, 刘军. 黄花石蒜的组织培养研究[J]. 湖南中医学院学报, 2006, 26(1): 27-28.
- [23] 朱田, 皮慧芳, 张鹏, 阮汉利, 张勇慧, 吴继洲. 黄花石蒜抗老年痴呆活性部位的筛选[C]//湖北省药学会第十一届会员代表大会暨 2007 年学术年会. 湖北省药学会第十一届会员代表大会暨 2007 年学术年会论文汇编: 2007 年卷. 武汉: 湖北省科学技术协会, 2007: 172.
- [24] 胡小京, 耿广东, 张素勤, 石凯兰. 6-BA 对黄花石蒜切花保鲜效果的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2009, 34(5): 129-132.
- [25] Alvarez, A., Perez, S.I. and Verzi, D.H. (2011) Ecological and Phylogenetic Influence on Mandible Shape Variation of South American Caviomorph Rodents (*Rodentia: Hystricomorpha*). *Biological Journal of the Linnean Society*, **102**, 828-837. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01622.x>
- [26] 曹科, 饶米德, 余建平, 刘晓娟, 米湘成, 陈建华. 古田山木本植物功能性状的系统发育信号及其对群落结构的影响[J]. 生物多样性, 2013, 21(5): 564-571.