

绞股蓝种群次生代谢产物的动态及其生态学意义*

何维明¹ 钟章成²

(1 中国科学院植物研究所植被数量生态学开放研究实验室, 北京 100093)

(2 西南师范大学生命科学系, 重庆 400715)

摘要 利用植物生理生态学方法, 研究了自然条件下不同绞股蓝 *Gynostemma pentaphyllum* 种群中黄酮类化合物和绞股蓝皂甙的动态特征及其生态学意义。结果表明: (1) 同一种群的茎、叶片和枝中黄酮类化合物和绞股蓝皂甙的动态不同, 在生活史的不同阶段, 种群中这两类次生代谢产物受茎和叶片的影响程度各异; (2) 不同种群中, 这两类物质的动态各异; (3) 黄酮类化合物和绞股蓝皂甙都具有特定的生理功能和生态学意义, 并具有较强的可塑性; (4) 影响这两类次生代谢产物动态的主导环境因子各异。次生代谢产物在植物种群的生活史中发挥着重要作用。

关键词 绞股蓝种群, 黄酮类化合物, 绞股蓝皂甙, 动态特征, 生态学意义

分类号 Q 946

Dynamics of Secondary Metabolic Products in *Gynostemma pentaphyllum* Populations and Their Ecological Significance

HE Wei - Ming¹ ZHONG Zhang - Cheng²

(1 *Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093*)

(2 *Department of Life Sciences, Southwest China Normal University, Chongqing 400715*)

Abstract The authors examined the dynamic features of flavonoids and *Gynostemma* saponin in the different *Gynostemma pentaphyllum* populations under natural conditions and their ecological significance through the plant physio-ecological methods. The results show: (1) the dynamic patterns of flavonoids and G. saponin in the stems, blades and shoots in the populations under the same surroundings are different. At different phases of life history of the populations, the stems and blades have different effects on flavonoids and G. saponin in the populations; (2) the dynamic patterns of the two kinds of substances vary with different populations; (3) flavonoids and G. saponin have their own physiological functions, moreover, they have both plasticity; (4) the dominant environmental factors affecting the dynamics of flavonoids and G. saponin are different. Thus secondary metabolic products play a very important role in the life history of plant populations.

Key words *Gynostemma pentaphyllum* populations, Flavonoids, G. saponin, Dynamic features, Ecological significance

植物的生长发育是个极其复杂的过程。从种子的形成、萌发开始, 到幼苗的生长, 植

* 国家自然科学基金重点项目资助 (No. 39330050)

1998-02-17 收稿, 1998-04-03 接受发表

株的成熟，直至植物的开花和结实为止，在整个生活史过程中，每一阶段以及由一个阶段向另一个阶段的转变，都要受植物次生代谢产物的调节和控制。此外，植物在处理种间关系、调整它们与环境（竞争、光照、温度、营养物质等）之间的关系时，也要受这类物质的影响。次生代谢产物合成于植物体内，普遍存在于各种植物体中，因此具有十分重要的作用（李雄彪等，1992）。

本文利用植物生理生态学方法，研究自然条件下，不同绞股蓝种群中黄酮类化合物和绞股蓝皂甙的动态特征，探讨其生态学意义，旨在加深对绞股蓝种群适应环境过程的理解，进而为植物种群生态适应机理的研究提供证据。

1 材料和方法

绞股蓝（*Gynostemma pentaphyllum*）为葫芦科绞股蓝属的多年生攀援植物，是一种世界性广布种，也是绞股蓝属中分布最广，变化最大的一个种，主要分布在海拔 300~3 200 m 的地区，西南地区是绞股蓝分布与分化的中心（吴征镒等，1983）。地上部分经霜后枯死，地下部分宿存，越冬后次年 3 月出土，5~8 月为生长旺盛期，9 月为花期，10 月为果期。常生长在林缘，路旁，沟边或疏林下，主茎攀援其它植物向上或伏地生长。绞股蓝耐阴，耐肥，喜湿而不耐湿，好气而怕旱，适生土壤有黄壤，山地棕壤，山地黄壤及紫色土，特别适宜疏松肥沃，排水良好的中性或微酸性或微碱性土壤。自然条件下，绞股蓝雌雄异株，性比偏雄，主要以营养繁殖为主。它还是一种重要的中药材，全草入药，具有重要的经济价值（江苏新医学院，1985）。

1996 年 3 月分别在重庆缙云山（简称缙云山）和四川中药所（简称中药所）选择一固定样地，前者为旷地，后者为阴坡。每一样地中的所有绞股蓝构成一种群。缙云山的绞股蓝攀援生长，中药所的绞股蓝伏地生长，且两种群的密度相同。5~10 月，在各样地中随机采集绞股蓝 100 枝（同时收集光照、温度和降雨资料），用湿纱布包裹塑料袋封装，立即带回实验室，并将枝分成茎和叶片两部分，用自来水冲洗干净，自然风干。采后 5 h，用 100℃ 的水蒸气固定 2.5 min，然后在 70℃ 下干燥 8 h，将烘干样品放入磨口广口瓶，并置于冰箱保存。11 月下旬，研磨所有样品过 40 目筛，以供分析之用。

(1) 黄酮类化合物的测定：AlCl₃ 比色法（中国农业科学院茶叶研究所，1983）

(2) 绞股蓝皂甙的测定：香荚蓝素比色法（归筱铭等，1988）

主要仪器：岛津 UV120—02 分光光度系统；Beckman DV—7 扫描分光光度系统；Beckman J6M 大容量冷冻离心机。

将所有测定数据输入计算机，利用 SAS 软件包计算相关系数。

2 结果与分析

2.1 黄酮类化合物的动态特征及其生态学意义

黄酮类化合物（flavonoids）是植物体中非常重要的一类次生代谢产物，参与生长发育过程的调节，是植物活性调节因素之一（唐宁等，1989，1992；哈本等，1983），还可作为动物的吸引剂帮助其传粉受精、防止强光及紫外光灼烧植物（李雄彪等，1992；哈本等，1983；杨志敏等，1994）。

研究结果(图1)表明:不同种群的茎、叶片和枝中黄酮类化合物的动态各不相同;即使在同一种群中,茎、叶片和枝中该类化合物的变化格局也不相同;在生活史的不同阶段,茎和叶片对绞股蓝种群黄酮类化合物动态的贡献率(某一阶段,茎和叶影响次生代谢产物变化的程度)各异。相关分析(即相关系数大小)表明:在中药所,对绞股蓝种群黄酮类化合物动态影响最大的环境因子是温度($r=0.93$),而在缙云山为降雨($r=0.89$),其它因子的影响相对较小。在生活史过程中,缙云山种群黄酮类化合物含量远高于中药所种群,这与前者的光照较为强烈有关(在生长期,前者的平均光照强度为后者的两倍),因为黄酮类化合物对强光和紫外光有吸收作用,能防止植物受伤害(杨志敏等,1994)。黄酮类化合物可作为植物生长调节剂(哈本等,1983),因而缙云山绞股蓝种群的生长发育快于中药所种群。而且它还与叶片的衰老呈负相关(生活史过程中,缙云山绞股蓝种群的枝叶较中药所种群繁茂)。此外,黄酮类化合物在叶片中表现出明显的积累效应,因而含量显著提高(鲁士民,1981)。

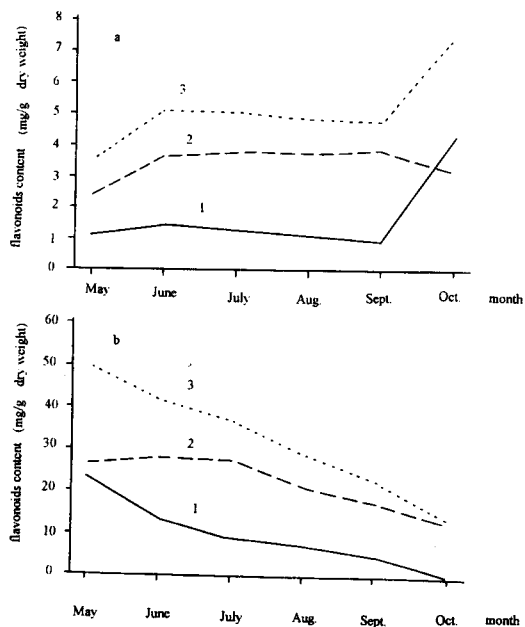


图1 不同绞股蓝种群中黄酮类化合物的动态变化

Fig. 1 Dynamics of flavonoids in the different *G. pentaphyllum* populations

a: 中药所 (Institute of Traditional Chinese Medicine) b: 缙云山 (Mt. Jinyun) 1. 茎 (stems); 2. 叶片 (leaf blades); 3. 枝 (shoots)

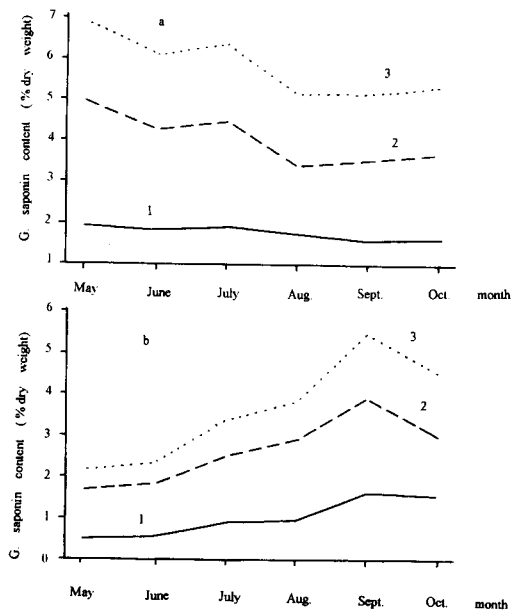


图2 不同绞股蓝种群中绞股蓝皂甙的动态变化

Fig. 2 Dynamics of *G. saponin* in the different *G. pentaphyllum* populations

a: 中药所 (Institute of Traditional Chinese Medicine) b: 缙云山 (Mt. Jinyun) 1. 茎 (stems); 2. 叶片 (leaf blades); 3. 枝 (shoots)

2.2 绞股蓝皂甙的动态特征及其生态学意义

绞股蓝皂甙 (*G. saponin*) 具有镇静、催眠、降血脂、治疗白发、龋齿、肝炎、肥胖、动脉硬化、偏头疼、支气管炎、减少糖皮质激素的负作用,抗肿瘤、促进细胞新陈代谢,

抗溃疡等广泛的生理功能，而且毒性低，副作用小，并具有与人参相似的免疫增强剂（陈士林等，1994）。因此，绞股蓝皂甙的研究已引起人们的广泛关注。本文通过研究其动态，旨在为合理采收绞股蓝资源提供一点有益的参考，并探讨其生态学意义。

从图 2 可知：在缙云山，绞股蓝种群茎、叶片和枝中绞股蓝皂甙的变化格局相似，随生活史进程，皂甙的含量逐渐增加，直到 9 月份达到最大。由于叶片中绞股蓝皂甙的含量远高于茎，因而叶片是影响种群皂甙的决定因素；而在中药所，叶片和枝中绞股蓝皂甙的动态格局相似，茎中绞股蓝皂甙的含量较低，而且相对稳定，因此茎对种群中绞股蓝皂甙的变化影响很小。就不同种群而言，绞股蓝皂甙的动态格局表现出明显的差异。在生活史的不同阶段，茎和叶片对枝中绞股蓝皂甙变化的贡献率也有差异。根据相关系数大小可知：无论在缙云山还是中药所，影响绞股蓝皂甙动态的主导环境因子都是降雨（相关系数分别为 0.87 和 0.91），而光照和温度的影响较小。在整个生活史中，中药所绞股蓝种群中绞股蓝皂甙的平均含量高于缙云山种群。由于绞股蓝皂甙的产量既受其浓度的影响，又受种群生物量的影响，因此，最佳收获时间是 9~10 月。绞股蓝皂甙有涩味，对畜牧有威慑作用（史密斯，1980）。至于其它的生态学意义，现在仍不清楚。

综上分析可知：在相同的生境条件下，绞股蓝种群不同结构中次生代谢产物的动态格局不同，随生活史进程，茎和叶片对种群中次生代谢产物的影响也有差异；在不同的种群中，茎、叶片和枝中次生代谢产物的动态格局各异，而且影响次生代谢产物的主导环境因子也有差异；次生代谢产物在绞股蓝种群生活史中具有特定的功能，并具有可塑性；黄酮类化合物和绞股蓝皂甙均参与绞股蓝种群的生长发育过程，其动态特征随环境而变。但不同的物质，其功能有所不同。

3 结 语

次生代谢是植物的重要特征，其产物既具有重要的生态学意义又可决定各类植物在进化过程中的兴衰成败甚至生死存亡等问题（李雄彪等，1992）。所以开展这方面的研究具有重要意义。植物不象动物那样可显著运动，为了生存，它们必须有不同于动物所采取的生态对策以适应环境。合成和利用次生代谢产物就是它们的重要对策之一。通过次生代谢产物，植物既可阻止其它生物的侵袭，又可抑制与其竞争生存条件的其它植物种群的生长发育，如化感作用。既可吸引帮助它们繁衍后代的传粉媒介，又可吸引能与其共生的某些共生生物（李雄彪等，1992）。植物是一个平衡的功能系统，体内包含多种次生代谢产物，或许正是这些物质之间的特定比例决定了植物体的多种适应特征。目前对次生代谢的研究很多，但通常是在可控条件下探讨某一类次生代谢产物的性质和功能，因此探索新的、适用于自然条件下的方法，以研究次生代谢产物间的协同作用极为重要。由于叶片中的次生代谢产物含量高于茎，而且茎是绞股蓝重要的繁殖器官，因此，采收时主要采叶，兼采部分茎，这样既利于提高收获产量，又能保存较多的营养繁殖器官，利于以后的再次收获。

致谢 中国科学院植物研究所植被数量生态学开放研究实验室田新智高级实验师绘制所有插图，深表感谢。

参 考 文 献

- 中国农业科学院茶叶研究所, 1983. 茶树生理及茶叶生化实验手册. 北京: 农业出版社, 174~175
- 史密斯 P M, 1980. 植物化学分类学. 胡昌序, 王蜀秀, 温远影译. 北京: 科学出版社, 98~117
- 归筱铭, 陈晓亮, 王政风, 1998. 绞股蓝皂甙的测定. 中草药, **19** (12): 39
- 江苏新医学院, 1985. 中药大词典. 上海: 上海科学技术出版社, 16~17
- 陈士林, 朱照静, 1994. 具有开发前景的药用植物活性成分. 资源开发与市场, **10** (2): 68~70
- 杨志敏, 颜景义, 郑有飞等, 1994. 紫外辐射增强对植物生长的影响. 植物生理学通讯, **30** (4): 241~248
- 吴征镒, 陈书坤, 1983. 中国绞股蓝属的研究. 植物分类学报, **21** (4): 355~369
- 李雄彪, 张金忠, 1992. 简明植物生物化学. 天津: 南开大学出版社, 305~364
- 哈本 J B, 麻比瑞 T J, 麻比瑞 H, 1983. 黄酮类化合物. 戴伦凯, 谢玉如译. 北京: 科学出版社, 252~349
- 唐宁, 赵钢, 任建川, 1989. 麦中黄酮与芦丁含量的变化. 植物生理学通讯, **25** (1): 33~35
- 唐宁, 赵钢, 1992. 荞麦中莽草氨酸酶与黄酮含量的变化. 植物生理学通讯, **28** (6): 419~420
- 鲁士民, 1981. 黄酮类化合物在植物生理中的效应. 植物生理学通讯, **17** (3): 45~48

本刊征稿启事

《云南植物研究》是国家科委(79)国科发条字341号文批准创办的植物学专业学报, 是中国科学院主管的全国性自然科学期刊。现已成为我国植物科学研究发表论文的主要学术性刊物之一(国家自然科学基金委, 1993. 自然科学学科发展战略调研报告——植物科学, 北京: 科学出版社, 53)。据中科院文献中心中国科学引文索引(CSCI)1995年统计, 本刊属于中国生物学类科技核心期刊。被引频次最高的中国科技期刊500名排行表中, 本刊名列第38位; 在生物学类名列第8位(中科院文献中心, 1997)。中国科学院计划局早在1990年开放实验室考评中, 根据文献计量学材料, 把本刊列为“中国自然科学核心期刊”。本刊荣获中科院优秀期刊二等奖(1996)及第二届全国优秀期刊三等奖(1997)等。

本刊由我国著名植物学家、中科院资深院士吴征镒教授担任主编。所发表的论文在国内生物、农林、医药、轻工等二次文献刊物都有摘报; 国外CA(美国化学文摘)、BA(美国生物学文摘)等从1980年起就连续摘报, 还有生物科学的当代进展(CABS)、科学引文索引(SCI)的CI部分以及俄罗斯文摘杂志(PJK)和国际农业科技情报系统(Agris)等摘报。乌利希国际期刊指南(UIPD)从80年代就刊载本刊出版事宜。现我刊已同30多个国家和地区有发行和交换关系; 在国内外同行中有一定的影响。

本刊报道植物学各分支学科具有创新水平的原始研究论文和简报; 结合本人研究工作, 反映国际最新研究水平的短篇综述等。中英文稿件均受欢迎。撰稿格式请参见本刊1998年(20卷)1~4期封2~封3“简则”要求。本刊论文发表周期6~10个月, 热情欢迎同行学者赐稿。