

药材品质与生态因子关系的研究进展^{*}

□刘 洋 张佐双^{**} (北京市植物园 北京 100093)

贺玉林 张本刚^{**} 李先恩 (中国医学科学院 药用植物研究所 北京 100094)
(中国协和医科大学)

摘要: 本文综述了地理因子、气象因子和土壤因子对药材品质的影响、相互作用关系的研究现状和发展趋势, 提出应加强对生态因子的系统研究, 为中药材实施生产质量管理规范 (GAP) 和建立中药材优质生产基地提供理论依据。

关键词: 中药材 气象因子 土壤因子 生态因子 有效成分

药用植物的药效活性成分, 大多是植物的次生代谢化合物。植物的次生代谢化合物是植物在长期进化中与环境(生物的和非生物的)相互作用的结果。次生代谢产物在植物提高自身保护和生存竞争能力以及协调与环境关系方面充当重要的角色与初生代谢产物相比其产生和变化与环境有着更强的相关性和对应性^[1-2]。要提高中药材的产量和品质, 一方面要选育优质、高产、抗病虫害的优良品种, 另一方面还要研究主要生态因子对中药材产量、品质的影响, 确定药材适宜生长的区域, 建立优质生产基地。

我国历代医家十分重视药材的品质与产地的关系。古人所云“离其本土, 则质同而效异”^[3], “本土”显然是指产地的土壤和气候等生态环境, 说明药材的品质形成与生态环境密切相关。药用植物品质与生态

因子关系研究可以为中药材优质栽培、育种提供理论依据, 为实施中药材生产质量管理规范 (GAP) 和药材的质量控制, 建立中药材优质生产基地提供理论依据。

一、药用植物品质与生态因子关系研究

药材品质是药用植物在一定生态条件和栽培技术下的综合表现。不同的生态环境下生长的药用植物, 具有不同的品质表现, 除受本身的遗传因素决定外, 还受生态条件(诸如光照、水分、温度等)影响, 也就是说药材品质是内因(基因型、生理生化过程)和外因(生态环境、农艺措施)综合作用的结果。

1. 药材品质与地理因子关系研究

药用植物的分布取决于地域的经纬度、地形、地貌, 在一定的经纬度、地形、地貌条件下所具有的光照、温度、水分等自然因子会对药用植物的生长产生重要的作用。药材原产地的生态条件影响着品种的进化,

收稿日期: 2006-09-12

修回日期: 2006-12-22

^{*} 国家科技攻关计划项目 (2001BA701A63): 全国中药资源普查规划及实施方案研究, 负责人: 张本刚。

^{**} 联系人: 张佐双, 教授级高级工程师, 北京市植物园园长, 主要研究方向: 植物园研究, Tel 010-62591283, E-mail information@beijingbotan.com; 张本刚, 研究员, 主要研究方向: 药用植物资源的研究与保护, Tel 010-62899725, E-mail byzhang@mpk.ac.cn

地理纬度、海拔高度、栽培年份及生态条件等是从外界环境条件方面影响着品种(基因型)的表现。地理因子就是通过外因影响着药材品质。

2 药材品质与气象因子关系研究

(1) 光照。

日照时数、光照的质量和强度是影响植物生长的最重要因素之一。

朱仁斌^[4]等在对皖西西洋参、人参的皂甙含量的研究中发现,在海拔 530~850 米的范围内,年日照时数随海拔高度逐渐增加,总皂甙含量呈线性增加,由 6.75% 上升到最大值 8.72%。在海拔 850~1000 米的范围内,由于形成了强云雾带,年日照数大为减少,西洋参总皂甙含量下降较快,平均每 100 米下降约 1.38%。

光强对不同药用植物的有效成分积累的影响是不同的,有的起促进作用,有的起抑制作用。张治安^[5]等研究发现,在 20% 的荫棚透光率时人参皂甙含量最高,为干重的 4.5%。颠茄在露天栽培时的阿托品含量为 0.703%,而在荫蔽条件下则为 0.38%。

(2) 温度。

温度对植物生长发育的影响,不仅在于温度本身,还在于它会引起其它生态因子的变化,如湿度、蒸发、土壤水分等,从而使生态因子的综合作用发生变化,进而影响植物的生长发育和产量。

在通常情况下,适中的温度有利于无氮物质的合成,如糖、淀粉等的合成,高温却有利于生物碱、蛋白质等含氮物质的合成。如颠茄、金鸡纳等植物体内生物碱的含量与年平均温度的高低呈正相关性。欧乌头(*Aconitum napellus*)在高温条件下含乌头碱,在寒冷低温时则变为无毒^[6]。可以看出,药用植物的生长及有效成分的积累与温度有密切的关系,只有一定的温度范围才是最适合的,过高或过低都不利于植物的生长和有效成分的形成。

(3) 水分。

水分在植物生命活动中是必需的,在不同水分状况下,植物体内的生理生化过程会受到不同程度的影响,从而会影响植物体内的次生代谢过程,进而影响有效成分的积累。在干旱胁迫下,植物组织中次生代谢

物的浓度常常上升。对某些耐旱植物的研究发现,其脱落酸和脯氨酸含量较高^[8]。

土壤水分可影响营养物质的有效性、土壤强度、通气性、细胞膨压以及地上光合能力和有机物向根系的分配,因此土壤水分状况经常直接或间接地影响着根系的生长发育,是影响根系生长和分布的最重要因素之一^[9]。

杜茜^[10]等研究甘草产量和质量与土壤水分的关系,结果表明:①土壤水分和甘草的产量极显著相关,5%~18% 范围内,土壤水分越高,甘草产量越高。②甘草质量与土壤水分关系较复杂,土壤水分在 12% 时甘草中甘草酸含量最低,质量最差,低于 12% 时,含量升高,而土壤水分高过 14% 时反而下降。孟繁莹等^[11]对西洋参的水分生理特性进行了研究,指出西洋参全生育期土壤相对含水量为 80% 时对西洋参根增重最为有利。

药用植物有机成分中的大多数有效成分主要是次生代谢的产物,次生产物的合成需要相当多的代谢酶参与,控制这些酶的基因遗传变异及其控制的代谢过程直接影响药材的质量和疗效^[12]。因此,研究水分对次生产物代谢的影响、对关键酶的调控规律及其对有效成分积累动态的影响等是实现中药材生产质量“稳定、可控”的基础。

3 药材品质与土壤因子关系研究现状

土壤条件影响植物的矿质营养、水分以及空气的供给,植物的生长与土壤条件密切相关,土壤的物理、化学性质、pH 值以及所含的各种元素值对药材的生长发育及有效成分都有很大影响^[13]。

郭兰萍等^[14]等对不同产地,相同立地环境下栽培与野生,及不同生长年限栽培苍术根际区土壤全氮、碱解氮、有效磷、有效钾、有机质及 pH 进行分析发现存在有显著差异。

(1) 土壤质地。

不同类型的土壤具有不同的保水能力和通透性,而不同的药用植物对土壤保水性能和通透性的要求有所不同,因而需根据具体的生理需要选择土壤。土壤的物理结构影响着植物根系的生长发育,所以在不同土壤中根类药用植物根系的生长状况不同。一般土壤

砂性越强,其根系越发达,这对药用植物的产量有一定影响。沙土通透性较好,但保水保肥能力不强,根类药用植物中北沙参适宜在沙土中生长;粘土保水保肥能力高,但通透性差,不适于根类药用植物生长;壤土既改进了沙土的保水保肥差的特点又去除粘土的通透性差的弊端,对根及根茎类的药用植物栽培是较为理想的土壤类型^[15]。Thomas S. C. Li^[16]等盆栽实验表明,土壤湿度对西洋参生长发育依土壤结构变化而变化,砂质壤土中 50% 有效水分含量和粉砂壤土中 75% 有效水分含量对西洋参生长和获得较高产量是最适水分含量。

(2) 大量元素。

中药材生长所需的营养元素有氮、磷、钾等 10 多种,缺乏或不足都会影响植物的生长发育和内外在品质。

曹庸等^[17]对影响虎杖白藜芦醇含量变化的 8 个矿质营养元素进行主成分分析,分析发现“钙因子”、“钠因子”为影响虎杖中白藜芦醇含量动态变化的主要物质。王文杰^[18]等研究发现,氮肥、磷肥能不同程度地提高伊贝母生物碱的含量,而钾肥则减少其含量。韩建萍等^[19]研究表明,施氮有利于丹参产量的增加,施磷有利于丹参素和丹参酮 II A 的积累。

另外,施肥对药用植物的有效成分含量以及体内酶活方面的影响也有报道。如付开聪等^[20]研究发现,氮、磷、钾缺乏时,嘉兰植株叶片硝酸还原酶以及秋水仙碱含量都很低,影响顺序为:氮、钾、磷。

不同的药材对氮、磷、钾的需求量不一致。陈震等^[21]在研究浙贝需肥量时发现,浙贝对氮肥需要量最大,对钾肥需要量次之,对磷肥需要量最少;同时也发现丹参对氮素营养最敏感,其次是磷,最后是钾。

不同的药材其药效成分化学组成的不同和药用部位的差别,使施肥对药材的影响也不一致。从已有资料中可以明显看出,在各种不同的根类药材栽培中,施用氮、磷、钾大量元素和微量元素肥料均可明显增产和提高主要活性成分的含量。但是施肥不当常常导致产量以及有效成分的下降,有关这方面的报道非常多。刘铁成等^[19]在北京怀柔地区砂质壤土上种植西洋参,大量施用优质有机肥使西洋参的人参皂甙含量提高

27.86%。在研究氮、磷、钾三要素对西洋参的人参皂甙含量的影响中得知,钾肥的作用与全营养的相同,氮、磷肥的缺乏将造成人参皂甙含量不同程度的降低。

(3) 微量元素。

土壤中的微量元素不仅影响植物的根系营养及生理代谢活动,而且还是药用植物有效成分的构成因子。人工栽培时施用微量元素肥料即可促进中草药生长和提高药物中某种元素的含量,进而催化增多某种有机物的合成量^[22]。

几乎所有中药都含有不同种类和不同比例的微量元素。罗炳镕等^[23]的研究表明,每一种地道药材都有几种特征性微量元素图谱。周长征^[24]等也证明细辛的药理活性与地道药材的微量元素含量有一定的相关性。杨本明^[25]认为,中药的疗效不仅与其有机成分有关,而且与它们所含微量元素的种类及含量密切相关。陈和利等^[26]对 176 味中药的铜、锌、铁、锰等 4 种元素进行统计分析后发现,不同功效中药微量元素含量的比例存在显著差异,含量比例大小与功效分布之间显示出有规律的变化。

不同微量元素对不同药用植物根中有效成分的影响不一样。在党参栽培中,施用锰、锌、钼等微肥不仅能有效地提高党参产量和品级,而且不改变药材的有效成分^[27]。陈士林^[28],肖小河^[29]研究发现,附子品质与土壤中的磷、铜、铁、锌含量具有极密切的关系。王亚琴^[30]研究表明,土壤中的微量元素对杜仲叶中有效成分的影响远大于气象因素的影响。

目前,土壤因子对药材品质影响的研究多集中在地道产区与非地道产区土壤条件的对比上,未能揭示土壤因子对中药材产量和质量的影响规律及土壤因子与中药材生长发育、产量、有效成分含量的相互关系。

有关大量元素肥料对药材有效成分含量影响机理的研究还未见报道。但微肥对药用植物的作用机理则有一些报道,如徐建中等^[31]在这方面进行了一些研究,并对“微肥促进益母草内总生物碱的积累,阻碍其分解”的机理通过推测得到解释,但并没有试验进行佐证。

二、药用植物品质与生态因子关系研究的发展趋势

生态环境对药材的质量有重要影响,近年来许多

学者进行了生态环境与地道性的研究。如陈兴福^[32~35]通过对味连、白芷、麦冬、款冬花等川产地道药材地道产区生态环境(地理分布、地形地貌、气候、土壤)和药材生长状况的调查,揭示了它们地道产区生态环境的特点。林寿全^[36]通过对甘草产地土壤生态因子和气象因素调查研究,认为气候因素是甘草生存的先决条件,而土壤因素则影响甘草药材的质量优劣。

但这些研究还处于定性描述阶段,大多数试验是短期的、零星的工作。研究与研究之间没有联系和系统性。很多结果因材料、年份、地理环境不同,对同一问题的研究结果有的相同,有的相距甚远,难以进行全面的分析。而生态因子与药材质量之间的关系是错综复杂的,定性描述并不能从根本上阐述它们之间的规律,关于生态因子与药材品质关系的研究还不够系统和深入。

伴随着现代生物技术、现代仪器分析技术,遥感技术,计算机技术和数理统计学方法的发展,对药材品质与生态因子之间相关性的研究,正处于由定性描述向定量模型分析发展的阶段^[37]。

三、讨 论

目前,国外对植物次生代谢与环境的关系的问题已开展了大量研究,但绝大多数研究都以探讨次生代谢产物抵御动物捕食和微生物侵袭以及减弱不利生存条件危害和提高生存竞争能力为目的。所研究植物的次生代谢完全是在自然条件下进化产生,其合成积累与胁迫生境形成了密切的关系。

我国有些传统中药材已有很悠久的人工栽培历史,有些种类在优良的栽培条件下经历了人工驯化和选育。几千年来,药材的“地道性”局限于药材的功效与产地的关系,对药材所表现的与环境的认识还是模糊的、表面的,未能揭示其本质和内在规律。

目前关于生态因子对药材品质的影响的研究主要集中在最终产品上,而对品质形成过程中关键酶及相关生化过程的影响的研究还相当薄弱。今后值得系统深入地研究的方向是:

加强生态因子对药材品质影响研究的系统性。药用植物品质受多项生态因子影响各因子间存在不同程

度的相关性。仅靠简单的分析或单因素研究不能全面反映问题的真实可靠性,必须应用多元统计分析方法,不仅分析单因素对品质的作用,同时分析不同因子相互作用对品质的影响,加强多因素、定量化和综合分析的研究。

深入研究生态因子对药材品质形成过程中关键酶及相关生化过程的影响研究,为进一步探讨品质形成机理奠定基础。

参考文献

- 1 Gershenzon, J. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. *Recent Advances In Phytochemistry*, 1984 18: 273~ 320
- 2 Jesp, P. & L. Joan. Effects of carbon dioxide, water supply, and seasonally on terpene content and emission by *Rosmarinus officinalis*. *Journal of Chemical Ecology*, 1997 23 979~ 993
- 3 胡世林. 中国道地药材. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1989.
- 4 朱仁斌, 吴庆生, 宛志汭, 等. 皖西山区海拔高度对西洋参有效成分的影响. *中国农业气象*, 2001, 22(1): 19~ 22
- 5 张治安, 徐克章. 不同光强下人参植株中淀粉可溶性糖和参根皂甙的含量变化. *植物生理学通讯*, 1994 30.
- 6 张永清, 李岩坤. 影响药用植物体内生物碱含量的因素. *齐鲁中医药情报*, 1992 3 10~ 12
- 7 林洪. 植物次生代谢及其意义. *黑龙江林业*, 2002 (8): 34~ 34
- 8 杜近义, 胡国赋, 秦际威, 等. 植物次生代谢的生态学意义. *生物学杂志*, 1999, 16(5): 9~ 10
- 9 冯广龙, 刘昌明. 土壤水分对作物根系生长及分布的调控作用. *生态农业研究*, 1996 4(3): 5~ 9
- 10 杜茜, 沈海亮. 甘草产量和质量与土壤水分的关系. *中药材*, 2006 29(1): 5~ 6
- 11 孟繁莹, 王铁生, 王化民, 等. 西洋参栽培生理研究 1. 西洋参水分生理特性的研究. *中草药*, 1993 (24): 365~ 368.
- 12 王义. 中药材品质与植物生物学研究的关系. *吉林农业大学学报*. 1996 18(3): 112~ 116
- 13 李隆云, 卫莹芳, 赵会礼, 等. 21 世纪初的中药栽培研究. *中国中医药科技*, 2000 7(4): 246~ 248
- 14 郭兰萍, 黄璐琦, 邵爱娟, 等. 苍术根际区土壤养分变化规律. *中国中药杂志*. 2005 30(19): 1504~ 1507
- 15 武孔云, 冉懋雄. *中药栽培学*. 贵阳: 贵州科技出版社, 2001. 48
- 16 Thomas S C. Li 土壤水分对西洋参生长的影响. *特产研究*. 2000 (4): 60~ 62
- 17 曹庸, 张敏, 于华忠, 等. 气象因子和矿质元素对虎杖根茎白藜芦醇含量的影响. *应用生态学报*. 2004 15(7): 1143~ 1147

- 18 王文杰, 张京教. 环境条件对伊贝母生物碱含量的影响. 中药材, 1989, 12(2): 3~5
- 19 韩建萍, 梁宗锁. 氮、磷对丹参生长及丹参素和丹参酮II A 积累规律研究. 中草药, 2005, 36(5): 756~759.
- 20 付开聪. N P K 对嘉兰植物生长和秋水仙碱含量的影响. 中国中药杂志, 2000, 25(3): 144~145.
- 21 中国医学科学院药用植物资源开发研究所. 中国药用植物栽培学. 北京: 农业出版社, 1991
- 22 梅光泉. 中草药中的微量元素. 微量元素与健康研究, 1995, 11(2): 25~26.
- 23 罗炳锵. 中药微量元素的作用. 中药材, 1990, 13(2): 41~44
- 24 周长征, 杨春澍. 细辛道地药材与微量元素. 中草药, 2000, 31(4): 292~295
- 25 杨本明. 影响中药材微量元素含量的因素. 中草药, 1993, 24(4): 215~216
- 26 陈和利, 刘晓瑜. 中药性能与金属元素含量. 中草药, 1988, 19(4): 45~47.
- 27 徐继振, 刘效瑞, 赵荣. 钼、锌、铁、锰在党参栽培中的应用效果. 中药材, 1996, 19(1): 1~3
- 28 陈士林. 暗紫贝母品质与生态条件的相关性研究. 中药材, 1989, 12(11): 5
- 29 肖小河. 乌头品质与土壤因子的相关性研究. 中药材, 1990, 13(11): 3
- 30 王亚琴. 杜仲叶有效成分的地理学研究(一). 广东药学院学报, 2000, 16(3): 173~176
- 31 徐建中. 微肥对益母草生长和总生物碱积累的调控效应. 中国中药杂志, 1999, 25(1): 20~22
- 32 陈兴福, 丁德蓉, 卢进, 等. 生态环境对味连生长发育的影响. 中药材, 1996, 27(6): 362~365
- 33 陈兴福, 丁德蓉, 卢进, 等. 白芷生态环境和土壤环境特征的研究. 中草药, 1996, 27(8): 489~491.
- 34 丁德蓉, 陈兴福, 卢进, 等. 麦冬生态环境和土壤环境特征的研究. 中草药, 1996, 27(1): 34~36
- 35 陈兴福, 刘思勋, 刘岁荣, 等. 款冬花生长土壤环境特征的研究. 中药研究与信息, 2003, 5(5): 20~24
- 36 林寿全, 林琳. 生态因子对中药甘草质量影响的初步研究. 生态学杂志, 1992, 11(6): 17~20
- 37 田雨, 陈建华, 周秀佳. 植物生态学方法在中药材质量研究中的应用与发展. 生态学杂志, 2000, 19(6): 51~51.

Quality of Crude Traditional Chinese Drugs and Ecological Environment

Liu Yang, Zhang Zuoshuang

(Beijing Botanic Garden, 100093 Beijing, China)

He Yulin, Zhang Bengang, Li Xianen

(Institute of Medicinal Plants, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences, 100094 Beijing, China)

The quality of crude traditional Chinese drugs is subject to the impacts of diverse environmental factors in a significant manner. The paper presents a review and discussion of a range of studies on the correlations between the quality of crude traditional Chinese drugs and ecologic factors including sunlight, temperature, moisture, soil texture and structure, and soil elements. Authors believe that a systematic effort shall be initiated to study the correlations between the quality of crude traditional Chinese drugs and ecological factors in an attempt to provide a theoretical basis for improving the growing process of medical herbs, and establishing a GAP production base for crude traditional Chinese drugs.

Keywords: crude traditional Chinese drugs; quality; environmental conditions; climatic factors; soil factors; and effective components

(责任编辑: 张述庆, 责任编审: 张志华, 责任译审: 邹春申)