

药用植物藿香叶表皮毛的显微结构研究

马建忠¹, 房立真², 刘孟奇³

(1. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650204; 2. 新乡医学院 药学院, 河南 新乡 453003; 3. 河南中医学院, 河南 郑州 450008)

摘要:利用光学显微镜对药用植物藿香(*Agastache rugosa*)叶片表皮毛被类型和分布进行了研究。结果表明:藿香的叶表皮有3种形态显著不同的毛,包括非腺毛、盾状腺毛和头状腺毛。腺毛和非腺毛在叶片的上下表皮都有分布。腺毛的发育在叶片发育早期就已经完成,其密度随着叶片的发育而减小。盾状腺毛和头状腺毛都具1个基细胞、1~2个柄细胞和头部。成熟的盾状腺毛的头部由12个分泌细胞组成;头状腺毛头部由1或2个分泌细胞组成。

关键词:腺毛;唇形科;藿香;药用植物

中图分类号:S647

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)06-0097-04

藿香 [*Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Ktze]. 为唇形科 (Lamiaceae) 藿香属多年生草本植物,在我国各地分布广泛,常见栽培。藿香是一种重要的药用植物,全草入药有止呕吐、治霍乱腹痛、驱逐肠胃充气、清暑等效果;可作香料;叶及茎均富含挥发性芳香油,有浓郁的香味,为芳香油原料之一。唇形科植物的叶及茎表皮上普遍着生腺毛,这些腺毛是挥发油生物合成分泌和储存的场所^[1-4],腺毛产生的一些化合物可以用作药物、营养品、天然杀虫剂、调味品、香料以及果其它用途^[5]。关于唇形科腺毛的结构和功能已有很多研究^[6-13],现有文献对于藿香叶片表皮毛的研究报道却非常少,实际上通过对藿香叶表皮上的毛的形态和分布进行研究,不仅有助于了解叶片表皮毛所具有的生理生态和系统演化上的意义,而且对于深入认识和了解藿香植物次生代谢产物的分泌规律,掌握其药效本质具有明确的科学意义。因此,特以藿香叶为材料,对表皮毛被类型、结构和发育过程进行了研究,旨在探讨两种腺毛发育过程的差异性。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为藿香的幼叶和成熟叶片,采集于河南中医学院中药园。

1.2 方法

石蜡切片:取幼叶及成熟叶片,用 FAA 固定 48 h,采用梯度酒精 (50%、70%、85%、95%、100%) 脱水,二甲苯透明,石蜡包埋,LEICA-2016 轮转式切片机制片,切片厚度 20~25 μm ,采用甲基胺兰-O 染色,中性树胶封片,用 LEICA-DM3000 光学显微镜观察并摄像。

透明叶:10% NaOH 中浸泡,待叶片完全变黑或是变褐后,放于 25% 的次氯酸钠中脱色 48 h,放于 250% 的水合氯醛中透明,而后转入清水中流水漂洗,梯度酒精脱水,于纯二甲苯中透明后用中性树胶封片,干后用 LEICA-DM3000 光学显微镜观察并摄像。

2 结果与分析

2.1 表皮毛的分布特点

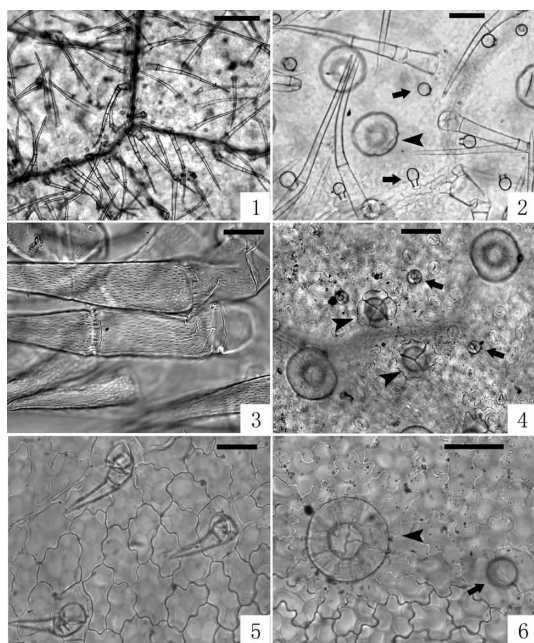
藿香叶的上、下表皮都分布有腺毛和非腺毛,腺毛和非腺毛在下表皮的分布比在上表皮要密集(见图 1,图 2,图 5,图 6)。在嫩叶上大量分布的非腺毛使得腺毛难以观察(见图 1),嫩叶上腺毛和非腺毛的分布越靠近叶基就越密集,随着叶片的生长,毛的密度逐渐减小,在成熟叶片上毛的分布相对均匀。非腺毛和头状毛的分布在一、二级叶脉上最为密集。而盾状腺毛在一、二级叶脉上很少发现,在叶片边缘仅有非腺毛的分布。

2.2 表皮毛的形态结构

2.2.1 非腺毛 单列毛,从基部至顶端逐渐变尖,一般由 2~5 个细胞构成(见图 1,图 2,图 5),有的非腺毛表面光滑,有的非腺毛表面有瘤点(见图 3)非腺毛毛基的直径为 $(30 \pm 2) \mu\text{m}$ (见图 4)。

收稿日期:2011-03-10

第一作者简介:马建忠(1972-),男,云南省香格里拉市人,硕士,助理研究员,从事高山森林药用植物保护和生物多样性保护研究与实践。E-mail:majz72@126.com。



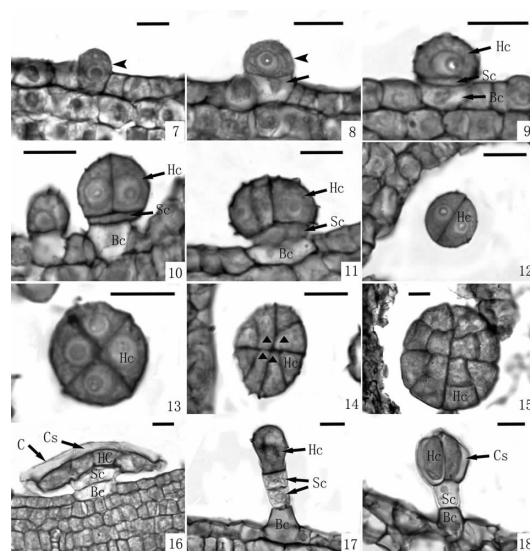
图版 I

1. 嫩叶下表皮叶脉上密集分布的非腺毛, 标尺=1 mm;
2. 下表皮上的盾状腺毛(箭头), 头状腺毛(箭号)和非腺毛, 标尺=50 μm ; 3. 非腺毛上的瘤点, 标尺=20 μm ; 4. 下表皮的非腺毛毛基(箭头)以及头状腺毛(箭号)和盾状腺毛, 标尺=50 μm ; 5. 上表皮的非腺毛, 标尺=50 μm ; 6. 上表皮上的盾状腺毛(箭头)和头状腺毛(箭号), 标尺=50 μm

2.2.2 腺毛 藿香叶上有两类腺毛: 盾状腺毛和头状腺毛。两类腺毛都由3部分组成, 即基细胞、柄细胞和头细胞。两者的特点分别如下:

(1) 盾状腺毛。成熟的盾状腺毛往往分布在叶片上、下表皮的凹陷处(见图19), 也有少数盾状腺毛的位置高出叶表面(见图16)。分布在叶片上的凹陷处的盾状腺毛顶部和表皮平齐(见图19), 使得在透明叶观察中盾状腺毛和气孔、表皮细胞可以同时看清(见图20)。

盾状腺毛直径为 $(72 \pm 2) \mu\text{m}$ 。盾状腺毛的基细胞和柄细胞都由单细胞构成。盾状腺毛的基细胞呈近圆形, 周围有12~15个表皮细胞辐射状围绕(见图21); 柄细胞扁平, 亦呈近圆形, 侧向细胞壁较厚(见图16, 图19, 图20); 成熟盾状腺毛的头部由12个细胞构成(见图15, 图22)。盾状腺毛起源于一个原表皮细胞, 平周分裂一次后, 产生两个细胞, 上部的细胞不均等分裂产生柄细胞和头部细胞, 头部细胞扩大, 经过一系列垂周分裂后产生成熟的头部, 成熟的盾状腺毛的头部中央有4个细胞, 外周有8个细胞(见图7~图15, 图



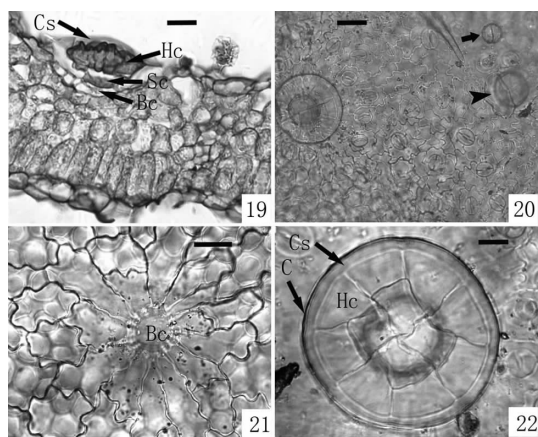
图版 II

- 图7~18为盾状腺毛发育的一系列阶段; 7. 腺毛原始细胞突起(箭头); 8. 腺毛原始细胞第1次平周分裂后形成的2个子细胞, 即基细胞(箭头)和顶细胞(箭号); 9. 基细胞和顶细胞平周分裂产生的两个子细胞(头细胞和柄细胞); 10. 头部有两细胞的盾状腺毛纵切面; 11. 头细胞为多细胞的盾状腺毛纵切面; 12-14. 幼叶上盾状腺毛俯视图, 示头部2, 4, 8个细胞阶段; 8细胞阶段中赤道交叉线处的4个细胞(三角形指示)分裂一次后产生成熟的头部; 15. 成熟的盾状腺毛头部有12个细胞, 中间4个, 外围有8个; 16. 盾状腺毛纵切面, 箭头示角质层和角质层下空间; 17. 第一种类型头状腺毛纵切; 18. 第二种类型头状腺毛纵切, 箭头示角质层下空间; 图7~18的标尺=10 μm . Bc: 基细胞; Hc: 头细胞; Sc: 柄细胞; Cs: 角质层下间隙; C: 角质层

22)。藿香的盾状腺毛在幼嫩的叶里就已经发育成熟, 头部由12个分泌细胞组成, 它们在柄细胞上方排列成1层, 头部的分泌细胞横向扩展使头部呈盾状(见图6, 图8)。盾状腺毛有明显的角质层下间隙(见图16, 图19), 从叶表面的俯视图上看角质层和头部细胞的外围细胞壁之间圆环即为角质层下间隙(见图22), 角质层下间隙充满分泌细胞的分泌物时呈半球形, 未充满时为扁平形(见图16, 图19)。

(2) 头状腺毛。头状腺毛的基细胞呈近圆形, 突出表皮细胞之上; 柄细胞长, 亦呈近圆形, 侧向细胞壁较厚; 头部由1或2个细胞组成, 头细胞在柄细胞上方排成圆球形或梨形(见图17, 图18)。头状腺毛的直径为 $(20 \pm 2) \mu\text{m}$, 头状腺毛有两种类型: 第一种类型有单细胞毛基, 1~2细胞的柄和单细胞构成的头部构成, 这种类型的头状毛较

少,没有观察到角质层下间隙(见图 17)。另外一种类型头状腺毛有单细胞毛基,单细胞的柄和两个细胞构成的有分泌作用的头部构成,这种类型的头状腺毛发育成熟后,在头细胞表面可以发现角质层下间隙(见图 18)。



图版 III

图 19~22 为藿香叶表皮腺毛的观察:19. 位于叶片下表皮凹陷处的盾状腺毛纵切面,标尺=20 μm ;20. 下表皮上的可以同时观察到的盾状腺毛头部和气孔,箭头示非腺毛毛基,箭号示头状腺毛,标尺=30 μm ;21. 盾状腺毛单细胞毛基,周围有 13 个表皮细胞辐射状围绕,标尺=20 μm ;22. 下表皮成熟的盾状腺毛头部 12 个分泌作用的头细胞的分布,中央圆圈显示柄细胞的垂周壁,箭头示角质层和角质层下空间,标尺=10 μm ;Bc:基细胞;Hc:头细胞;Sc:柄细胞;Cs:角质层下间隙;C:角质层

3 结论与讨论

藿香幼叶的上下表皮上密布腺毛和非腺毛;然而腺毛和非腺毛的密度随着叶片的成熟而减小,这和唇形科中其它种的情况相似:腺毛和非腺毛的密度在嫩叶中非常大,但是随着叶的生长迅速减小^[6,14]。植物表皮上的非腺毛可以减少植物受热量,增加对冰冻的抵抗力,维持叶内水分平衡,对强烈太阳光起到漫射作用,同时可以保护植物减少食草昆虫对其摄食^[15-17],藿香非腺毛主要分布在叶背面,覆盖密集,在气孔与外界空气之间形成一个疏松的隔层,阻挡气孔的蒸腾气流与外界干燥大气直接接触,能有效减少水分蒸腾;而腺毛对食草昆虫、细菌和真菌病原体更是有化学防御作用^[17-18],可能是植物次生代谢产物分泌的主要场所。

和唇形科其它种一样,藿香叶片的上下表皮有两种类型的腺毛,即盾状腺毛和头状毛。盾状

腺毛在嫩叶上分布非常密集,在叶发育过程中还有毛不断产生和发育。藿香的盾状腺毛在叶发育的早期就已经发育成熟,和洋苏草 *Salvia divinorum* 以及 *Tetradenia riparia* 的盾状腺毛的研究结果^[19]相似。盾状腺毛头部在形成放射状排列的 8 个细胞,而后其中赤道线交叉处的 4 个细胞不同步分裂一次产生 4 个中央细胞,这样最后成熟的盾状腺毛就有 12 个细胞。和头状毛相比,藿香的盾状腺毛有一个单细胞的短柄和大的圆平的头部,头部的角质层下空间积累大量的分泌物时可以呈球形。

从系统发育上来看,盾状腺毛由于其在分泌和积累挥发性次生代谢产物,可能是代表了生态学和生理学意义上的一种进化的结构,而头部为两细胞的头状腺毛由于其产生的挥发油少,在系统发育上可以视为一种由非腺毛演化来的原始的油腺或分泌作用的毛,头部为单细胞的头状腺毛无分泌作用,则可以视为其间的一种过渡类型。毛被类型对于区分类群有重要作用,在植物分类学中有重要价值^[20-21]。藿香两种腺毛的功能还不清楚,今后有必要对其组织化学和超结构进行深入研究。

参考文献:

- [1] Corsi G, Bottega S. Glandular hair of *Salvia officinalis* [J]. new data on morphology, localization and histochemistry in relation to function. *Ann Bot*, 1999, 84: 657-664.
- [2] Croteau R. Biochemistry of monoterpenes and sesquiterpenes of the essential oils. In: Cracker L. E, Simon J. E. (Eds.), *Herbs, Spices and Medicinal Plants. Recent Advances in Botany, Horticulture and Pharmacology* [M]. New York: Food Products Press, 1986.
- [3] Gershenzon J, Maffei M, Croteau R. Biochemical and histochemical localization of monoterpene biosynthesis in the glandular trichomes of spear mint (*Mentha spicata*) [J]. *Plant Physiol*, 1989, 89: 1351-1357.
- [4] Venkatachalam K V, Kjonaas R, Croteau R. Development and essential oil content of secretory glands of Sage (*Salvia officinalis*) [J]. *Plant Physiol*, 1984, 76: 148-150.
- [5] Duke S O. Glandular trichomes—a focal point of chemical and structural interactions [J]. *Int. J. Plant Sci.*, 1994, 155: 617-620.
- [6] Ascensão L, Marques N, Pais M S. Glandular trichomes on vegetative and reproductive organs of *Leonotis leonurus* (Lamiaceae) [J]. *Ann. Bot.*, 1995, 75: 619-626.
- [7] Ascensão L, Moat L, Castro M M. Glandular trichomes on the leaves and flowers of *Plectranthus ornatus* [J]. morphology, distribution and histochemistry. *Ann. Bot.*, 1999, 84:

- 437-447.
- [8] Gersbach P V. The essential oil secretory structures of *Prostanthera ovalifolia* (Lamiaceae)[J]. *Ann. Bot.*, 2002, 89:255-260.
- [9] Hallahan D L. Monoterpenoid biosynthesis in glandular trichomes of labiate plants[J]. *Adv. Bot. Res.*, 2000, 31: 77-120.
- [10] Mraz P. The structure and development of the glandular trichomes of *Teucrium montanum* (Lamiaceae)[J]. *Biologia*, 1998, 53(8):65-72.
- [11] Sharma S, Sangwan N S, Sangwan R S. Development process of essential oil glandular trichome collapsing in menthol mint[J]. *Curr. Sci.*, 2003, 84:544-550.
- [12] Siebert D. Localization of Salvinorin A and related compounds in glandular trichomes of the psychoactive stage, *Salvia divinorum*[J]. *Ann. Bot.*, 2004, 93:763-771.
- [13] Turner G W, Gershenzon J, Croteau R B. Distribution of peltate glandular trichomes on developing leaves of peppermint[J]. *Plant Physiol.*, 2000, 24:655-663.
- [14] Maffei M, Chialva F, Sacco T. Glandular trichomes and essential oils in developing pepper mint leaves[J]. *New Phytol.*, 1989, 111:707-716.
- [15] Johnson H B. Plant pubescence: an ecological perspective [J]. *Bot. Rev.*, 1975, 41:233-258.
- [16] Mauricio R, Rausher M D. Experimental manipulation of putative selective agents provides evidence for the role of natural enemies in the evolution of plant defense[J]. *Evolution*, 1997, 51:1475-1444.
- [17] Werker E. Trichome diversity and development[J]. *Adv. Bot. Res.*, 2000, 31:1-35.
- [18] Van Dam N M, Hare J D, Elle E. Inheritance and distribution of trichome phenotypes in *Datura wrightii* [J]. *J. Hered.*, 1999, 91:220-227.
- [19] Sanjay G, Yougasphree N, Arvind B, et al. An investigation of the foliar trichomes of *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd[Lamiaceae]: An important medicinal plant of Southern Africa[J]. *Flora*, 2009, 204:325-330.
- [20] Behnke H D. Plant trichome structure and ultrastructure: general terminology, taxonomic applications and aspects of trichome - bacterial interaction in leaf tips of *Dioscorea* [C]//Rodriguez E, Healey P L, Mehta I (Eds.) *Biology and Chemistry of Plant Trichomes*[J]. New York: Plenum Press, 1984.
- [21] Robson N K B. Studies in the genus *Hypericum* L. (Guttiferae) 2. Characters of the genus[J]. *Bull Br Mus(Nat. Hist., Bot. ser.)*, 1981, 8:55-226.

Study on Microstructure of the Foliar Trichomes of *Agastache rugosa*

MA Jian-zhong¹, FANG Li-zhen², LIU Meng-qi³

(1. Yunnan Academy of Forestry, Kunming, Yunnan 650204; 2. Pharmaceutical Sciences College of Xinxiang Medical University, Xinxiang, Henan 453003; 3. Traditional Chinese Medicine College of Henan University, Zhengzhou, Henan 450008)

Abstract: The morphology and distribution of leaf trichomes of *Agastache rugosa* were studied using light microscopy. The result showed that there were three morphologically distinct types of trichomes on *Agastache rugosa* leaf surfaces: non-glandular, peltate and capitate glandular. The glandular and non-glandular trichomes presented on both the adaxial and abaxial surfaces. The growth of trichomes had completed in the early stage of leaf growth, its density was decreasing with the density of leaf growth. Peltate and capitate glandular trichomes comprised one basal cell, one or two stalk cells and one head. The head of mature peltate glandular trichomes consisted of twelve secretory cells while that of capitate glandular hairs was composed of one or two cells.

Key words: glandular trichomes; Lamiaceae; *Agastache rugosa*; medicinal plant

欢迎投稿 订阅 刊登广告