

香薷叶表皮腺毛及其分泌黄酮类物质的组织化学研究

员梦梦, 李保印, 刘会超, 周秀梅*

(河南科技学院 园艺园林学院, 河南新乡 453003)

摘要: 利用光学显微技术和扫描电镜技术, 研究了香薷营养生长期和生殖生长期的枝条上部、中部、下部叶片的腺毛种类、分布及数量; 采用组织化学染色和荧光显微技术, 观察香薷腺毛分泌黄酮类物质的过程, 探讨香薷叶表皮腺毛的泌香机理, 为生产中确定提取香薷黄酮类物质的最佳取材时期提供依据。结果表明: (1) 香薷叶表皮有头状腺毛和盾状腺毛, 成熟的头状腺毛包括基细胞、柄细胞和头部, 头部较小, 呈半球型, 直径为 $(20 \pm 2) \mu\text{m}$; 发育近成熟的盾状腺毛头部较大, 呈盾状, 直径为 $(60 \pm 5) \mu\text{m}$ 。(2) 香薷叶片远轴面和近轴面均有腺毛的分布, 远轴面分布较多, 近轴面分布较少; 盾状腺毛主要分布在叶的远轴面, 头状腺毛在叶的两面均有分布; 腺毛密度随节位的降低而减少, 节位相同时, 营养生长期叶片上的腺毛密度 ($283.9 \text{ 个}/\text{mm}^2$) 高于生殖生长期 ($194.4 \text{ 个}/\text{mm}^2$)。(3) 香薷头状腺毛和盾状腺毛均能分泌黄酮类物质, 且随着腺毛的发育成熟, 黄酮类物质逐渐积累于腺毛的头部。

关键词: 香薷; 腺毛; 黄酮类物质; 扫描电镜; 组织化学

中图分类号: Q744.62

文献标志码: A

Glandular Hairs on the Leaf Epidermis of *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyland and the Process of Secreting Flavonoids by the Glandular Hairs Based on Histochemistry Method

YUN Mengmeng, LI Baoyin, LIU Huichao, ZHOU Xiumei*

(School of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, He'nan 453003, China)

Abstract: The types, distribution and numbers of glandular hairs on the leaves at the upper, middle and lower nodes of the branches at vegetative and productive stage of *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyland were investigated by means of optical microscopy and scanning electron microscope technology; The process of secreting flavonoids by the glandular hairs were studied based on histochemistry method and fluorescence microscopy. The results showed that: (1) leaf epidermis of *E. ciliata* possessed peltate and capitate glandular hairs. Mature capitate glandular hair included basal cell, stalk cells and head. The head was small and hemispherical, with a diameter of $(20 \pm 2) \mu\text{m}$. Head of nearly mature peltate glandular hair was large and shield-shaped, with a diameter of $(60 \pm 5) \mu\text{m}$. (2) Glandular hairs distributed in abaxial and adaxial leaf epidermis of *E. ciliata*. The number of glandular hairs of the adaxial epidermis was more than that of the abaxial epidermis. Peltate glandular hairs were mainly distributed in the abaxial epidermis and capitate hairs were distributed in both sides of the leaves; the density of glandular hairs decreased with the lower of node. At the same node, the density of glandular hairs on the leaf at vegetative growth stage (283.9 per mm^2)

收稿日期: 2014-12-17; 修改稿收到日期: 2015-04-23

基金项目: 2013 年河南省科技计划 (132102310255); 2012 年河南教育厅科学技术研究重点项目 (12A220001)

作者简介: 员梦梦 (1992—), 女, 在读硕士研究生, 主要从事芳香植物资源与应用研究。E-mail: ymm11206190@163.com

* 通信作者: 周秀梅, 博士, 副教授, 主要从事芳香植物资源与应用研究。E-mail: zxm@hist.edu.cn

was higher than that at reproductive growth stage (194.4 per mm^2). (3) Flavonoids can be secreted by peltate and capitate glandular hairs. With glandular hair development and maturation, flavonoids accumulated gradually in the head. This study provides a reference for further study on the mechanism of secreting essential oils by the glandular hairs of *E. ciliata*, and also provides a theoretical basis for determining the best sampling time to extract the flavonoids from the leave of *E. ciliata*.

Key words: *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyland; glandular hairs; flavonoids; scanning electron microscope technology; histochemistry

香薷 [*Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyland] 是唇形科 (Lamiaceae) 香薷属 (*Elsholtzia*) 的一年生草本药食兼用植物^[1], 其茎、叶、花具绒毛, 且具有浓郁的香味。除新疆、青海外几产全国各地; 全草入药, 治急性肠胃炎、腹痛吐泻、夏秋阳暑、头痛发热、恶寒无汗、霍乱、水肿、口臭等症^[2]。在河南豫北太行山区, 还被人民用于治疗偏头痛。

腺毛是植物叶片表皮上具有分泌功能的毛状体^[3], 是挥发油合成和分泌的主要场所。许多芳香植物正是因为其叶表皮具有分泌多种挥发性物质的腺毛才具香味。唇形科中许多植物的叶表皮都具有腺毛。其主要作用在于分泌挥发油、保护幼嫩植物免受啃食及病毒和微生物的攻击等^[3]。香薷含有挥发油类 (主要包括香薷酮和脱氧香薷酮等)、黄酮类化合物等成分^[4]。黄酮类化合物具有抗炎、抗病毒、解热、保肝、抗氧化、清自由基、抗肿瘤、抗癌、抗菌、抗病毒、抗炎免疫、抗衰老等功效^[5]。芳香植物的杀菌抑菌、自我保护、净化环境的功效与其分泌挥发油的成份和浓度有关, 而挥发油的成份和浓度又与其表皮腺毛的种类、分布、密度、发育状况等因素有着密切的关系。

目前, 对叶表皮腺毛曾进行过研究报道的唇形科植主要有: 薄荷 (*Mentha haplocalyx* Briq.)^[6-7]、水棘针 (*Amethystea caerulea*)^[8]、细叶益母草 (*Leonurus sibiricus*)^[9]、多裂叶荆芥 (*Schizonepeta multifida*)^[10]、紫苏 (*Perilla frutescens*)^[11]、兰花鼠尾草 (*Salvia farinacea*)^[12]、白花罗勒 (*Ocimum basilium*)^[13]、地椒 (*Thymus quinquecostatus*)^[14]、木香薷 (*Elsholtzia stauntonii*)^[15] 等。研究内容主要集中于腺毛结构、类型、发育及分泌过程。但有关香薷叶表皮腺毛的研究报道极少, 仅有胡风莲^[16]的报道中涉及到了香薷腺毛的类型和形态。这对于深入了解和深度开发利用香薷这一药食两用的芳香植物, 显然是很不够的。为此, 本试验采用光学显微技术和扫描电镜技术研究了香薷营养生长期、生殖生长期枝条上部、中部、下部叶表皮腺毛的种类、分布与数量; 采用徒手切片结合组织化学染色和荧光显

微技术, 研究香薷叶表皮两种腺毛的黄酮类物质分泌过程, 旨在丰富香薷叶表皮腺毛相关的基本理论知识, 为进一步研究香薷叶表皮腺毛的分泌过程提供参考, 为香薷黄酮类物质提取时取材时期的确定提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

试验材料为香薷叶片。分别于 2012 年 6 月 22 日、10 月 10 日取河南科技学院 (35.28°N, 113.93°E) 校园内栽种的香薷植株营养生长期、生殖生长期的同一枝条上部 (枝顶刚展开的嫩叶)、中部 (上部取材处下数 3 节)、下部 (中部取材处下数 3 节) 的完整叶片。

1.2 试验方法

1.2.1 香薷叶表皮腺毛的光学显微观察 在备用的每片香薷完整叶片 5 个位置处 (图版 I, 1), 分别取面积约 25 mm^2 的正方形小方块 10 块, 浸泡在盛有蒸馏水的培养皿中, 制作徒手切片。切片选用土豆块茎为夹持物, 用双面刀片切成薄片后在 XSZ-4G 生物显微镜 10 倍目镜 (WF10X-18mm)、10 倍物镜下观察。用目镜测微尺测量 20 个发育成熟腺毛的头部直径, 分别记录其格数。用公式“目镜测微尺的格值 = 两重合线间台式测微尺的小格数 $\times$ 10 μm / 两重合线间目镜测微尺的小格数”换算, 求其平均值, 即为腺毛的头部直径 (μm)。

1.2.2 香薷叶表皮腺毛的扫描电镜观察植物 用吸耳球清除备用的香薷叶片上的灰尘后, 在叶片 5 个位置处 (图版 I, 1) 分别取 10 块长 $\times$ 宽 $\approx$ 5 mm $\times$ 5 mm 正方形小块, 并依顺序粘在样品台的导电胶上, 用 Quanta 2000 扫描电镜对样品的近轴面和远轴面及时快速地进行观察, 每个样点取 3 个清楚的视野拍照。根据电子照片统计并计算单位面积上的腺毛平均数量。图 1 主脉上部 and 下部 5 个位置的正方形小块分别用于测算叶片近轴面和远轴面的腺毛数量, 近轴面和远轴面腺毛数量之和, 即为香薷叶表皮腺毛数量。

1.2.3 香薷叶表皮腺毛的荧光显微观察 取1.2.1中制作完好的切片,置于载玻片上,滴加 Neu's(2-氨基乙基二苯基硼酸酯:甲醇=1:99)试剂,盖上盖玻片(厚度 0.17 mm)后,用甘油/水(15:85)封片。冷藏 12~24 h 后备用。在 Nikon80i 多功能研究型正置显微镜下,在环境较暗的室内,以蓝光或紫外光为激发光源,观察香薷叶片腺毛黄酮类物质的分泌过程并拍照。

2 结果与分析

2.1 香薷叶表皮腺毛的类型

基于对香薷不同发育时期、不同部位叶表皮的光学显微镜和扫描电镜观察,发现香薷叶表皮有头状腺毛和盾状腺毛两种类型(图版 I,2、3)。成熟头状腺毛包括基细胞、柄细胞和头部,头部呈半球型,头部直径为(20±2) μm。发育近成熟的盾状腺毛头部呈盾状,头部直径为(60±5) μm。随着腺毛的进一步发育,腺毛进入成熟期,头部出现不同程度的凹陷,最后表皮破裂、衰亡。

2.2 香薷叶表皮腺毛的分布

光学显微镜下观察到香薷叶片近轴面和远轴面均有腺毛分布(图版 I,4);扫描电镜下,在同一叶片同一取样位置处,香薷叶表皮腺毛在叶的近轴面分布较少(图版 I,5),而在叶的远轴面分布较多(图版 I,6)。盾状腺毛主要分布在叶的远轴面,而头状腺毛在叶的两面均有分布。从香薷叶表皮远轴面的腺毛分布图(图版 I,7~12)可以看出,营养生长和生殖生长期不同节位香薷叶表皮均有盾状腺毛和头状腺毛的分布,且腺毛密度随节位的降低而减少,上部节位密度高于中、下部节位;而从相同节位上分布看,营养生长期密度要高于生殖生长期。

2.3 香薷叶表皮腺毛数量

由表 1 可以看出,香薷营养生长期的叶表皮腺

毛数(283.9 个/mm²)远远多于生殖生长期的腺毛数(194.4 个/mm²)。从营养生长期和生殖生长期,同一枝条不同部位叶片腺毛数量来看,均为枝条上部叶片的腺毛数量最多,中部叶片次之,枝条下部叶片最少。各时期各节位叶表皮的头状腺毛数量均多于盾状腺毛数量。营养生长期枝条上部节位叶表皮头状腺毛和盾状腺毛数量最多,分别为 106.2 个/mm² 和 69.6 个/mm²。

2.4 香薷腺毛发育过程中黄酮类物质的分泌过程

2.4.1 头状腺毛 荧光显微镜下,香薷头状腺毛发育到成熟前期时,柄细胞和头部均未显现荧光(图版 II,1),表明此时尚无黄酮类物质生成;随着腺毛成熟进入分泌初期,腺毛头部出现较弱的橙黄色荧光(图版 II,2),表明香薷头状腺毛分泌物中存在些许黄酮类物质;随后荧光出现在腺毛头部的顶端,且荧光亮度增强(图版 II,3),表明分泌的黄酮类物质进一步增加;最后,腺毛的整个头部均激发出强烈的橙黄色荧光(图版 II,4),表明腺毛进入分泌盛期,黄酮类物质的含量也达到最高。

2.4.2 盾状腺毛 在香薷盾状腺毛发育到成熟前期,腺毛的头部未显现荧光(图版 II,5),表明此时尚无黄酮类物质生成。随着腺毛的进一步成熟,先是在腺毛头部的四周出现微弱的柠檬黄色荧光(图版 II,6),表明香薷盾状腺毛进入分泌初期,且分泌物中存在少量的黄酮类物质;随后在头部中央的凹陷部位出现较为明亮的柠檬黄色荧光(图版 II,7),表明腺毛进入分泌期,黄酮类物质含量增多;最后几乎整个头部都呈现明亮的柠檬黄色荧光(图版 II,8),表明腺毛进入分泌盛期。

3 讨论

本研究发现香薷叶表皮有头状腺毛和盾状腺毛 2 种类型,这与胡凤莲^[16]对香薷腺毛种类的研究一

表 1 不同发育期不同取样部位的香薷叶表皮腺毛数量

Table 1 The number of glandular hairs on the leaf epidermis from the leaves at different nodes of the branches at different developmental stages of *E. ciliata*

发育时期 Developmental stage	样叶的节位 Node position of the sampling leaves	每平方米毫米腺毛数量 Glandular hair number per mm ²			
		头状腺毛 Capitate hair	盾状腺毛 Peltate hair	总数 Sum.	合计 Total
营养生长期 Vegetative stage	上部 Upper	106.2	69.6	175.8	283.9
	中部 Middle	41.9	19.1	61.0	
	下部 Lower	36.5	10.6	47.1	
生殖生长期 Reproductive stage	上部 Upper	67.7	20.8	88.5	194.4
	中部 Middle	44.7	22.4	67.1	
	下部 Lower	23.5	15.3	38.8	

致。香薷叶表皮同一视野内存在不同形态的头状、盾状腺毛,表明腺毛发育是不同步的,这与吴姝菊等^[3]的看法一致。刘孟奇等^[17]发现唇形科冬凌草(*Isodon rubescens*)的头状腺毛头部直径为 $(20 \pm 2) \mu\text{m}$,盾状腺毛的头部直径为 $(50 \pm 5) \mu\text{m}$ 。这与本研究发现的香薷头状腺毛头部直径为 $(20 \pm 2) \mu\text{m}$,成熟盾状腺毛的头部直径为 $(60 \pm 5) \mu\text{m}$ 这一结果有差异,可能的原因是植物种不同或者栽培条件不同等因素所致。

Werker 等^[18]认为,只要罗勒叶保留分生区,腺毛就不断产生;在其他区域,叶生长到 3 cm 长腺毛将停止产生。朱广龙等^[15]认为木香薷成熟叶中依然有新腺毛的发生,只是数量较少。本研究在对营养生长期枝条的中、下部叶片及生殖生长期的上、中、下部叶片的光学显微镜及扫描电镜观察时,均未发现新腺毛,且对腺毛的统计结果也表明,香薷营养生长期叶表皮的腺毛数量比生殖生长期的多。可能的原因是腺毛随叶片成熟而逐渐成熟、头部破裂、脱落,导致后期叶片腺毛数量减少。香薷成熟叶上是否有新腺毛的发生还有待进一步研究。

本研究发现同一枝条上部叶片的腺毛数量高于中、下部叶片的腺毛数量。这与孔光辉等^[19]发现

“烟叶(*Nicotiana tabacum*)随枝条部位的升高,腺毛密度增加”的研究结论相一致。本研究还发现香薷叶表皮头状腺毛的数量比盾状腺毛的数量多。这与郑宝江等^[10]认为唇形科多裂叶荆芥的“盾状腺毛数量比头状腺毛多”这样结果不一致。我们分析这可能与物种及植物栽培的环境条件等因素有关。

本研究还发现,香薷腺毛分泌前期无荧光出现,随着香薷腺毛发育成熟进入分泌期,在头状和盾状腺毛的头部出现荧光,且随着腺毛的发育,荧光逐渐增强。这与彭励等^[20]对甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)腺毛的组织化学研究结果一致。证实了香薷腺毛中存在黄酮类物质,表明香薷头状腺毛和盾状腺毛都是黄酮类物质的分泌和积累场所。

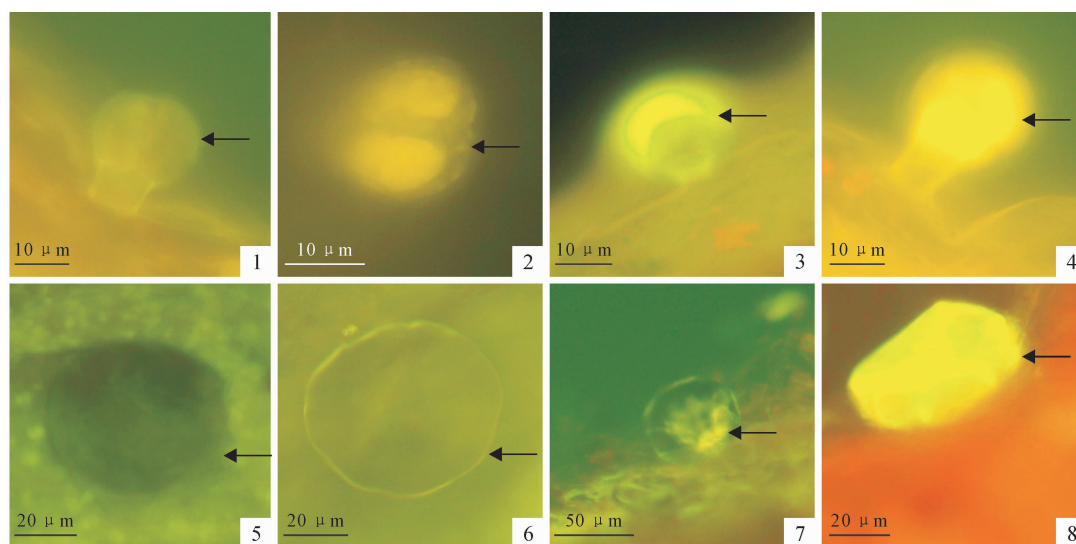
其他文献中未明确指出 Neu's 试剂的染色时间,本研究发现 Neu's 试剂染色 24 h 后用荧光显微镜观察,效果较好,可为今后同类研究提供参考。

一般说来,香薷腺毛分泌物与腺毛总数成正比,腺毛数量最多时腺毛分泌物也最多。因此,以提取香薷叶片挥发性成分为目的时,最适宜取材时期为营养生长期,适宜取材部位为中、上部枝条叶片。同时可结合修剪、去头等技术措施,促使香薷多发新枝,只取中上部枝条来代替整株,以便持续利用。

参考文献:

- [1] REN J J(任吉君), WANG Y(王 艳), XIAO H F(肖华凤). Study on optimized extraction of total flavones from *Elsholtzia ciliata* Thunb [J]. *Northern Horticulture* (北方园艺), 2013, (14): 140—143 (in Chinese).
- [2] 吴征镒, 李锡文. 中国植物志(第 66 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1977: 347.
- [3] WU SH J(吴姝菊), YU L J(于丽杰), AI Y(艾 燕). Research progress of labiatae plant trichome development and trichome secretion function[J]. *Northern Horticulture* (北方园艺), 2012, 1(10): 194—196 (in Chinese).
- [4] LÜ J SH(吕军顺), ZHANG J Q(张景琼), ZHENG SH ZH(郑尚珍), et al. Progress in the constituent research for medicinal purposes of the plants about *Elsholtzia* Willd[J]. *The Chinese Academic Medical Magazine of Organisms* (中国医学生物技术应用杂志), 2002, (4): 15—19 (in Chinese).
- [5] WANG X M(王晓梅), CAO W G(曹稳根). Advances in research of pharmacological effects of flavonoid compounds[J]. *Journal of Suzhou College* (苏州大学学报), 2007, 22(1): 105—107 (in Chinese).
- [6] YAN X X(阎先喜), HU ZH H(胡正海). Ultrastructure of the secretion of peltate glandular hairs in *Mentha haplocalyx* Briq[J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.* (西北植物学报), 1998, 18(2): 256—261 (in Chinese).
- [7] YAN X X(阎先喜), HU ZH H(胡正海). Ultrastructure of the secretion of capitate glandular hairs in *Mentha haplocalyx* Briq[J]. *Life Science Research* (生命科学研究), 1998, 2(4): 295—300 (in Chinese).
- [8] ZHENG B J(郑宝江), ZHANG D W(张大维), YU L J(于丽杰). The study on the developmental morphology of glandular hairs on the leaf surface of *Amethystea caerulea* L. [J]. *Journal of Natural Science of Heilongjiang University* (Nat. Sci. Edi.) (黑龙江大学·自然科学学报), 2001, 18(4): 98—101 (in Chinese).
- [9] YU L J(于丽杰), WANG F CH(王凤春), ZHANG D W(张大维), et al. The diversity and the developmental morphology of the glandular hairs on the leaf surface of *Leonurus sibiricus* [J]. *Botany Bulletin* (植物学通报), 1999, 16(5): 602—605 (in Chinese).
- [10] ZHENG B J(郑宝江), YU L J(于丽杰), XING SH Q(邢淑清). Studies on the morphology structure and development of the peltate glandular hairs in *Schizonepta muliifida* (L.) Briq[J]. *Journal of Harbin Normal University* (Nat. Sci. Edi.) (哈尔滨师范大学·自然科学

- 学报),2002,**18**(6):89—92(in Chinese).
- [11] YAN X X(阎先喜),HU ZH H(胡正海). Morphogenesis of glandular hairs on *Perilla frutescens* (L.) Britton[J]. *Journal of Wuhan Botanical Research* (武汉植物学研究),1998,**16**(4):294—298(in Chinese).
- [12] ZHENG B J(郑宝江),YU L J(于丽杰),XING Y(邢 怡),*et al.* Ultrastructure of two types of glandular hairs of *Salvia farinacea* Benth. during development[J]. *Bulletin of Botanical Research* (植物研究),2002,**22**(1):23—28(in Chinese).
- [13] ZHENG B J(郑宝江),YU L J(于丽杰),XING SH Q(邢淑清),*et al.* Ultrastructure of the secretion of peltate glandular hairs in *Ocimum basilicum* L. [J]. *Bulletin of Botanical Research* (植物研究),2002,**22**(2):176—180(in Chinese).
- [14] JIA P(贾 萍),XIN H(辛 华). Development of glandular trichomes on the leaves of *Thymus quinquecostatus* Celak. by scanning electronic microscope[J]. *Journal of Chinese Electron Microscopy Society* (电子显微学报),2011,**30**(2):166—170(in Chinese).
- [15] ZHU G L(朱广龙),ZHAO T(赵 挺),KANG D D(康冬冬),*et al.* Morphogenesis and developmental law of glandular hairs of *Elsholtzia stauntonii* Benth[J]. *Bulletin of Botanical Research* (植物研究),2011,**31**(5):518—523(in Chinese).
- [16] HU F L(胡凤莲). Morphological comparison on the leaf epidermis and glandular hairs in 11 medical plants[J]. *Journal of Anhui Agri. Sci.* (安徽农业科学),2009,**37**(20):9 467—9 469(in Chinese).
- [17] LIU M Q(刘孟奇),YANG SH Y(杨世勇),LI H B(李寒冰). Morphology and histochemistry of the glandular trichomes of *Isodonru bescens* (Hemsley) H. Hara[J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.* (西北植物学报),2011,**31**(11):2 204—2 209(in Chinese).
- [18] WERKER E,PUTIEVSKY E,RAVID U,*et al.* Glandular hairs and essential oil in developing leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae)[J]. *Ann. Bot.*,1993,71:43—50.
- [19] KONG G H(孔光辉),ZONG H(宗 会). Study on the density and exudates of glandular trichome of mature tobacco leaves with different stalk positions[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin* (中国农学通报),2006,**22**(12):108—110(in Chinese).
- [20] PENG L(彭 励),HU ZH H(胡正海). Morphogenesis and histochemical investigation of peltate glandular trichomes on *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. leaves[J]. *Journal of Molecular Cell Biology* (分子细胞生物学报),2007,**40**(6):395—402(in Chinese).

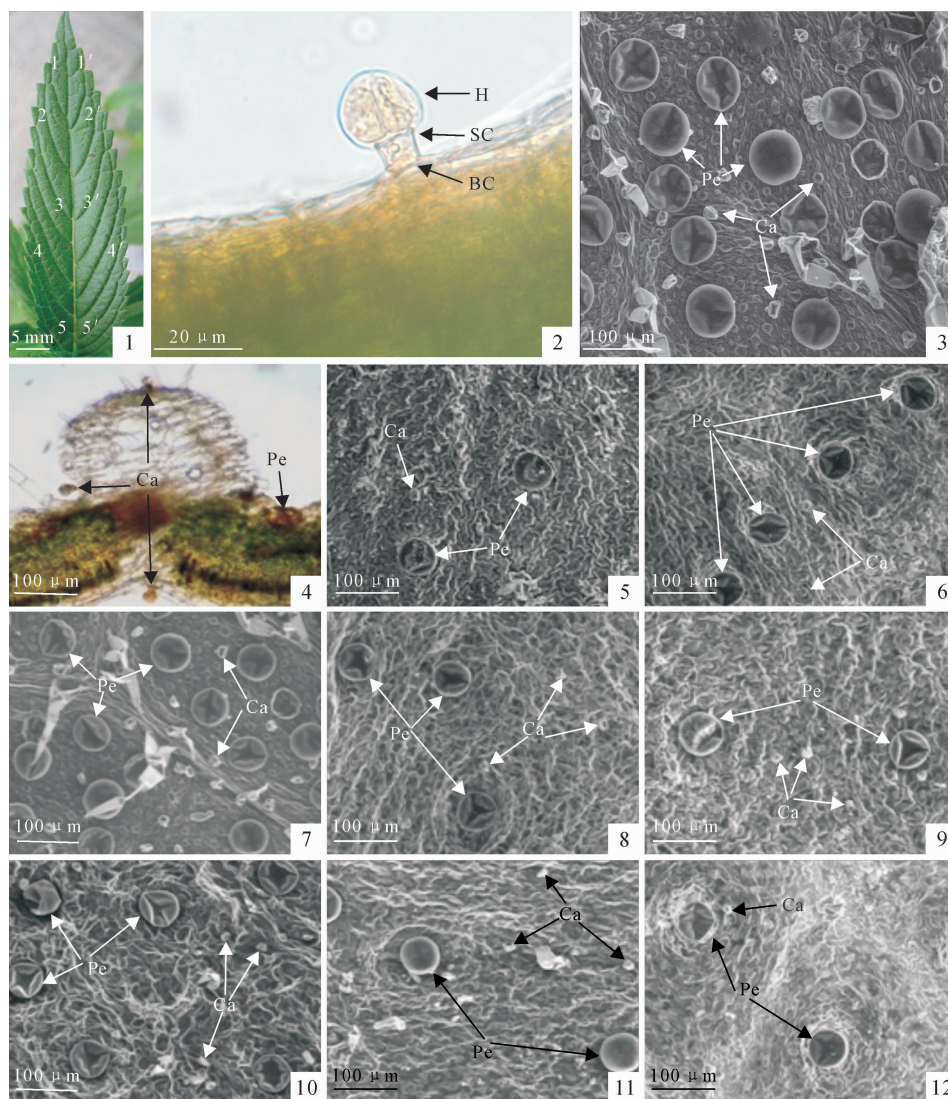


图版 II 香薷叶表皮头状腺毛和盾状腺毛分泌黄酮类物质组织化学特征的荧光显微图

1~4. 头状腺毛:1. 紫外光下观察:腺毛头部未显现荧光;2. 紫外光下观察:腺毛头部出现较弱的橙黄色荧光;3. 蓝光下观察:腺毛头部顶端出现较强的柠檬黄色荧光;4. 紫外光下观察:腺毛整个头部激发出强烈的橙黄色荧光;5~8. 盾状腺毛:蓝光下观察:5. 腺毛头部未显现荧光;6. 腺毛头部出现较弱的柠檬黄色荧光;7. 腺毛头部中央激发出较强烈的柠檬黄色荧光;8. 腺毛整个头部出现较强的柠檬黄色荧光。

Plate II Fluorescence microscope micrographs showing histochemical characterization of the secretory flavonoids of the capitulate and peltate glandular hairs on the leaf surface of *E. ciliata*

Figs. 1—4. Capitulate glandular hairs: Fig. 1. No yellow-orange fluorescence observed under UV light; Fig. 2. Weak yellow-orange fluorescence in the head under UV light; Fig. 3. Stronger lemon-yellow observed in the head under blue light; Fig. 4. Strong yellow-orange fluorescence in the whole head; Figs. 5—8. Peltate glandular hairs: Under blue light: Fig. 5. No lemon-yellow fluorescence observed; Fig. 6. Weak lemon-yellow fluorescence in the head; Fig. 7. Stronger lemon-yellow fluorescence in the central of head; Fig. 8. Strong lemon-yellow fluorescence observed in the whole head.



图版 I 香薷叶表皮腺毛的类型、形态和分布

Pe. 盾状腺毛; Ca. 头状腺毛; BC. 基细胞; SC. 柄细胞; H. 头部

1. 叶片取材位置; 2. 香薷营养生长期上部叶片上的头状腺毛的纵切面的光学显微图; 3. 营养生长期上部叶片的扫描电镜图, 示头状腺毛和盾状腺毛的表观形态; 4. 营养生长期枝条中部叶脉处的纵切面的光学显微图, 上面为叶的远轴面; 5. 生殖生长期枝条下部叶的近轴面的扫描电镜图; 6. 生殖生长期枝条下部叶的远轴面的扫描电镜图; 7~12. 叶远轴面的扫描电镜图: 7. 为营养生长期枝条上部叶表皮; 8. 营养生长期枝条中部叶表皮; 9. 营养生长期枝条下部叶表皮; 10. 生殖生长期枝条上部叶表皮; 11. 生殖生长期枝条中部叶表皮; 12. 生殖生长期枝条下部叶表皮(取样位点在叶片的位置 3)。

Plate I Types, morphology and distribution of the glandular hairs of leaf epidermis of *E. ciliata*

Ca. Capitulate glandular hair; Pe. Peltate glandular hair; H. Head, SC. Stalk cell, BC. Basal cell

Fig. 1. Sampling sites on the blade; Fig. 2. Light microscope micrograph of the leaf at upper node of branch at vegetative stage, showing the longitudinal section of capitate glandular hair; Fig. 3. SEM (scanning electron microscope) micrograph of the abaxial surface of the leaf at the upper node of the branch at vegetative stage, showing the morphology of capitate and peltate glandular hairs; Fig. 4. Light microscope micrograph of the vein longitudinal section from the middle node of the branch at vegetative stage, abaxial surface was on the upper; Fig. 5. SEM micrograph of adaxial epidermis of the leaves from the lower node of the branch at productive stage; Fig. 6. SEM micrograph of abaxial epidermis of the leaves from the lower node of the branch at productive stage; Figs. 7-12. SEM micrograph of abaxial epidermis of the leaves; Fig. 7. From the upper node; Fig. 8. From the middle node; Fig. 9. from the lower node of the branch at vegetative stage; Fig. 10. From the upper node; Fig. 11. From the middle node; Fig. 12. From the lower node of the branch at productive stage (sampling site is at site 3 of the leaf).

(编辑: 潘新社)