

# 不同海拔密花香薷叶表特征比较

白世俊<sup>1,2</sup>, 李军乔<sup>1,2</sup>, 韦梅琴<sup>3</sup>, 丁迅雨<sup>3</sup>

(1. 青海民族大学 化学化工学院, 青海 西宁 810007; 2. 青海省生物技术与分析测试重点实验室, 青海 西宁 810007;  
3. 青海大学 农牧学院, 青海 西宁 810016)

**摘要:**以不同海拔密花香薷叶为试材,采用过氧化氢-醋酸离析法对不同海拔密花香薷叶片进行叶表切片制片,在光学显微镜下对表皮细胞形态、气孔特征进行了观察比较。结果表明:密花香薷表皮细胞形状随海拔上升差异很小;气孔随海拔上升由长椭圆型向近圆形转变,气孔器全部散生分布,气孔取向无规则,下表皮气孔密度大于上表皮。气孔大小、气孔密度、气孔指数随海拔升高呈现一定的规律性变化,说明植物的叶表特征与其所处的环境相互依存。

**关键词:**密花香薷;叶表特征;海拔;气孔

**中图分类号:**S 567.23<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)05-0167-04

密花香薷(*Elsholtzia densa*)属唇形科(Labiatae)香薷属(*Elsholtzia*)一年生草本植物,别称咳嗽草、野紫苏、臭香茹、蟋蟀巴,主要分布在河北、山西、陕西、甘肃、青海、四川、云南、西藏、新疆等地,生于林缘、高山、草甸、林下、河边及山坡荒地,海拔2 800~4 100 m的范围内<sup>[1-3]</sup>。有关密花香薷的相关文献在国外报道较少,在我国应用历史悠久,主要在西藏地区代香薷用,兼可外用于脓疮以及皮肤病的治疗。现在国内研究主要有:医药、化学组成、解剖学的研究等方面。密花香薷的药用价值已广为人知,作正品香薷的代用品,其全草入药,具有治疗夏季感冒、发热无汗、中暑、急性胃炎、胸闷、口臭、小便利不利之功效,藏医用全草治胃病、疮疥、梅毒性喉炎,并能驱虫<sup>[4]</sup>。

气孔是植物体叶片与外界环境进行气体和水分交换的主要通道。气孔的数目和大小不仅与植物亲缘关系有着密切的关系,而且还与生存环境有着极大的联系。目前围绕密花香薷的研究主要集中于化学成分、解剖学特征、精油成分、蜜源以及作为杂草的防除方法等方面<sup>[4-8]</sup>,而对其叶表特征的研究较少,为此课题组进行了这方面的试验,旨在为密花香薷形态学和分类学提供基础资料和依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

2013年6—7月,根据密花香薷的分布情况,分别对青海大学周边、互助北山乡、互助五峰乡、湟源日月乡和共和县江西沟乡5个地区生长的密花香薷进行采挖,各取6株连土带回实验室,每株从顶端向下第3~4片叶进行制片观察。取样地点具体情况如表1所示。

**表 1 取样地点情况**

Table 1 Situation table of sampling locations

地区	海拔/m	北纬 N	东经 E
青海大学周边	2 232	36°38'08"	101°44'12"
互助县北山乡	2 409	37°01'62"	102°21'67"
互助县五峰乡	2 680	36°52'05"	101°55'17"
湟源县日月乡	2 914	36°32'29"	101°11'17"
海南州共和县江西沟乡	3 233	36°32'11"	100°39'59"

### 1.2 试验方法

将上述叶片用改良过的过氧化氢-醋酸离析法对上、下表皮进行离析,1%番红染色,中性树胶封片;在奥特BK-5000(OPTEC-BK5000)光学显微镜下观察、拍照;利用测微软件TSView对上、下表皮的气孔进行观察计数,测定气孔的长和宽,气孔开口长、开口宽等指标;所得数据均为20个视野下的平均值。

### 1.3 项目测定

气孔密度  $D=S/M$ 。式中: $D$ 为气孔器密度, $S$ 代表整个视野内的气孔数目, $M$ 代表每个视野的面积。气孔相对开张度(%)=气孔开口宽/气孔开口长 $\times 100$ 。气孔指数(%)=单位面积气孔数/(单位面积气孔数+单位面积表皮细胞数) $\times 100$ 。

### 1.4 数据分析

试验数据采用Excel及SPSS 13软件进行方差分析。

**第一作者简介:**白世俊(1970-),男,本科,副教授,现主要从事生态经济与环境保护等研究工作。E-mail:bsj\_1001@126.com.

**责任作者:**李军乔(1968-),女,博士,教授,现主要从事野生资源植物等研究工作。E-mail:ljqlily2002@sina.com.

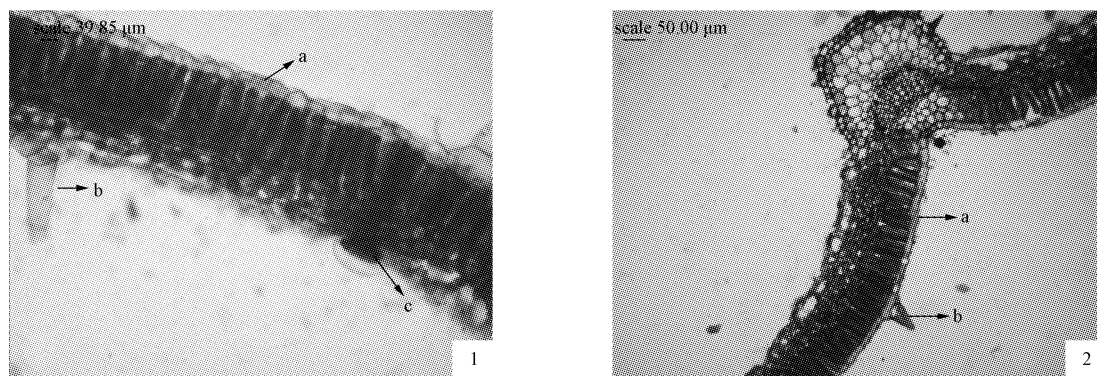
**基金项目:**青海省自然科学基金资助项目(2009-Z-705)。

**收稿日期:**2015-09-22

## 2 结果与分析

叶片的表皮细胞是植物的初生保护组织,光学显微镜下观察到表皮细胞相互嵌合,排列紧密、无细胞间

隙,其特点能最快地反映外界环境的变化<sup>[9]</sup>。叶片两面具有多细胞组成的单列表皮毛以及分泌结构——腺鳞(图 1)。



注:a:上表皮;b:表皮毛;c:腺鳞。

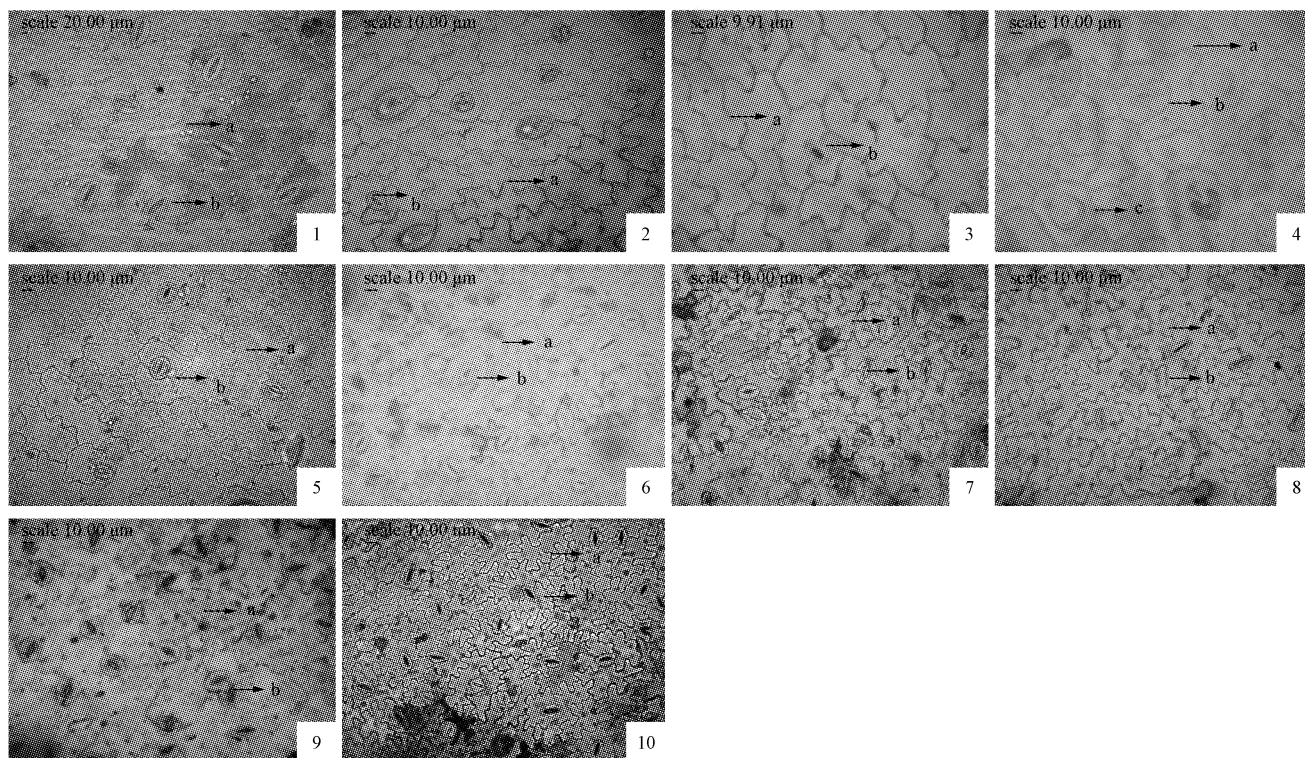
图 1 密花香薷叶片横切面

Fig. 1 Leaf cross section structure of *Elsholtzia densa*

### 2.1 不同海拔高度叶表皮细胞形态的变化

随着海拔高度的增加,密花香薷的气孔形状、大小、分布情况及叶表特征等都存在一定差异。对不同海拔地区密花香薷叶表皮细胞形态的比较可以看出,5 种海拔的密花香薷叶表皮细胞形态差异很小。从横切面观

察,上、下表皮细胞呈现长方形(图 1)。从叶表面观察,上表皮细胞形状为不规则形,垂周壁浅波状;下表皮细胞形状亦为不规则形,垂周壁深波状。只是随海拔的升高,上表皮垂周壁的波纹愈来愈浅、而下表皮垂周壁的波纹愈来愈深(图 2)。



注:a:表皮细胞;b:气孔器;c:表皮毛基细胞。1. 海拔 2 232 m(400×);2. 海拔 2 409 m(400×);3. 海拔 2 680 m(400×);4. 海拔 2 914 m(400×);5. 海拔 3 233 m(400×);6. 海拔 2 232 m(400×);7. 海拔 2 409 m(400×);8. 海拔 2 680 m(400×);9. 海拔 2 914 m(400×);10. 海拔 3 233 m(400×)。

图 2 不同海拔密花香薷叶表特征

Fig. 2 Characteristics of leaf surface of *Elsholtzia densa* in different altitudes



## 2.2 不同海拔高度气孔特征的变化

2.2.1 气孔类型 上、下表皮细胞均排列紧密,气孔器全部散生分布,气孔取向无规则。气孔类型有2种:横列型和无规则型,其中占多数的为横列型。

2.2.2 气孔形态 由外纵径与外横径之积可以看出,上表皮气孔明显较下表皮的大;不同海拔高度5种密花香薷上、下表皮细胞中气孔的外纵径与外横径之比差别明显,上表皮中其变化范围为1.16(江西沟乡3233 m)~1.67(青海大学周边2232 m),下表皮中的变化范围为1.18(江西沟乡3233 m)~1.51(青海大学周边2232 m)(表2、3),说明低海拔的密花香薷气孔为椭圆形,随海拔升高上、下表皮气孔由长椭圆形-椭圆形至近圆形转化(图2)。

表2 不同海拔密花香薷上表皮气孔特征

Table 2 The stomatal characteristics of *Elsholtzia densa* upper epidermis on different altitude

项目	海拔/m				
	2 232	2 409	2 680	2 914	3 233
气孔密度/(个·mm <sup>-2</sup> )	124.26b	219.61a	83.95bc	46.59c	50.40c
外纵径/μm	29.03a	27.78a	22.47b	22.18b	23.35b
外横径/μm	17.37b	18.72b	17.55b	18.02b	20.12a
外纵径/外横径	1.67a	1.48b	1.28c	1.23d	1.16e
气孔指数/%	20.14a	28.99a	25.86a	9.22b	7.25b

表3 不同海拔密花香薷下表皮气孔特征

Table 3 The stomatal characteristics of *Elsholtzia densa* lower epidermis on different altitudes

项目	海拔/m				
	2 232	2 409	2 680	2 914	3 233
气孔密度/(个·mm <sup>-2</sup> )	311.13bc	535.14a	324.86bc	374.07b	256.35c
外纵径/μm	22.45a	13.33b	23.46a	22.88a	21.06a
外横径/μm	14.87b	16.41b	17.50a	18.09a	17.79a
外纵径/外横径	1.51a	1.42b	1.34c	1.26d	1.18e
气孔指数/%	52.17a	65.77a	72.12a	58.96a	53.85a

2.2.3 气孔密度 密花香薷叶片上下表皮细胞中均有气孔分布,且下表皮气孔密度远远大于上表皮(表2、3)。不同海拔上、下表皮气孔器的密度范围分别为46.59~219.61个/mm<sup>2</sup>与256.35~535.14个/mm<sup>2</sup>。上表皮气孔密度最小值出现在海拔2914 m处,最大值出现在海拔2409 m处;下表皮气孔密度最小值出现在海拔3233 m处,最大值出现在海拔2409 m处。可见随海拔高度递增,上、下表皮气孔密度均在2232~2409 m处呈递增趋势,后从2409~3233 m则呈递减趋势,低海拔与高海拔间有显著差异(图3)。

2.2.4 气孔指数 气孔指数是反映100个表皮细胞中的气孔数目。气孔指数随海拔的递增总体情况是先增加后减少。由表2、3可知,上表皮气孔指数远小于下表皮气孔指数。随海拔上升,上、下表皮气孔指数均呈先增加后减小的趋势(图4)。上表皮气孔指数在7.25%~28.99%之间,下表皮气孔指数在52.17%~72.12%。上

表皮气孔指数最小值出现在海拔3233 m处,最大值出现在海拔2409 m处;下表皮气孔指数最小值出现在海拔2232 m处,最大值出现在海拔2680 m处。上表皮气孔指数在较低的海拔(2409、2680、2232 m)无显著性差异,而与较高的海拔(2914 m和3233 m)具显著差异,下表皮气孔指数在海拔2680、2409、2914、3233、2232 m处均无显著差异。

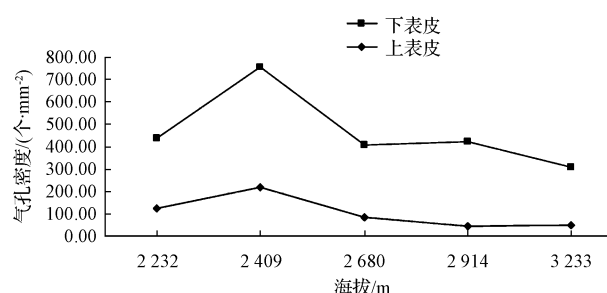


图3 海拔高度对密花香薷上下表皮气孔密度的影响

Fig. 3 Effect of stomatal density of *Elsholtzia densa* epidermis on different altitude

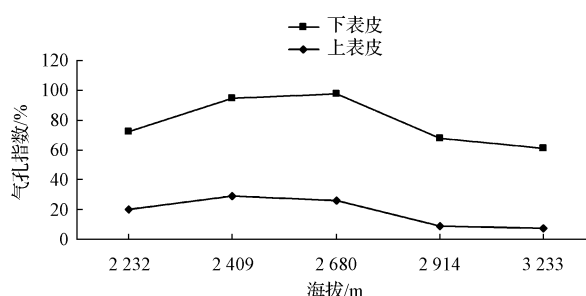


图4 海拔高度对密花香薷上下表皮气孔指数的影响

Fig. 4 Effect of stomatal index *Elsholtzia densa* epidermis on different altitude

## 3 结论与讨论

随着海拔高度由低到高的变化,特别是长期暴露在空气中的叶片,其组织结构对环境的改变尤其敏感<sup>[10]</sup>。表皮是植物与外界环境的直接接触层,其特征能间接反映植物的某些生理特征。横切面观察,上、下表皮细胞呈长方形;表面观,上、下表皮细胞均呈不规则形状,但垂周壁的深浅不同,其中上表皮细胞的垂周壁浅波状,而下表皮细胞的垂周壁深波状。对不同海拔地区密花香薷叶表皮形态结构的比较研究可以看出,5种海拔的密花香薷叶表皮细胞形态差异很小。说明表皮的细胞形状是一个稳定的指标,可以作为种间分类的一个依据<sup>[11]</sup>。

植物气孔是在长期的进化过程中,经过适应不同环境而留下来的重要生理器官,是植物与外界环境进行气体、水分交换的主要通道,与植物进行光合、呼吸和蒸腾作用有密切关系<sup>[12-14]</sup>。环境的影响不仅在形态上存在

差异,在内部也有变化。主要体现在气孔形态、气孔密度和大小等方面。

密花香薷种群分布较广,在形态上:其表皮细胞气孔随海拔高度上升,由长椭圆形-椭圆形-近圆形转变;上、下表皮气孔密度与气孔指数均在 2 232~2 409 m 处呈上升趋势,后从 2 409~3 233 m 呈下降趋势。也就是说在较低的海拔高度下,随海拔的递增,气孔密度与气孔指数不断增加,当海拔超过 2 409 m 后,随海拔升高,密花香薷叶片的气孔密度与气孔指数则降低,高海拔地方 CO<sub>2</sub> 浓度降低,在低 CO<sub>2</sub> 分压下,气温也较低,这样易引起植物的生理性干旱,在这样的环境条件下,植物选择减少气孔数量,以减少叶表蒸腾,提高抗旱能力<sup>[11]</sup>,使植物能在不利的环境条件下继续生存。马清温等<sup>[15]</sup>认为影响植物生长的环境因子波动直接与叶片表皮细胞的延长有关,因而可以影响气孔的密度。气孔指数则消除表皮细胞延长的影响,对自然环境的变化不敏感,即环境因子对气孔指数的影响小于对气孔密度的影响,也就是说气孔指数的可靠性更强,该研究也验证了这一观点。长期生长在逆境下的植物采用各种方式求得生存和繁殖后代,主要的适应方法是改变形态、结构,或调节内部生理及代谢方式,以延长和保存生命,并完成生命循环史。

由此可见,密花香薷气孔形态随海拔上升从长椭圆形向近圆形转变,气孔密度与气孔指数也发生相应的变化,这些特征是植物长期适应海拔高,太阳辐射强,空气稀薄,气温低,高寒干旱的结果,这也为密花香薷植物形态学和分类学方面的研究提供基础资料和依据。

## 参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 66 卷. 北京: 科学出版社, 1977.
- [2] 肖培根. 新编中药志[M]. 3 卷. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [3] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海经济植物志(下)[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1997.
- [4] 中国农业科学院养蜂研究所. 西北蜜源植物及其利用[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1986: 165-166.
- [5] 孙丽萍, 尹作栋, 傅正生, 等. 密花香薷的化学成分[J]. 植物学报, 1996, 3(8): 672-676.
- [6] 姜彦成, 邓彦斌, 党荣理, 等. 密花香薷花蜜腺的解剖学研究[J]. 西北植物学报, 1996, 16(3): 239-244.
- [7] 张继, 王振恒, 姚健, 等. 密花香薷挥发油成分的分析研究[J]. 草业学报, 2005, 14(1): 112-116.
- [8] 王茹, 赵联甲, 韩基明, 等. 密花香薷精油的化学成分研究[J]. 中国野生植物资源, 1996(2): 35-36.
- [9] FAHNA. 植物解剖学[M]. 吴树明, 刘德仪, 译. 天津: 南开大学出版社, 1990.
- [10] 周广泰, 刘凤琴, 郭书贤, 等. 青海高山植物解剖特点的研究[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 1992(4): 45-60.
- [11] 石登红, 陈训. 6 种杜鹃花属(*Rhododendron*) 植物叶片结构的研究[J]. 贵州科学, 2005, 23(3): 39-45.
- [12] 石硕, 贺学礼, 祝东立. 不同海拔高度上两种蒿属植物叶表皮结构比较研究[J]. 河北农业大学学报, 2008, 31(1): 42-47.
- [13] 段喜华, 孙立夫, 马书荣, 等. 不同海拔高度泡沙参叶片形态研究[J]. 植物研究, 2003, 23(3): 334-337.
- [14] 马书荣, 阎秀峰, 陈柏林, 等. 不同海拔裂叶沙参和泡沙参气孔形态的对比研究[J]. 东北林业大学学报, 1999, 72(6): 94-97.
- [15] 马清温, 李凤兰, 李承森. 气孔参数的变异系数和影响因素[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(1): 19-23.

## Comparison of the Leaf Eplidermal Characters' in Different Altitude of *Elsholtzia densa*

BAI Shijun<sup>1,2</sup>, LI Junqiao<sup>1,2</sup>, WEI Meiqin<sup>3</sup>, DING Xunyu<sup>3</sup>

(1. College of Chemistry and Chemical Engineer, Qinghai Nationalities University, Xining, Qinghai 810007; 2. Qinghai Province Biotechnology and Analytical Test Key Laboratory, Xining, Qinghai 810007; 3. Agriculture and Stock College, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016)

**Abstract:** Taking leaves of *Elsholtzia densa* as test material, observing and comparing the leaf epidermal characters comparison in different altitude with segregation process. The results showed that *Elsholtzia densa* epidermal cell shape with the rise in elevation difference was very small; the porosity increased with the increase of the altitude from the long oval to the near circle, all the distribution of stomatal apparatus, the density of stomata in the lower epidermis was more than that of the upper epidermis. The stomatal size, stomatal density and stomatal index also increased with the elevation on a change, this was a plant with its surroundings mutual adaptation results.

**Keywords:** *Elsholtzia densa*; leaf epidermal features; altitude; stoma