

不同产地何首乌叶表皮结构的解剖学特征与气候因子的关系

严寒静^{1,2}, 梁路娇², 房志坚²

(1. 中山大学 生命科学院, 广州 510275; 2. 广东药学院, 广州 510006)

摘要: 在光学显微镜下观察了不同产地何首乌叶表皮结构特征, 应用多元回归方法对不同产地何首乌的叶表皮特征与气候因子的关系进行了分析。观察的叶表皮特征指标有气孔密度、气孔指数、气孔器长、气孔器宽、气孔极区角质加厚、气孔器类型、表皮细胞垂周壁性状及叶表面角质条纹。观察结果: 上表皮有少量气孔器分布; 在下表皮, 气孔器类型为非典型不等细胞型和不规则型, 有少量腺鳞分布, 气孔器密度每 1 mm^2 为 241.7(64~573) 个, 气孔指数为 17.1(7.5~26.5)%, 气孔器长 31.1(20~44) μm , 气孔器宽 23.1(16~38) μm 。随着产地的不同, 何首乌叶下表皮结构有明显差异。分析结果显示气孔器、气孔器宽度以及气孔密度均与纬度关系密切, 随纬度的升高, 气孔器长、气孔器宽呈减小的趋势, 气孔密度呈增加的趋势, R^2 值分别为 0.619、0.729、0.772。

关键词: 何首乌; 叶表皮; 环境因子

中图分类号: Q944.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)01-0120-05

Anatomical characteristics of leaf epidermis of *Fallopia multiflora* and relationships to climate factors

YAN Han-Jing^{1,2}, LIANG Lu-Jiao², FANG Zhi-Jian²

(1. College of Life Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China; 2. Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The epidermal characteristics of mature leaves of *Fallopia multiflora* from different districts were examined under light-microscope. Multi-statistical analysis was used to clarify the relation between the morphological characteristics of the leaves of *F. multiflora* and the climate factors. The characteristics of leaf surface including the stomata density, stomata index, stomata width and stomata length, were determined and compared. As a result, stomata were rarely observed at the upper epidermis. The stomata apparatuses on the lower epidermis were non-typical anisocytic type and anomocytic type. Stomata length was 31.1(20–44) μm , stomata width 23.1(16–38) μm , stomata index is 17.1(7.5–26.5)%, stomata density is 241.7(64–573) per square millimeter, respectively. The variations of anatomical characteristics for the lower epidermis of leaves of *F. multiflora* from different districts were definitely. The results of multi-statistical analysis showed that the stomata length, width and stomata density were closely related to the latitude. With the latitude increased, the stomata length and width decreased ($R^2=0.619, P<0.05$; $R^2=0.729, P<0.01$), while stomata density increased ($R^2=0.772, P<0.05$).

Key words: *Fallopia multiflora*; leaf epidermis; climate factor

何首乌为蓼科植物何首乌(*Fallopia multiflora* (Thunb.) Turcz.)的块根, 具有解毒、消痈、润肠通便之功效, 用于

瘰癧疮痈、风疹瘙痒、肠燥便秘、高血脂(中华人民共和国药典委员会, 2005)。主要分布于陕西南部、甘

收稿日期: 2007-08-06 修回日期: 2008-08-15

基金项目: 广东省自然科学基金(04105514)[Supported by Natural Science Foundation of Guangdong Province(04105514)]

作者简介: 严寒静(1972-), 女, 重庆市人, 讲师, 硕士, 研究方向为中药资源学, (E-mail)yanhanjing1211@163.com。

肃南部、华东、华中、华南、四川、云南及贵州,由于野生资源紧缺,人工栽培品种日益增多,对不同采集地何首乌的质量评价已引起广泛重视(傅军等,2006;郭青等,2000;武政等,2006)。我们曾以何首乌的主要活性成分之一 2,3,5,4'-四羟基二苯乙烯-2-O-β-D-葡萄糖苷为指标分析不同采集地何首乌质量,探讨采集地的地理环境对药材质量的影响(傅军等,2006),结果表明不同地理分布区药材的活性成分差异较大,在样品采集过程中发现植物解剖构造上也存在差别,这些变异是否与环境因子之间存在相关性,需要进一步研究。

植物叶表皮结构不仅广泛应用于植物分类学和系统学研究(洪亚平等,2001;文香英等,2000),而且也应用于植物生态解剖学研究(刘全宏等,2001;费松林等,1999)。本研究通过对不同产地何首乌叶表皮结构进行比较解剖学研究,应用多元统计分析对不同产地何首乌的叶表皮结构特征与气候因子进行统计分析,探讨不同产地何首乌叶表皮结构的变异与气候因子的相关性。

1 材料和方法

1.1 实验材料

实验所用材料分别采自广东、广西、贵州等地的 9 个自然居群(表 1),每个居群选 3 株个体,选植物中

部成熟叶片取样,分别以 FAA 固定液野外固定。

表 1 何首乌种源来源及采集地情况
Table 1 Origin of materials used in the research

编号 No.	采集地 Region	品种 Variety	生长年限 Growth years	采集时间 Collection time
1	广东德庆金林	栽培	1~2	2004.6
2	广东德庆金光	栽培	1~2	2004.6
3	贵州施秉	栽培	1~2	2004.6
4	重庆缙云山	野生	2~3	2004.7
5	四川峨眉山	野生	2~3	2004.7
6	河南济源	野生	2~3	2004.7
7	江西井冈山	野生	2~3	2004.8
8	广西靖西	栽培	1~2	2004.9
9	广西田阳 *	野生	2~3	2004.10.

注:由广西中医学院刘寿养副教授采集。

1.2 叶表面制片

材料取自成熟叶片中部,将叶片剪成 1 cm² 的小块放入 30% NaOCl 溶液中浸泡 1~1.5 h,经蒸馏水冲洗后进行上下表皮剥离。50%、70%、85%、95%、100%乙醇系列脱水,加拿大树胶封片。在光镜下观察测量叶表皮气孔器密度、气孔长和宽,每项指标测量 50 组数据,同时对气孔极区角质加厚、气孔器类型、表皮细胞垂周壁形状、叶表面角质条纹进行了观察照相。

1.3 气候因子

研究采用了经度(X1)、纬度(X2)、年均气温(X3)、极端最高温度(X4)、极端最低温度(X5)、最

表 2 不同地区气候因子
Table 2 Climate factors at different localities

地点 编号 No.	经度 Longitude	纬度 Latitude	年降雨量 Average annual rainfall (mm)	相对湿度 Relative hunidity (%)	年均气温 Average annual temp. (℃)	最低月 均温 Average temp. of Jan. (℃)	最高月 均温 Average temp. of July(℃)	极端最 低温度 Low temp. (℃)	极端最 高温度 Top temp. (℃)	年日照 Sunshine duration(h)	有效积温 Accumulated temp. (℃)
1	111°48'41"	23°17'38"	1 504.4	82	22.1	12.4	28.5	-2.2	39.5	1 826.9	7 865.5
2	111°48'41"	23°17'38"	1 504.4	82	22.1	12.4	28.5	-2.2	39.5	1 826.9	7 865.5
3	108°01'55"	27°05'54"	1 117	80	16.4	5.4	26.3	-7.6	40.1	1 195.2	6 105
4	106°22'57"	29°50'29"	1 783.8	80	13.8	5.2	22.2	-4.6	32.4	1 293.6	6 092.6
5	103°10'30"	29°16'30"	1 810	82	13.8	-6	11.8	-8.1	35.1	968	560.7
6	112°28'58"	35°01'20"	600.3	69	14.3	0.2	27	-18.5	42	2 044.2	4 693
7	114°11'07"	26°31'05"	1 945.6	84	14.2	3.7	23.7	-12.5	41.3	1 232.1	4 360.7
8	105°56'~ 106°48'	22°51'~ 23°34'	1 606.6	81	19.1	10.9	25.0	-1.9	36.6	1 658.8	7 684
9	105°27'~ 106°15'	23°58'~ 24°41'	1 100.8	76	22	13.3	28.5	-1.2	39.0	1 911.9	6 269

冷月平均气温(X6)、最热月平均气温(X7)、积温(X8)、年均日照时数(X9)、年平均降水量(X10)和相对湿度(X11)11 个指标(表 2)。

1.4 统计分析方法

采用 SPSS11.0(SPSS Inc,USA)软件进行相关分析,逐步回归分析。

2 结果与分析

2.1 不同产地何首乌叶表皮特征

由表 3 可知,叶上表皮:上表面有少量气孔器分布,表皮细胞为不规则形,外表面有角质加厚条纹交错,在气孔器周围呈放射状排列,垂周壁平直或弓形。叶脉处表皮细胞外表面有角质乳突状突起。叶

下表皮:下表皮气孔器散生;气孔器类型为非典型不等细胞型(non-typical anisocytic type)或无规则型,以非典型不等细胞型为主;保卫细胞极区可见棒状加厚;表皮细胞(表面观)垂周壁浅波状、弓形;有少量头部 4 个细胞腺鳞存在;表皮细胞外表面角质加厚条纹的纹理方向和粗细多少有变化(图版 I)。仅田阳所产何首乌叶脉处表皮细胞外表面具有角质乳突。气孔密度、气孔指数、气孔器长、气孔器宽随产

表 3 何首乌叶下表皮解剖学特征
Table 3 Anatomic characteristics for the leaf of *Fallopia multiflora*

编号 No.	下表皮 Lower epidermis					上表皮 Upper epidermis			
	气孔器 类型	垂周壁 式样	叶脉表皮细 胞角质乳 突状突起	保卫细胞 极区类型	气孔角质 纹饰	角质条纹	垂周 壁式样	叶脉表皮 细胞角质 乳突状突起	
1	非典型不等细胞型	浅波状	—	棒状	扭曲	近同心圆排列	扭曲	平直	++
2	非典型不等细胞型	浅波状	—	棒状	扭曲	近同心圆排列	扭曲	平直	++
3	非典型不等细胞型、无规则型(4 细胞)	浅波状	—	棒状	较直	近同心圆排列	较直	弓形	++
4	非典型不等细胞型	浅波状	—	棒状	较直	近同心圆排列	较直	弓形	++
5	非典型不等细胞型、无规则型(4 细胞)	弓状	—	棒状	较直	近同心圆排列	扭曲	平直	+
6	非典型不等细胞型	弓状	—	—	扭曲	近同心圆排列	较直	弓形	++
7	非典型不等细胞型	浅波状	—	—	扭曲	近同心圆排列	较直	平直	+++
8	非典型不等细胞型、无规则型(4 细胞)	浅波状	—	棒状	较直	两侧放射状排列	扭曲	弓形	++
9	非典型不等细胞型	弓状	++	棒状	较直	近同心圆排列	扭曲	弓形	+++

注:“—”表示没有;“+”表示少见;“++”表示常见;“+++”极多见。

表 4 何首乌叶表面解剖数量特征
Table 4 Statistics anatomical characters of leaf surface of *Fallopia multiflora*

编号 No.	气孔密度 Stomatal density (mm ⁻²)		气孔指数 Stomatal index (%)		气孔长度 Stomatal length (μm)		气孔器宽度 Stomatal width (μm)	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
1	180.9	41.49	19.39	3.079	31.80	3.376	24.88	2.005
2	242.7	38.69	20.80	2.784	30.16	2.767	25.32	1.859
3	270.7	39.39	18.55	2.140	31.04	3.400	21.12	1.505
4	249.0	50.43	18.60	2.400	29.04	3.352	20.76	1.742
5	233.8	39.58	18.95	2.640	29.24	2.825	22.00	1.697
6	429.3	53.76	21.67	2.350	25.12	3.491	19.88	1.807
7	244.6	60.91	18.93	2.460	31.68	3.108	24.08	2.938
8	149.7	39.39	16.54	3.570	33.36	2.575	23.12	2.006
9	174.5	40.90	13.82	4.030	38.16	3.171	25.96	2.135

地的不同而有明显差异,其数量特征见表 4。

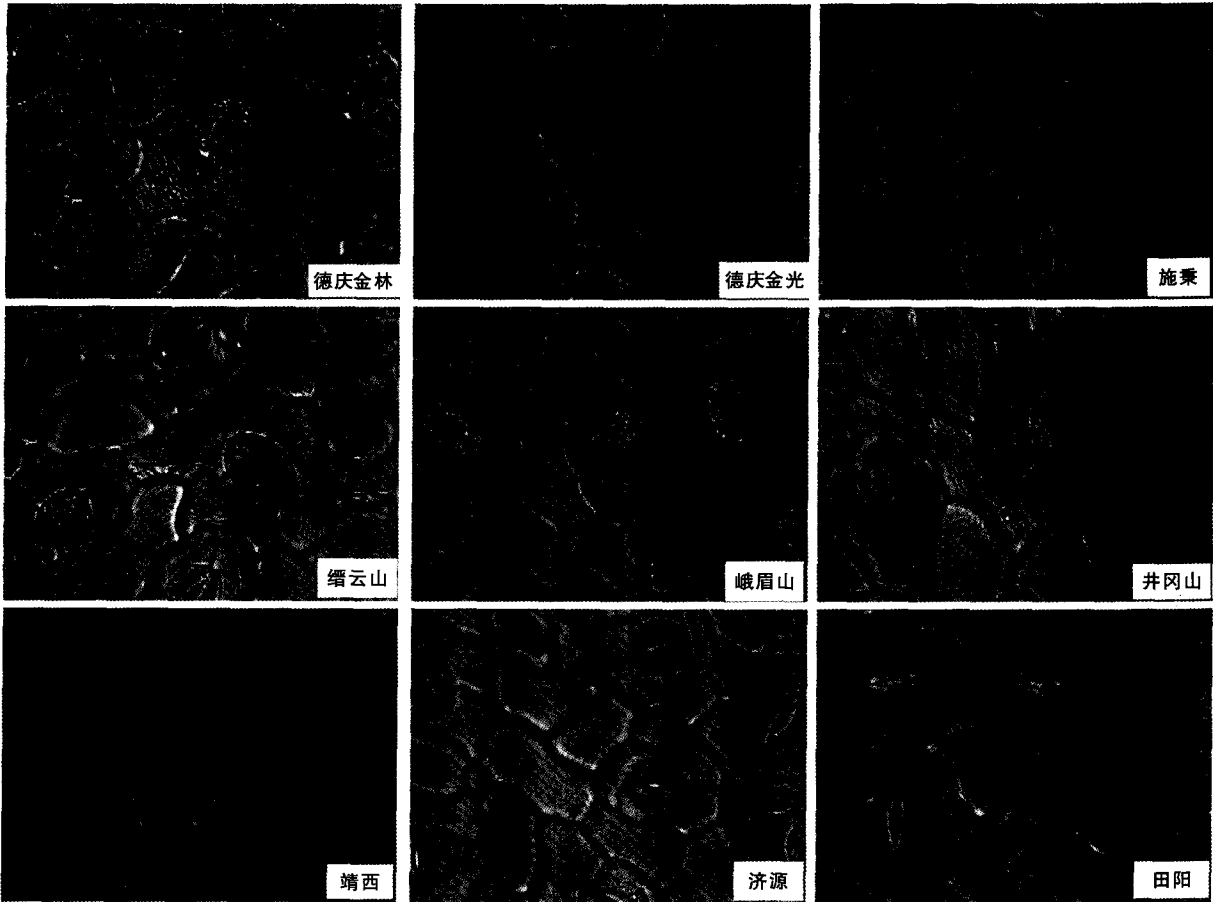
2.2 不同产地何首乌叶表皮结构与气候因子的关系

相关分析结果表明(表 5),气孔器长度与纬度呈显著负相关($p<0.05$)、与极端最低温度显著正相关($p<0.05$);气孔器宽与纬度呈显著负相关($p<0.01$),与年均温度($p<0.01$)、最冷月均温($p<0.05$)呈显著正相关;气孔密度与纬度呈显著正相关($p<0.01$),与极端最低温度($p<0.01$)、相对湿度($p<0.05$)呈显著负相关;气孔指数与气候因子无

明显相关性。

在相关分析的基础上对具有相关性的气候因子进行了逐步回归分析,设气孔器长(Y_1),气孔器宽(Y_2),气孔密度(Y_3),结果如下: $Y_1=49.470-0.687X_2, R^2=0.619, P<0.05$; $Y_2=35.345-0.460X_2, R^2=0.729, P<0.01$; $Y_3=-230.515+17.627X_2, R^2=0.772, P<0.05$ 。

随纬度的升高,气孔器长、气孔器宽呈减小的趋势,气孔密度呈增加的趋势。



图版 I 不同产地何首乌叶下表皮特征 (10×40)
Plate I The anatomical characteristics of leaf surface of *Fallopia multiflora* from different localities

3 讨论

3.1 环境因子对何首乌叶表皮的结构的影响

植物长期生长在某一环境中,其形态结构与所处的环境之间往往表现出高度的统一。叶片作为光合作用的主要器官,受环境因子的影响显著,主要表现在形态的变化、叶片厚度及解剖结构的差异(洪亚平等,2001;刘全宏等,2001)。本文主要研究不同产地何首乌叶表皮结构与环境因子的关系。结果表明,随着不同产地环境因子的变化,何首乌下表皮的气孔密度(每 1 mm² 为 64~573 个)、气孔器指数(7.4%~26.5%)、气孔器长(20~50 mm)、宽(16~38 mm)、气孔极区角质加厚,存在着明显的差异(表 3、4)。其中纬度与气孔器长度、气孔器宽度和气孔器密度;年均温度与气孔器宽;极端最低温度与气孔器长和气孔密度;最冷月均温与气孔器宽;相对湿度与气孔密度之间关系密切。逐步回归分析表明,随着纬度的升高,

气孔器长、气孔器宽呈减少的趋势,气孔密度呈增加的趋势, R^2 值分别为 0.610、0.729、0.772。Carpenter & Smith(1975)及 Strobel & Sundberg(1984)认为气

表 5 叶表皮特征与气孔因子的相关分析
Table 5 Correlation coefficients between climate factors and anatomical characteristics of leaf surface of *Fallopia multiflora*

变量 Variable	气孔器长 Stomatal length	气孔器宽 Stomatal width	气孔密度 Stomatal density	气孔指数 Stomatal index
经度 X1	-0.220	0.211	0.368	0.507
纬度 X2	-0.786 *	-0.854 **	0.878 **	0.514
年均温度 X3	0.616	0.805 **	-0.554	-0.333
极端最高温度 X4	-0.018	0.214	0.384	0.261
极端最低温度 X5	0.690 *	0.633	-0.871 **	-0.570
最冷月均温 X6	0.641	0.697 *	-0.552	-0.404
最热月均温 X7	0.275	0.372	0.014	-0.054
年日照时数 X9	0.113	0.327	0.134	0.014
积温 X8	0.334	0.399	-0.323	-0.133
年降雨量 X10	0.157	0.256	-0.582	-0.101
相对湿度 X11	0.295	0.422	-0.683 *	-0.105

注: * 表示 $P<0.01$; ** $P<0.05$ 。

孔器的密度、大小主要受光照、温度和降水的影响,随着温度的增加和水分的减少,气孔器密度增加,但气孔器长宽指数则向小型化发展。费松林等(1999)认为气孔器密度的变化主要受降水的影响,而气孔器面积则与最冷月温度有关。本实验的结果表明,随着纬度的升高气候因子发生相应变化,尤其以温度的降低最为显著,何首乌气孔器的密度随之增加,而气孔器长和宽向小型化发展,这种变化受到气候因子主要是极端最低温度的影响。气孔器密度与大小的协同变化趋势与前人的研究一致。

此外,气孔器类型、气孔器两极加厚、上下表皮细胞垂周壁形态也有变异,但与环境因子间没有线形关系。对华中五味子的研究(高建平等,2003)也表明气孔器长、宽、气孔指数与气候因子关系密切,而气孔器类型、气孔器两极加厚、上下表皮细胞垂周壁形态也有变异,但与环境因子没有明显的线性关系。不同产地何首乌叶表皮解剖结构的变化与其块根中含有的活性成分—2,3,5,4'-四羟基二苯乙烯-2-O- β -D-葡萄糖苷的差异没有明显的相关性。有关药用成分含量与地理分布的关系尚在研究中。

3.2 何首乌叶表皮气孔器类型

据报道,何首乌下表皮气孔器为非典型不等细胞型(蒙仁宪等,1997),本研究通过对不同产地何首乌叶表皮结构的观察,发现其气孔器类型为非典型不等细胞型或无规则型,以非典型不等细胞型为主。推测文献报道的情况可能是由于观察的样本量不足所致。

参考文献:

- 中华人民共和国药典委员会. 2005. 中华人民共和国药典 Vol. I (一部)[S]. 北京:化学工业出版社,123
- Carpenter SB, Smith NB. 1975. Stomatal distribution and size in southern Appalachian hardwoods[J]. *Canadian J Bot*, **53**:1 153—1 156
- Fei SL(费松林), Fang JY(方精云), Fan YJ(樊拥军), et al. 1999. Anatomical characteristics of leaves and woods of *Fagus lucida* and their relationship to ecological factors in Mountain Fanjingshan, Guizhou, China(贵州梵净山亮叶水青冈叶片和木材的解剖学特征及其与生态因子的关系)[J]. *Acta Bot Sin* (植物学报), **41**(90):1 002—1 009
- Fu J(傅军), Yan HJ(严寒静), Liang CQ(梁从庆), et al. 2006. The quality evaluation for *Radix Polygomi multiflori* from different area(不同采集地何首乌的品种评价)[J]. *J Guangdong Coll Pharm*(广东药学院学报), **22**(3):178—180
- Gao JP(高建平), Wang YH(王彦涵), Chen DF(陈道峰). 2003. Anatomical characteristics of leaf epidermis and vessel elements of *Schisandra sphenanthera* from different districts and their relationships to environmental factors(不同产地华中五味子叶表皮结构和导管分子的解剖学特征及其与环境因子的关系)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), **23**(5):715—723
- Guo Q(郭青), Lu J(鲁静). 2000. HPLC Determination of anthraquinone in *Radix Polygomi multiflori* and *Radix Polygomi multiflori* preparata(高效液相色谱法测定何首乌及其炮制品中蒽醌类成分的含量)[J]. *Chin J Pharm Anal*(药物分析杂志), **20**(5):326—328
- Hong YP(洪亚平), Pan KY(潘开玉), Chen ZD(陈之端). 2001. Characters of leaf epidermis and their systematic significance in Menispermaceae(防己科植物叶表皮特征及其系统学意义)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), **43**(6):615—623
- Liu QH(刘全宏), Wang XA(王孝安), Tian XH(田先华). 2001. Morphological and anatomical characteristics of leaf *Larix chinensis* and their relationship to environmental factors in Taibaishan Mountain(太白红松叶的形态解剖学特征与环境因子的关系)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), **21**(5):885—893
- Meng RX(蒙仁宪), Zhou ZZ(周忠泽), Wang SL(王绍林). 1997. A study on foliar epidermis of Genus *Polygonum* in Anhui(安徽蓼属植物叶表皮特征的研究)[J]. *J Anhui Univ(Nat Sci Edi)*(安徽大学学报·自然科学版), **21**(4):81—93
- Strobel DM, Sundberg MD. 1984. Stomatal density in leaves of various xerophytes preliminary studies[J]. *J Minnesota Academy Sci*, **49**:7—9
- Wen XY(文香英), Lin Q(林祁), Zeng QW(曾庆文), et al. 2000. Study on the leaf venation of five species in the family schisandraceae from China(中国五味子属植物叶表皮研究)[J]. *Life Sci Res*(生命科学研究), **4**(1):41—47
- Wu Z(武政), Zhang M(张勉), Zhang CF(张朝凤), et al. 2006. Study on quality evaluation for 36 samples of *Radix Polygoni multiflori* by HPLC-Fingerprints(36批何首乌药材质量的HPLC指纹图谱评价研究)[J]. *Chin J Pharm*(中国药杂志), **41**(4):257—260