

# 蚕用桑不同品种叶表皮形态和结构的比较研究 I

刘云<sup>1,2</sup>, 张萍<sup>2</sup>, 肖宜安<sup>1,3</sup>, 窦全丽<sup>1</sup>, 唐兰<sup>1</sup>, 何平<sup>1\*</sup>

(1. 西南大学 生命科学学院, 重庆 400715; 2. 山东烟台师范学院 生物科学与技术系, 山东烟台 264025; 3. 井冈山师范学院 生命科学系, 江西吉安 343009)

**摘要:** 运用光学显微镜和扫描电镜对 11 种蚕用桑品种的叶表皮形态和结构进行观察研究。结果表明, 品种间在表皮、叶肉和叶脉上的构造基本相似; 主要差别在于气孔密度、上表皮细胞中的钟乳体细胞数目及叶肉中晶体的分布。基于表皮形态学特征的数量分析, 结果表明, 11 个品种可分为 6 大类, 这与传统分类结果基本一致。

**关键词:** 桑叶; 叶质生物鉴定; 表皮形态; 叶片结构

**中图分类号:** Q944.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2006)02-0125-07

## Study on the epidermal shape and the structure in the leaves of eleven mulberry varieties(1)

LIU Yun<sup>1,2</sup>, ZHANG Ping<sup>2</sup>, XIAO Yi-an<sup>1,3</sup>,

DOU Quan-li<sup>1</sup>, TANG Lan<sup>1</sup>, HE Ping<sup>1\*</sup>

(1. College of Life Sciences, Southwest China University, Chongqing 400715, China; 2. Life Sciences and Technology Department of Yantai Normal University, Yantai 264025, China; 3. Life Sciences Department of Jinggangshan Normal College, Ji'an 343009, China)

**Abstract:** This article used the optical microscopy and scanning electronic to observe the epidermal shape and the structure in leaves of the eleven mulberry cultivarieties. The result states that the structure of them is nearly the same in the epidermis, mesophyll and the vein. The main differences are the distribution of the stomatal density and the cystolith cells in the upper epidermis and the distribution of the crystals in the mesophyll. Based on the quantity analysis of the epidermal morphology, the result makes it clear that the eleven cultivarieties of the *Morus alba* L. can be divided into six varieties. It is almost the same to the result by traditional method. This result can not only provide some evidences to the classification of the white mulberries but have a certain value to its living identity in mulberry leaves and the selection to mulberry cultivarieties with high quality.

**Key words:** mulberry leaves; identity in mulberry leaves; epidermal shape; structure of the leaves

桑树 (*Morus alba* L.) 属桑科 (Moraceae) 桑属 (*Morus* L.) 的落叶乔木, 是多年生深根性植物 (叶志毅等, 2003), 其栽培广泛, 目前面积约为 100 万  $\text{hm}^2$ 。在传统的蚕桑业中, 随着对其成分的不断研究, 桑叶不仅可以作为蚕的饲料, 在医药、食品等方面也具有很重要的利用价值 (宋沁等, 2002)。

我国桑树种质资源相当丰富, 近二十年来, 国内

对桑树种质资源的研究已取得了重要的成就。桑叶是家蚕的唯一饲料, 桑叶的品质影响到蚕的健康和生长发育以及茧质、丝质和产卵的数量和质量 (胡乐山等, 2002)。因此, 叶质的优劣直接影响到蚕业的发展, 并且已经成为桑树育种的一项重要指标 (曹枕等, 1997)。所以, 研究不同桑树品种的叶质状况, 对于有目的地选择育种材料、加速桑树新品种的育成

收稿日期: 2004-11-05 修回日期: 2005-05-30

基金项目: 国家自然科学基金资助 (30070080) [Supported by the National Natural Science Foundation of China (30070080)].

作者简介: 刘云 (1978-), 女, 山东潍坊人, 硕士研究生, 主要从事濒危植物保护研究。

\* 通讯作者 (Author for correspondence), E-mail: <heping@swnu.edu.cn>.

有着十分重要的意义。以往关于叶质的报道多数是从叶质对蚕发育、茧质、产茧的影响及饲料效率等方面来研究(胡乐山等,2002),而通过研究不同品种桑叶的表皮形态和结构,来区分不同品种的桑树,并对其叶质的优劣进行鉴定,国内目前尚无相关报道。本研究通过光学显微镜和扫描电镜技术,对桑叶的表皮形态和结构进行详细观察研究,不仅可以为不同品种桑树的分类提供一些依据,而且对桑叶叶质的生物鉴定和优质桑品种选育具有一定的参考价值。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

供试材料为湖桑 32 号、新一之濑、新 707、8837、9312、鲁插一号、昂绿一号、鲁诱八号、7946、8036 及农 84X。实验前取成熟桑树叶片,立即用 FAA 固定液固定。所有材料均取自山东烟台桑叶研究所。

### 1.2 研究方法

1.2.1 气孔密度观测 取成熟桑叶,切成  $1.5\text{ cm} \times 0.5\text{ cm}$  小块,用 10% NaOH 溶液在  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  恒温水浴锅中透明 1~2 h,清水冲洗,后制成临时装片,在光学显微镜下观察气孔的分布情况并计算气孔密度。气孔密度计算方法:在同一倍数下( $\times 400$ )测量 10 个视野的气孔数量,取其平均值,并换算为气孔数/ $\text{mm}^2$ (赵晟等,2001)。

1.2.2 桑叶外部结构表面观察 随机选取每个品种叶片的的不同部位约  $4\text{ mm}^2$ ,置于 95% 酒精中浸洗 10 min,取出晾干,用双面胶粘贴在观察台上,经镀膜后,移入扫描电镜下观察,并拍照(赵晟等,2001)。

1.2.3 桑叶内部结构横切面观察 常规石蜡切片法制片,切片厚度  $7\sim 8\text{ }\mu\text{m}$ ,番红-固绿对染法染色,中性树胶封片,在 OLYMPUS BH-2 型光学显微镜下观察并拍照(陈机,1992;李正理,1978)。

1.2.4 分类及数据处理 根据 11 个桑品种叶片的结构特征对其进行初步归类及运用 spss(张文彤,2002)程序中的聚类分析进行分类;spss 程序中的单因素方差分析(张文彤,2002)。

## 2 结果与分析

### 2.1 11 个桑叶品种叶表皮形态共有特征

2.1.1 表皮细胞、钟乳体细胞和气孔 图版 I 表明,

在扫描电子显微镜下,桑叶上表皮细胞的表面观形状较下表皮的排列规则,且无气孔分布。在上、下表皮细胞中还有一类特殊的细胞,即钟乳体细胞,有人称之为巨大细胞(李东升等,2003)。图版 I 还显示,钟乳体细胞在上表皮中的分布相对较多,而在下表皮中相对较少,不同品种的桑树,其分布也有差异。在桑叶的下表皮中分布有大量的气孔(图版 I:1,4),气孔主要是由两个保卫细胞和它们之间的开口共同组成(图版 I:1,15)。气孔为下生式,主要分布于脉间区内,较为浓密,属于无规则型。

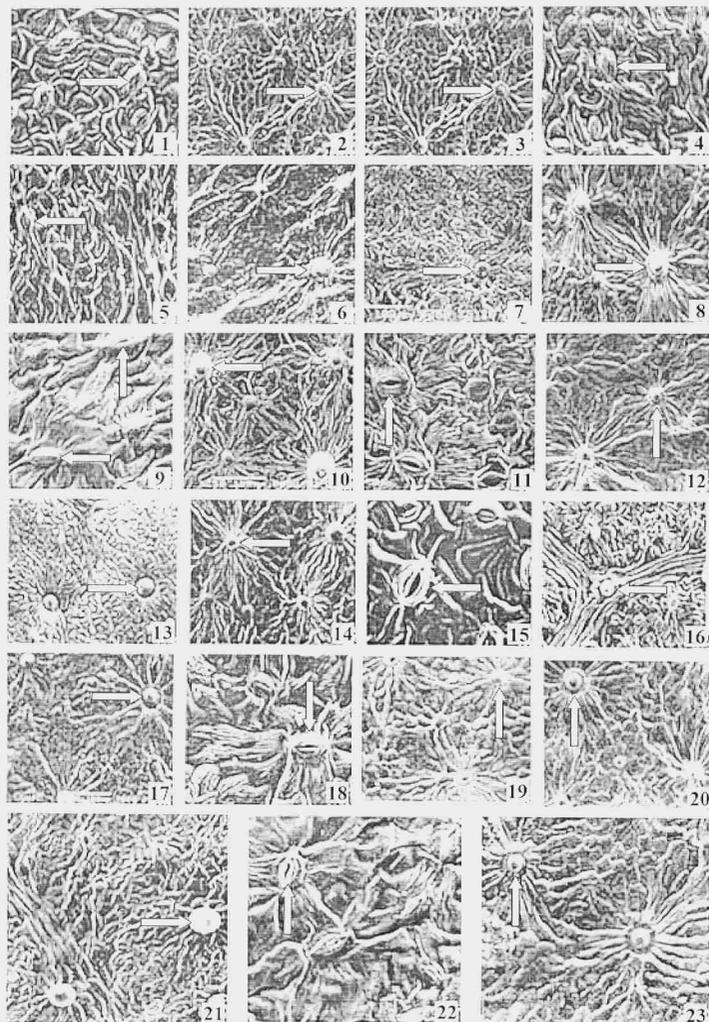
2.1.2 表皮 由图版 II 可见,在光学显微镜下,表皮细胞之间排列紧密(图版 II:1),除气孔外,无细胞间隙。在细胞表面之间还沉积了一层厚的角质层(图版 II:1-6)。横切面显示上表皮细胞较窄长,排列规则;下表皮细胞较宽短,排列不规则,这与在扫描电镜下观察到的结果是一致的。桑叶表皮有的部位是光滑的;也有的部位,其表皮细胞向外突出延长而形成毛(图版 II:6)。图版 II 显示了钟乳体细胞的形状和结构(图版 II:2-5)。在钟乳体细胞中可见一个清晰的晶状体的结构,称为钟乳体(图版 II:2,3),为碳酸钙晶体。在下表皮中还分布有具有分泌功能的腺体或表皮毛(图版 II:6)。

2.1.3 叶肉 表皮细胞内侧为由薄壁细胞组成的叶肉。由图版 II:1 可见,叶肉中有 4 层细胞,其中第一层和第四层细胞的排列要比第二层和第三层的细胞排列相对紧密且规则,而第三层细胞的排列较其他三层相对松散且不规则。因此,可以认为桑叶的叶肉是由上、下栅栏组织和海绵组织组成。其中栅栏组织较海绵组织发达,细胞呈长柱形,其长轴与叶表面垂直。此外,叶肉细胞中还分布有晶体(图版 II:10)。

2.1.4 叶脉 叶脉的最外层表皮细胞排列非常紧密,表面覆盖有一层厚的角质层,有的表面分布有腺体或表皮毛(图版 II:7)。叶脉表皮细胞内侧为机械组织,具支持作用。机械组织以内为薄壁细胞。其内为维管束,由木质部和韧皮部组成,木质部较发达,在横切面上呈近圆形,导管呈辐射环状排列;韧皮部位于木质部外侧(图版 II:9),因此,桑叶维管束的排列方式为外韧维管束。另外维管束中还分布有大量晶体(图版 II:9)。

### 2.2 11 个桑品种间叶表形态及结构的差异

将 11 个桑树品种的 3 项形态指标作为 3 个特征向量,运用 spss 程序中的单因素方差分析计算出自由度及显著性水平(表 1)。



图版 I 扫描电镜照片 1, 浙桑 32 号的下表皮细胞及其气孔的表面观; 2, 浙桑 32 号的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观; 3, 新 707 的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观; 4, 新 707 的下表皮细胞及其气孔的表面观; 5, 8837 的下表皮细胞及其气孔的表面观; 6, 8837 的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观; 7, 9312 的下表皮细胞及其气孔和钟乳体细胞的表面观; 8, 9312 的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观; 9, 鲁插一号的下表皮细胞及其气孔的表面观; 10, 鲁插一号的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观; 11, 昂绿一号的下表皮细胞及其气孔的表面观; 12, 昂绿一号的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观; 13, 新一之二的下表皮细胞及其气孔和钟乳体细胞的表面观; 14, 新一之二的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观; 15, 鲁诱八号的下表皮细胞及其气孔的表面观; 16, 鲁诱八号的下表皮细胞及其气孔和钟乳体细胞的表面观

观; 17: 鲁诱八号的上表皮及其钟乳体细胞的表面观; 18: 鲁诱八号的下表皮细胞及其气孔的表面观; 19: 7946 的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观; 20: 8036 的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观; 21: 8036 的下表皮细胞及其气孔和钟乳体细胞的表面观; 22: 农 84X 的下表皮细胞及其气孔的表面观; 23: 农 84X 的上表皮细胞及其钟乳体细胞的表面观。

**Plate I Photographs of the scanning electronic microscopy** 1: The appearance of the lower epidermal cells and the stomas of the Husang No. 32; 2: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the Husang No. 32; 3: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the New No. 707; 4: The appearance of the lower epidermal cells and the stomas of the New No. 707; 5: The appearance of the lower epidermal cells and the stomas of the No. 8837; 6: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the No. 8837; 7: The appearance of the lower epidermal cells, the stomas and the cystolith cells of the No. 9312; 8: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the No. 9312; 9: The appearance of the lower epidermal cells and the stomas of the Lucha No. 1; 10: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the Lucha No. 1; 11: The appearance of the lower epidermal cells and the stomas of the Anglv No. 1; 12: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the Anglv No. 1; 13: The appearance of the lower epidermal cells, the stomas and the cystolith cells of the Newyizhilai; 14: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the Newyizhilai; 15: The appearance of the lower epidermal cells and the stomas of the Luyou No. 8; 16: The appearance of the lower epidermal cells, the stomas and the cystolith cells of the Luyou No. 8; 17: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the Luyou No. 8; 18: The appearance of the lower epidermal cells and the stomas of the Luyou No. 8; 19: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the No. 7946; 20: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the No. 8036; 21: The appearance of the lower epidermal cells, the stomas and cystolith cells of the No. 8036; 22: The appearance of the lower epidermal cells and the stomas of the Nong No. 84X; 23: The appearance of the upper epidermal cells and the cystolith cells of the Nong No. 84X.

2.2.1 气孔密度 利用光学显微镜对 11 个桑品种叶片的气孔进行观察, 最后计算其气孔密度, 结果(表 2)显示: 气孔密度最大的品种为湖桑 32 号:  $135.2/\text{mm}^2$ ; 气孔密度最小的品种为新 707:  $67.8/\text{mm}^2$ ; 11 个桑叶品种总的气孔密度平均为  $105.7/\text{mm}^2$ 。由表 1 可知, 气孔密度在 11 个桑树品种中具有极显著性差异(其 Sig. 值  $< 0.01$ ), Sig. 值为  $1.94\text{E}-08$ 。

表 1 11 个桑树品种 3 项形态指标在个体水平差异的显著性检验

Table 1 The significant test of the 3 morphological index among individuals in leaves of eleven mulberry cultivarieties

形态指标 Morphological index	自由度 Df	显著性水平 Sig.
气孔密度 Stomatal density	10	$1.94\text{E}-08$
钟乳体细胞(上表皮) Cystolith(upper epidermis)	10	$2.08\text{E}-08$
叶肉中的晶体 Crystals in mesophyll	10	0.000 201

2.2.2 钟乳体细胞 由图版 I 可知, 在扫描电子显微镜下, 不同品种的钟乳体细胞形状各异。大多数钟乳体细胞似球形(图版 I : 2, 3, 6, 8), 如湖桑 32 号、新 707、8837、9312, 少数呈圆锥形(图版 I : 13), 如新一之濂。有些研究者曾根据钟乳体细胞的形状来对不同品种的桑树进行分类(李东升等, 2003)。利用光学显微镜对其进行观察, 结果显示: 在上表皮细胞中, 钟乳体细胞分布最多的品种是湖桑 32 号为 15; 分布最少的品种是 7946 为 8; 11 个桑叶品种的平均分布数目为 10.9。同样由表 1 可知, 上表皮细胞中的钟乳体细胞数目在 11 个桑树品种中也具有极显著性差异(其 Sig. 值  $< 0.01$ ), Sig. 值为  $2.08\text{E}-08$ 。

表 2 11 种桑叶的内部结构描述

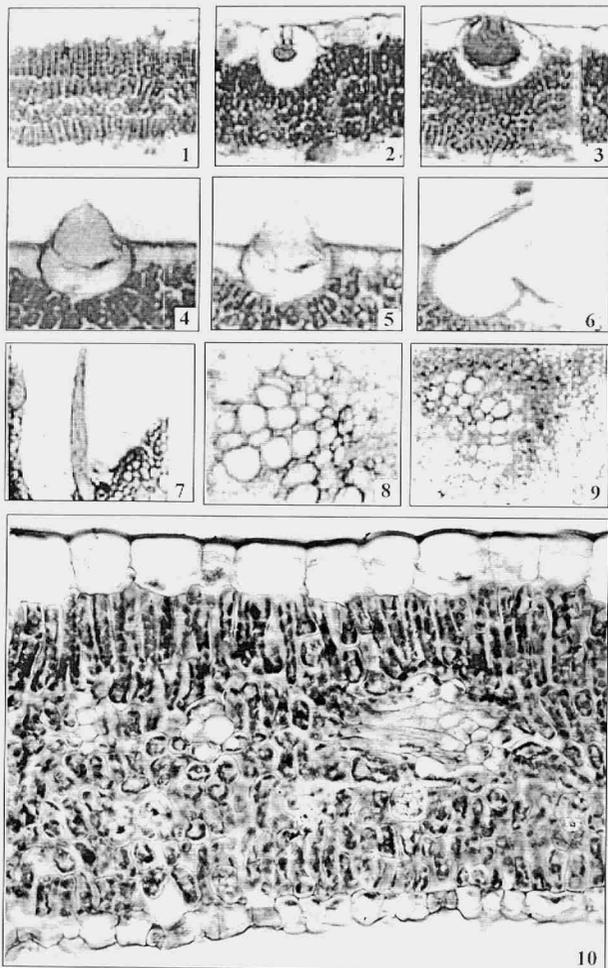
Table 2 Description of the internal structure in leaves of eleven mulberry cultivarieties

品种 Cultivarieties	气孔密度 ( $\times 400$ ) Stomatal density ( $\text{个}/\text{mm}^2$ )	钟乳体细胞数 目(仅上表皮 中)( $\times 400$ ) Num. of cysto- lith in upper epidermis	叶肉中晶体的分 布情况( $\times 400$ ) Distribution of the crystals in mesophyll
湖桑 32 号 Husang No. 32	135.20	15.00	++++
新一之濂 Newyizhilai	124.80	9.50	++
新 707 New No. 707	67.80	8.50	+++++
No. 8837	107.20	9.20	++++
No. 9312	105.60	13.60	++
鲁插一号 Lucha No. 1	85.60	13.00	+++
昂绿一号 Anglv No. 1	121.80	9.20	+
鲁诱八号 Luyou No. 8	78.20	11.00	++
No. 7946	122.40	8.00	+++
No. 8036	92.00	12.00	+++++
农 84X Nong No. 84X	122.20	10.50	+++

“+”表示叶肉中晶体的分布数量。

“+”indicates distribution numbers of the crystals in the mesophyll.

2.2.3 叶肉中的晶体 在植物细胞中, 晶体一般认为是新陈代谢的废物, 它的形成是为了避免对细胞的毒害(陆时万等, 1999)。在光学显微镜下, 对 11 个桑叶品种的叶肉进行观察, 发现有晶体分布, 且分布情况各异: 叶肉中晶体分布最多的品种为新 707; 分布最少的品种为昂绿一号。从表 1 中可看出, 叶肉中的晶体分布在 11 个桑树品种中的差异性也为



图版 II 光学显微镜照片 1: 示桑叶表皮及叶肉中的组织  $\times 451.5$ ; 2, 3: 示桑叶上表皮的钟乳体细胞  $\times 451.5$ ; 4, 5: 示桑叶下表皮的钟乳体细胞  $\times 451.5$ ; 6: 示桑叶下表皮细胞的表皮毛  $\times 903$ ; 7: 示桑叶叶脉上的表皮毛  $\times 903$ ; 8: 示桑叶叶脉中的木质部结构  $\times 451.5$ ; 9: 示桑叶叶脉中维管束的结构  $\times 225.75$ ; 10: 示桑叶叶肉中的晶体  $\times 451.5$ 。

Plate II Photographs of the optical microscopy 1: The epidermis and tissue in the mesophyll of the mulberry leaves  $\times 451.5$ ; 2, 3: Cystolith cells in the upper epidermis of the mulberry leaves  $\times 451.5$ ; 4, 5: Cystolith cells in the lower epidermis of the mulberry leaves  $\times 451.5$ ; 6: The epidermal hair in the lower epidermis of the mulberry leaves  $\times 903$ ; 7: The epidermal hair in the vein of the mulberry leaves  $\times 903$ ; 8: The xylem in the vein of the mulberry leaves  $\times 451.5$ ; 9: The bundle in the vein of the mulberry leaves  $\times 225.75$ ; 10: The crystal in the mesophyll of the mulberry leaves  $\times 451.5$ .

极显著(其 Sig. 值 $<0.01$ ), Sig. 值为 0.000 201。

### 2.3 蚕用桑树品种的分类

2.3.1 基于桑叶表皮特征的初步归类 中国农业科学院蚕业研究所建立的镇江桑树圃,目前保存桑种质资源有 1 860 份,分属 12 个种,3 个变种,如鲁桑(*M. multicaulis*)、白桑(*M. alba*)、长穗桑(*M. uittorum*)等等。在作者所研究的这 11 个品种的桑树中,新一之濂和 7946 两个品种已经通过全国蚕桑品种审定,其中,新一之濂属于引进种(潘一乐,2000)。以这两个品种作为标准,通过表 2 将其与其它品种的桑树进行比较,依据差异较大的叶气孔密度、上表皮细胞中钟乳体细胞的数目及叶肉中晶体的分布数量 3 项指标对这 11 个不同品种的桑树进行大体的分类,结果如下:

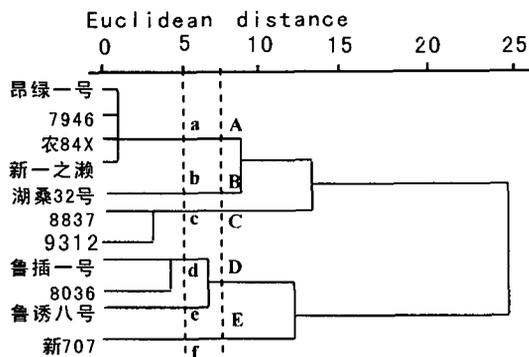


图 1 蚕用桑 11 个品种的基于叶表皮形态和结构特征的欧氏距离聚类图

Fig. 1 Dendrogram of Euclidean distance of the eleven cultivarieties of *Morus alba* based on epidermal morphology and anatomy

第一类:新一之濂、昂绿一号、7946 和农 84X。由于这 4 个品种在气孔密度、上表皮细胞中钟乳体细胞的数目和叶肉中晶体的分布数量上十分相似,即气孔密度平均为  $122.8/\text{mm}^2$ ;上表皮细胞中钟乳体细胞的数目平均为 9.3 个;而叶肉中晶体的数量平均为 2.25,故可将其归为一类。

第二类:鲁插一号、鲁诱八号。这 2 个品种 3 项指标的平均数分别为  $81.9/\text{mm}^2$ 、12、2.5。

第三类:湖桑 32 号。在 3 项指标的观察数分别为  $135.2/\text{mm}^2$ 、15、4。

第四类:8837 和 8036。这 2 个品种在 3 项指标的平均数分别为  $99.6/\text{mm}^2$ 、10.6、5.5。

第五类:新 707。在 3 项指标的数据分别为  $67.8/\text{mm}^2$ 、8.5、8。

第六类:9312。在 3 项指标的数据分别为  $105.6/\text{mm}^2$ 、13.6、2。

2.3.2 品种间聚类分析 运用 spss 程序中的聚类分析(张文彤,2002),根据表 2 对 11 个品种的桑树进行分类(杨俊仙,2003)。结果(图 1)表明:在欧氏距离 5 的水平上可以将 11 个不同品种的桑树划分为六类,如图 1 所示:a-5 为第一类,包括新一之濂、昂绿一号、7946 和农 84X;b-5 为第二类,只有湖桑 32 号一个品种;c-5 为第三类,包括 8837 和 9312 两个品种;d-5 为第四类,包括鲁插一号和 8036;e-5 为第五类,仅包括鲁诱八号;f-5 为第六类,也仅有一个品种新 707。在欧氏距离 7.5 处,可将其分为五大类,其中除了 D-7.5 同时包括了 d-5 和 e-5 两类外,其余的分类情况均与在欧氏距离 5 处的分类情况相同(肖宜安等,2002)。通过分析,运用聚类分析得出的结果和通过基于形态与解剖数据的初步归类得出的结论大体是一致的。

## 3 讨论

### 3.1 不同品种间的差异

由以上的观察结果可知,这 11 个品种的桑叶在表皮、叶肉和叶脉上的构造是基本相似的;但在气孔密度、上表皮细胞中的钟乳体细胞数目和叶肉中晶体的分布上都具有极显著性的差异(表 1),根据这些差异,运用传统形态学和聚类分析两种不同的方法对这 11 种桑树进行归类,归类结果大体一致,从而为优质桑树品种的筛选及培育提供依据。

### 3.2 分类讨论

桑树品种是重要的蚕业生产资源,做好桑树种与品种的分类工作十分重要(李东升等,2003)。蚕用桑传统的品种分类主要从花的形态特征、桑树雌花柱头表面细微结构差异及巨大细胞的形态等方面进行的(李东升等,2003)。本文对这 11 个品种桑树的分类采用的是传统形态学归类法和聚类分析两种方法。传统的形态分类学方法简单、易懂,作为粗略的品种分类方法还是切实可行的。聚类分析是一种统计分析方法,是根据一些形态指标上的数据进行聚类并分析,此方法简单、准确,并很实用。通过对桑树品种的大体分类,可以进一步研究不同品种桑树叶质的优劣问题,从而可研制出更优质的品种。当然,除了形态学分类方法外,还有数值分类学、细胞分类学、同工酶分类学、RAPD 分析等方法(李东升

等,2003),如果能将这些方法应用到桑树的分类研究中,建立一套简单、便捷且实用的桑树品种分类方法,对桑树品种的研究将具有重要意义。

### 3.3 叶质的分析探讨

传统上对蚕用桑叶质优劣的判定大多数是通过养蚕,根据蚕的产茧量来进行(曹忱等,1997;胡乐山等,2002)。此方法简单、可靠,但所需时间太长,因此本文试图通过研究桑叶的形态特征,找出判定桑叶叶质优劣简便、可靠而需时又少的方法。

许多文献都将湖桑 32 号作为参考标准,来判断不同品种桑叶叶质的优劣。如任迎虹对新一之濂、湖桑 32 号等不同品种桑树的研究中,以湖桑 32 号作为对照种,试验结果认为,新一之濂最优(任迎虹等,1999)。作者依据气孔和钟乳体细胞的数目对部分品种的桑叶进行了叶质判断。

气孔是植物叶片进行气孔交换的门户,同时许多有毒气体,例如氟化物、硫化物等也通过气孔进入叶体内的,如果这些有毒气体在体内积累到一定程度,就会使叶尖和叶缘坏死,显现浅褐色至红褐色的焦斑,从而使叶处于病态。因此,在判断叶质优劣时,气孔数量应有一定范围。气孔太多,对植物叶质未必有益。以湖桑 32 号为标准,可以认为:第一类 > 第三类。

通过桑叶横切面的观察发现,在钟乳体细胞中有一个倒悬的红色囊状小体,称为钟乳体,为碳酸钙晶体(图版 II:2,3)。当钟乳体在叶肉中积累到一定量时,叶片上就会出现烟斑,蚕食后,消化器官就会受到损害,生长发育也会不良,甚至出现迟眠等症状。因此,从某种意义上讲,桑叶的叶片中含有的钟乳体细胞数目越多,其叶质就越差。根据这个指标,可对基于桑叶表皮特征所分的六大类进行初步的叶质排序,排列结果如下:第五类 > 第一类 > 第四类 > 第二类 > 第六类 > 第三类。因此,从气孔密度、上表皮细胞中的钟乳体细胞数目、叶肉中晶体的分布这 3 项指标来看,上表皮细胞中的钟乳体细胞数目可以作为判断叶质优劣的主要指标。

由于国内尚无通过叶表皮形态和结构特征对桑树或其变种进行分类和叶质优劣鉴定的报道,因此本文结果能否应用到其它品种有待进一步比较研究。

### 参考文献:

- 陈机. 1992. 植物发育解剖学[M]. 山东:山东大学出版社.
- 李正理. 1978. 植物制片技术[M]. 北京:科学出版社.
- 张文彤. 2002. spss11 统计分析教程[M]. 北京:希望电子出版社:119—329.
- 陆时万,徐祥生,沈敏健. 1999. 植物学(上)[M]. 北京:高等教育出版社.
- Cao Z(曹 忱), Shi BK(施炳坤), Wu CJ(吴朝吉), et al. 1997. Judge and research to quality of feedingstuff in mulberry idioplasm resource(桑树种质资源饲料品质的鉴定研究)[J]. *China Seed Industry*(中国种业), (1):37—38.
- Hu LS(胡乐山), Zhu FR(朱方容). 2002. Effect of the leaf quality of mulberry on eggs-lying of silkworm(桑叶品质对家蚕产卵数影响的研究)[J]. *Guangxi Sericultur*(广西蚕业), 37(1):1—7.
- Li DS(李东升), Zhang HY(张和禹). 2003. The evolvement of genus and variety classification of mulberry(桑树种与品种分类研究进展)[J]. *China Silkworm Industry*(中国蚕业), 24(3):15—17.
- Pan YL(潘一乐). 2000. Progress and prospect of germplasm resources and breeding of mulberry(桑种质资源和桑树育种的研究现状与展望)[J]. *Canye Kexue*(蚕业科学), 26(增刊):1—5.
- Ren YH(任迎虹), Chen XF(谌晓芳). 1999. Botanic comparison experiments for appraising the quality of fine varieties of mulberry leaves in Panxi Area(攀西优良桑树品种叶质生物鉴定比较试验)[J]. *J Chongqing Teachers Coll(Nat Sci Edi)*(重庆师范学院学报(自然科学版)), 16(2):30—33.
- Song Q(宋 沁), Ye ZY(叶志毅). 2002. The comprehensive utilization and development of mulberry leaf(桑叶的综合利用和开发)[J]. *Bulletin of Sericulture*(蚕桑通报), 34(3):1—4.
- Xiao YA(肖宜安), He P(何 平), Deng HP(邓洪平), et al. 2002. Numerical analysis of population morphological differentiation of *Disanthus cercidi folius* in Jinggangshan(井冈山长柄双花木种群形态分化的数量分析)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), 20(5):365—370.
- Ye ZY(叶志毅), Song Q(宋 沁). 2003. Exploitation foreground of mulberry leaves in livestock and birds' feedingstuff(桑叶在畜禽饲料上的开发前景)[J]. *Science and Technology of China Country*(中国农村科技), (10):33—34.
- Yang JX(杨俊仙). 2003. The cluster analysis and comprehensive evaluation of the Tobacco in Shanxi(山西省烟叶的聚类分析及综合评价)[J]. *Shanxi Agric Univ(Nat Sci Edi)*(山西农业大学学报(自然科学版)), 23(2):120—123.
- Zhao C(赵 晨), Sun TX(孙同兴), Wu H(吴 鸿), et al. 2001. Leaf form and structure of *Saccopetalum* and *Miliusa* from China and their taxonomic significance(中国囊瓣木属和野独活属植物叶形态结构的比较及分类意义)[J]. *J South China Agric Univ*(华南农业大学学报), 22(4):66—70.