

## 10 个烤烟品种间的腺毛密度比较研究

薛晓明<sup>1</sup>, 侯森林<sup>1</sup>, 于丽杰<sup>2</sup>

(1. 南京森林警察学院 国家林业局森林公安司法鉴定中心, 南京 210023;

2. 哈尔滨师范大学生命科学与技术学院, 哈尔滨 150025)

**摘要:** 以相同栽培条件下的 10 个烤烟品种为试验材料, 在光学显微镜下对烤烟腺毛的数量和分布进行了统计分析。结果表明, 长柄腺毛是烤烟叶片中的优势腺毛, 在腺毛总体中的比例 (69.5% ~ 90.5%) 远高于短柄腺毛 (9.5% ~ 30.5%), 对叶片腺毛总体密度的影响最大, 而短柄腺毛因数量稳定也能反映品种特征。烤烟上、下表皮腺毛密度差异极显著 ( $F=41.053$ ,  $P<0.01$ ), 下表皮的腺毛密度较大, 其变异系数 (0.14) 和全表皮腺毛密度一致, 更能反映出品种的腺毛密度特征; 短柄腺毛的密度除 K326 和 ‘吉烟 7 号’ 外都是上表皮密度大于下表皮, 差异显著 ( $F=6.466$ ,  $P<0.05$ ), 反映出上表皮的腺毛发育较早。按照全表皮的腺毛密度平均值 10 个品种的排列顺序是: 吉烟 7 号>中烟 90>K346>87414>云烟 85 > 8021>NC82>G28>RG11>K326, 烤烟腺毛密度特征具有品种差异, 但受环境条件影响较大, 可做为局部地区内的烤烟品种筛选指标之一。

**关键词:** 烤烟; 腺毛; 长柄腺毛; 短柄腺毛; 腺毛密度

中图分类号: S572

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2014)06-1012-05

### Difference in the glandular hair density in 10 flue-cured tobaccos

XUE Xiaoming<sup>1</sup>, HOU Senlin<sup>1</sup>, YU Lijie<sup>2</sup>

(1. Forest Police Forensic Identification Center, The National Forestry Bureau, Nanjing Forest Police College, Nanjing 210023;

2. College of Life Sciences and Technology; Harbin Normal University; Haerbing 150025)

**Abstract:** To investigate the difference in the glandular hair density in flue-cured tobacco varieties, the quantity and distribution of the glandular hairs of ten flue-cured tobacco varieties under the same cultivation conditions were determined using the optical microscope. The results showed that long handle glandular hairs were dominant with the range of 69.5-90.5%, which was much higher than short glandular hairs (9.5%-30.5%) in the flue-cured tobacco leaf glandular hairs. Long handle glandular hairs had the biggest impact on overall density of leaf blade glandular hairs, while short glandular hairs can reflect the varietal characteristics due to the stable quantity. The glandular trichome density between upper and lower epidermis was significantly different in 10 varieties ( $F=41.053$ ,  $P<0.01$ ). The greater glandular trichome density on the lower epidermis can be more representative to the character of glandular trichome density with the variable coefficient being 0.14, which was in accordance with the whole epidermis glandular hairs density. Short glandular trichome density was greater on the upper epidermis than on the lower epidermis in all varieties except K326 and No. 7 Jiyan ( $F=6.466$ ,  $P<0.05$ ). According to the average density of glandular hairs on the epidermis, the 10 varieties can be ordered as No.7 Jiyan>Zhongyan 90>K346>87414>Yunyan 85>8021>NC82>G28>RG11>K326. Although the glandular hairs density of flue-cured tobaccos was also affected by the environmental conditions, it can still be used as one of the indicators for screening flue-cured tobacco varieties in certain regions.

**Key words:** flue-cured tobacco; glandular hairs; long trichomes; short trichomes; trichome density

腺毛是烟叶表面具有分泌功能的附属结构, 一般长柄腺毛和短柄腺毛两大类<sup>[1-2]</sup>。近年来, 关于烤烟腺毛形态、发育、分布, 及其与烟叶品质之间关系一般占总表皮的 85%左右, 根据柄细胞的数量可分为

收稿日期: 2014-03-27

基金项目: 2014 年度江苏省教育厅高校“青蓝工程”项目 (苏教师 [2014] 23 号) 和公安技术一级学科省级重点建设学科项目 (苏教研[2014]7 号) 共同资助。

作者简介: 薛晓明, 博士, 副教授。E-mail: jdmm24@me.com

的研究日益受到重视。王宝华等<sup>[2-3]</sup>的研究结果表明腺毛密度在烤烟不同品种、不同叶位、不同脉间区均有变异, 而腰叶腺毛密度变化相对较小; 查宏波等人<sup>[4-5]</sup>对不同烤烟品种间的腺毛密度进行了系统的比较, 发现品种间差异显著; 但烤烟的腺毛密度随着生态条件、栽培条件的改变也会有一定的变化<sup>[6-9]</sup>。一般认为, 烤烟腺毛的数量特征可作为品种筛选的参考指标, 但是对烤烟品种间腺毛密度比较的研究还比较少<sup>[4-5,10]</sup>, 进行该方面的研究一方面可丰富烟草腺毛的理论研究, 同时也可以为地区内的烤烟品种筛选提供理论参考。

本研究选择相同栽培条件下的 K346、NC82 等 10 个烤烟品种, 选择生长发育均匀一致的烟株自腰叶采摘农艺性状成熟的烟叶, 进行腺毛密度观察、统计和研究。因烤烟腰叶不同叶位间的叶片腺毛密度变化较小<sup>[2]</sup>, 所以用腺毛密度时取样部位为中部叶片可更客观的反映出品种的特征。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

研究所用的烤烟品种皆为黑龙江省烟草公司牡丹江烟草研究所提供, 采自牡丹江温春烟草实验场, 选取 10 个烤烟品种 G28、K346、K326、RG11、吉烟 7 号、中烟 90、87414、8021、云烟 85 和 NC82 作为研究对象。

### 1.2 试验方法

选择供试品种生长发育均匀一致的烟株自腰叶

采摘农艺性状成熟的烟叶, 分别撕取不同品种叶片的主脉旁叶基向叶尖第 3 侧脉处上、下表皮, 经卡诺固定并番红染色制作永久装片。用 Olympus 光学显微镜观察烟叶上、下表皮腺毛类型及数量, 每个品种随机选取 10 块材料, 每个材料中随机选取 3 个视野 (单个视野面积  $0.915624 \text{ mm}^2$ ); 各品种 10 片烟叶 30 个观察值的平均值为腺毛数量, 统计成熟叶的上、下表皮及全表皮的腺毛密度 (根/ $\text{cm}^2$ ) 以及不同类型腺毛在腺毛总体中所占的比例。

### 1.3 统计方法

描述性统计分析采用 SPSS20.0 进行。

## 2 结果与分析

10 个烤烟品种烟叶表面腺毛形态类型包括长柄腺毛、短柄腺毛和分枝腺毛, 以长柄腺毛、短柄腺毛为主, 与现有的研究结果一致<sup>[1-2]</sup>。因分枝腺毛在腺毛总体中的数量很少, 腺毛密度统计时并入长柄腺毛类型。

### 2.1 烤烟品种间上表皮腺毛的密度特征

从表 1 数据可知 10 个供试烤烟品种中, K326 的长柄、短柄腺毛的数量相同, RG11 的短柄腺毛数量略占优势; 其余 8 个品种的上表皮的腺毛表现出较一致的分布规律, 为长柄腺毛密度 > 短柄腺毛密度, 长柄和短柄腺毛数量比均大于 1, 其中 87414 的长柄腺毛在腺毛总体中占的比例高达 83.6%, 说明在烤烟中长柄腺毛是叶片上表皮的优势腺毛。

表 1 不同烤烟品种叶片上表皮各类型腺毛密度和组成比例

Table 1 Trichome density and composition proportion in the upper epidermis of different flue-cured tobacco leaf

品 种 Variety	腺毛密度 Trichome density	长柄腺毛		短柄腺毛		长柄/短柄 Long handle/ short handle
		Long handle trichome		Short handle trichome		
		密度 Density	比例/% Proportion	密度 Density	比例/% Proportion	
G28	502.4	385.9	76.8	116.5	23.2	3.31
K346	626.2	378.6	60.5	247.6	39.5	1.53
K326	233.1	116.5	50.0	116.5	50.0	1.00
RG11	531.5	262.1	49.3	269.4	50.7	0.97
吉烟 7 号 No.7 Jiyan	531.5	378.6	71.2	152.9	28.8	2.48
中烟 90 Zhongyan90	487.9	247.6	50.7	240.3	49.3	1.03
87414	531.6	444.2	83.6	87.3	16.4	5.09
8021	429.5	233.0	54.2	196.5	45.8	1.19
云烟 85 Yunyan85	560.6	415.0	74.0	145.6	26.0	2.85
NC82	495.1	305.8	61.8	189.3	38.2	1.62
变异系数 CV	0.21	0.32	0.20	0.35	0.34	0.64

长柄腺毛密度范围为  $116.5 \sim 444.2 \text{ 根} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 平均  $316.7 \text{ 根} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 变异系数 0.32, 87414 和 G28 的密度最高; 短柄腺毛密度范围为  $87.3 \sim 269 \text{ 根} \cdot \text{cm}^{-2}$ ,

平均  $176.2 \text{ 根} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 变异系数 0.35, RG11 和 K346 的密度最高。

上表皮 的总腺毛密度范围为  $233.1 \sim 626.2$

根·cm<sup>-2</sup>，平均 492.94 根·cm<sup>-2</sup>，变异系数 0.21；10 个品种上表皮的腺毛密度排序为 K346>云烟 85>87414>RG11=吉烟 7 号>G28>NC82>中烟 90>8021>K326。

## 2.2 烤烟品种间下表皮腺毛的密度特征

表 2 的数据显示出 10 个供试烤烟品种在叶下表皮的腺毛表现出一致的分布规律，长柄腺毛密度>短柄腺毛密度，长柄和短柄腺毛数量比均大于 3.5；其中 87414 的长柄腺毛在腺毛总体中占的比例高达 94.8%，和短柄腺毛的数量比也达到了 18.3，长柄

腺毛也是烤烟叶片下表皮的优势腺毛。

下表皮的长柄腺毛密度范围为 480.5~808.2 根·cm<sup>-2</sup>，平均 714.8 根·cm<sup>-2</sup>，占下表皮的腺毛总体 77%以上，其中吉烟 7 号和 87414 的密度最高；长柄腺毛密度变异系数和下表皮总腺毛密度的相同为 0.14，所以长柄腺毛的数量在表皮腺毛总体中占绝对优势。短柄腺毛密度范围为 43.7~203 根·cm<sup>-2</sup>，平均 112.9 根·cm<sup>-2</sup>，变异系数 0.45，中烟 90 的密度最高。

表 2 不同烤烟品种叶片下表皮各类型腺毛密度和组成比例

Table 2 Trichome and composition proportion in the lower epidermis of different flue-cured tobacco leaf

品种 Variety	腺毛密度/根·cm <sup>-2</sup> Trichome density	长柄腺毛 Long handle trichome		短柄腺毛 Short handle trichome		长柄/短柄 Long handle/ short handle
		密度/根·cm <sup>-2</sup> Density	比例/% Proportion	密度/根·cm <sup>-2</sup> Density	比例/% Proportion	
		G28	757.2	648.0	85.6	
K346	808.2	720.8	89.2	87.4	10.8	18.33
K326	618.9	480.5	77.6	138.4	22.4	5.93
RG11	677.1	611.6	90.3	65.5	9.7	3.47
吉烟 7 号 No.7 Jiyan	968.4	808.2	83.5	160.2	16.5	8.25
中烟 90 Zhongyan90	968.4	764.5	78.9	203.9	21.1	7.15
87414	844.6	800.9	94.8	43.7	5.2	9.34
8021	837.4	688.1	82.2	149.3	17.8	5.04
云烟 85 Yunyan85	771.8	706.3	91.5	65.5	8.5	10.78
NC82	771.8	677.1	87.7	94.7	12.3	3.75
变异系数 CV	0.14	0.14	0.06	0.45	0.40	0.58

表 3 各烤烟品种叶片全表皮各类型腺毛密度和组成比例

Table 3 Trichome density and composition proportion in the epidermis of different flue-cured tobacco leaf

品种 Variety	腺毛密度/根·cm <sup>-2</sup> Trichomes density	长柄腺毛 Long trichomes		短柄腺毛 Short trichomes		长柄/短柄 Long handle/ short handle
		密度/根·cm <sup>-2</sup> Density	比例/% Proportion	密度/根·cm <sup>-2</sup> Density	比例/% Proportion	
		G28	1259.6	1033.8	82.1	
K346	1434.4	1099.4	76.6	335.0	23.4	3.28
K326	851.8	597.0	70.1	254.8	29.9	2.34
RG11	1208.8	873.8	72.3	335.0	27.7	2.61
吉烟 7 号 No.7 Jiyan	1500.0	1186.8	79.1	313.2	20.9	3.79
中烟 90 Zhongyan90	1456.2	1012.0	69.5	444.2	30.5	2.28
87414	1376.2	1245.0	90.5	131.0	9.5	9.50
8021	1267.0	921.2	72.7	346.0	27.3	2.66
云烟 85 Yunyan85	1332.4	1121.2	84.1	211.2	15.9	5.31
NC82	1266.8	983.0	77.6	283.8	22.4	3.46
变异系数 CV	0.14	0.18	0.09	0.30	0.30	0.54

下表皮的总腺毛密度范围为 618.9~968.4 根·cm<sup>-2</sup>，平均 827.6 根·cm<sup>-2</sup>，吉烟 7 号和中烟 90 的密度高达 968.4 根·cm<sup>-2</sup>；10 个品种下表皮的腺毛密度排序为吉烟 7 号=中烟 90>87414>8021 K346>NC82=云烟 85>G28>RG11>K326。

## 2.3 烤烟品种间全表皮腺毛的密度

根据表 3 的观察结果，10 个烤烟品种间的各类型腺毛的组成比例和总腺毛密度均具有一定差异。

在全表皮的腺毛密度中长柄腺毛是优势腺毛，长柄和短柄腺毛的比值在 2.34~9.5 之间，变异系数

0.54 说明品种间差异较大; 按照长柄腺毛的密度顺序为: 吉烟 7 号>87414>中烟 90>K346>云烟 85>8021>NC82>G28>RG11>K326; 在 10 个品种间长柄腺毛的变异系数是 0.18, 其在腺毛总体中所占比例的变异系数较小为 0.09, 品种间长柄腺毛所占的比例集中在 70%~90%之间。短柄腺毛在腺毛总体中所占的比例为 9.5%~30.5%, 其密度最高的是全表皮腺毛密度也较高的中烟 90。

10 个烤烟品种的全表皮腺毛密度在 851~1500.0 根·cm<sup>-2</sup>, 平均为 1295.3 根·cm<sup>-2</sup>, 最高的是吉烟 7 号和中烟 90; 品种的总腺毛密度的变异系数为 0.14, 和下表皮总腺毛密度的品种间变异系数一致, 说明下表皮腺毛的数量和分布直接影响叶片的腺毛总体。全表皮腺毛的密度大小顺序为: 吉烟 7 号>中烟 90>K346>87414>云烟 85>8021>NC82>G28>RG11>K326。

#### 2.4 烤烟上、下表皮腺毛的密度比较

根据表 1 和表 2 的数据, 分别对 10 个品种间的腺毛密度、长柄腺毛密度和短柄腺毛密度进行位置(上、下表皮)的单因素方差分析。结果表明 10 个烤烟品种间上、下表皮的腺毛密度差异极显著( $F=41.053, P<0.01$ )。10 个烤烟品种烟叶下表皮的腺毛密度均明显高于上表皮, 即下表皮的腺毛在腺毛总体中占的比例较大, 一般是上表皮腺毛的 1.28~2.66 倍。

在 10 个品种中观察到下表皮的长柄腺毛密度均明显大于上表皮, 是上表皮密度的 1.68~4.12 倍, 差异极显著( $F=70.543, P<0.01$ ), 与腺毛总体分布趋势基本一致。短柄腺毛的密度在叶上、下表皮的差距也是显著的( $F=6.466, P<0.05$ ), 除了 K326 和‘吉烟七号’的下表皮腺毛密度略高于上表皮, 其余 8 个品种的短柄腺毛密度都是上表皮大于下表皮, 这是和长柄腺毛不一样的分布趋势; 从比例上来讲, 短柄腺毛在各品种上表皮腺毛中所占的比例普遍高于下表皮, 一般在 16%~50.7%, 而其在各品种下表皮腺毛中的比例则在 5.2%~22.4%。

### 3 小结与讨论

通过光学显微镜下对烤烟腺毛的观察和统计, 烤烟腺毛分为长柄腺毛和短柄腺毛 2 大类, 长柄腺毛是烤烟叶片的腺毛的主要类型, 对总体腺毛密度和烟叶品质的贡献应是最大的; 占较小比例的短柄腺毛数量在烟叶的发育中比较稳定<sup>[10-11]</sup>, 对烟叶香气和吃味的贡献是不可忽视的。对烤烟叶片上、下、全表皮腺毛密度统计数据显示, 腺毛的密度、各腺

毛的组成比例在品种间具有明显差异。

(1) 10 个供试烤烟品种的上、下表皮腺毛密度, 长柄腺毛均是优势腺毛, 在全表皮的腺毛密度中长柄腺毛所占比例(69.5%~90.5%)明显高于短柄腺毛, 长柄和短柄腺毛的比值在 2.34~9.5 之间, 品种间差异明显; 在下表皮中表现的更显著, 长柄和短柄腺毛密度比值为 3.47~18.33。与前人对香料烟、烤烟等烟草类型的研究结论一致<sup>[2,10-11]</sup>, 但程君奇等<sup>[12]</sup>对白肋烟进行腺毛密度研究使用了调制后的烟叶, 并将属于长柄腺毛大类的小腺毛和无头腺毛分出, 导致长柄腺毛的密度大大降低, 从而得出短柄腺毛占优势的结论。

短柄腺毛的数量在供试烤烟品种中均较少, 只在上表皮的腺毛密度 K326 和 RG11 中短柄腺毛密度大于或等于长柄腺毛, 同时短柄腺毛的品种间变异系数(0.35)则略高于长柄腺毛(0.32); 短柄腺毛在下表皮腺毛中所占的比例比上表皮有所下降, 其密度值品种间变异系数(0.45)明显高于长柄腺毛和下表皮的总腺毛, 这说明短柄腺毛的品种间差异性较大。根据周世民<sup>[9]</sup>和张钊<sup>[13]</sup>的研究, 长柄腺毛对环境因素变化更为敏感, 而短柄腺毛的遗传稳定性较强, 其密度特征在一定程度上应该可以反映出品种特征。

(2) 根据对 10 个烤烟品种叶片上、下表皮腺毛的密度比较, 烤烟叶片上、下表皮的腺毛密度差异极显著( $F=41.053, P<0.01$ ), 下表皮的腺毛密度均明显高于上表皮; 下表皮的长柄腺毛密度也均明显大于上表皮, 差异极显著( $F=70.543, P<0.01$ ); 而品种总体的全表皮腺毛密度和下表皮总腺毛密度的变异系数(0.14)一致, 也说明下表皮腺毛的数量和分布直接影响叶片腺毛总体。这是在近年来烤烟成熟叶片腺毛研究中较为一致的分布规律<sup>[5,14]</sup>, 一般认为是烟叶上表皮的腺毛容易受风、雨、外部操作等因素影响, 而且叶背面的微环境更适于腺毛的生长。在早期刘云<sup>[15]</sup>和陈碧珍等<sup>[16]</sup>的研究中则有正好相反的结论, 即认为烤烟叶上表皮腺毛密度高于下表皮, 她们的研究对象是实验室培育种苗的幼叶, 这反映出腺毛的发生和分布在叶片的不同发育阶段存在一定的差异, 而在进行品种间腺毛比较研究时以田间栽培的烟草作为研究对象更具有现实意义和指导价值。

短柄腺毛的密度在上表皮腺毛中普遍高于下表皮, 除 K326 和‘吉烟七号’外都是上表皮密度大于下表皮, 差异显著( $F=6.466, P<0.05$ )。这种现象和白肋烟的腺毛密度性状表现出相似规律<sup>[12,17]</sup>,

在烤烟腺毛的研究中则比较少见<sup>[3,14]</sup>,如在李鹏飞等<sup>[5]</sup>的研究的11个烤烟品种中,短柄腺毛只有NC82是上表皮高于下表皮,而在对黑龙江省栽培的一系列烤烟品种腺毛观察中,多数品种的短柄腺毛表现出上表皮密度较高的现象<sup>[10]</sup>。这应该是因为上表皮的腺毛发育早于下表皮<sup>[15]</sup>,长柄腺毛在烟叶农艺性状成熟过程中更容易损失数量较少,而短柄腺毛发育发生较晚,且只有1个柄细胞并贴附叶表面不受外界环境影响<sup>[18]</sup>,数量更稳定。

(3) 相同栽培条件下10个烤烟品种均具特有腺毛密度,远低于香料烟(3302~5447根·cm<sup>-2</sup>)<sup>[19]</sup>,高于白肋烟中部叶片(786~1068根·cm<sup>-2</sup>)<sup>[12]</sup>,830.8~1003.8根·cm<sup>-2</sup><sup>[17]</sup>)。10个品种上表皮的腺毛密度排序为K346>云烟85>87414>RG11=吉烟7号>G28>NC82>中烟90>8021>K326,下表皮的腺毛密度排序为吉烟7号=中烟90>87414>8021 K346>NC82=云烟85>G28>RG11>K326,全表皮腺毛的密度排序为吉烟7号>中烟90>K346>87414>云烟85>8021>NC82>G28>RG11>K326。按照下表皮和全表皮腺毛密度排序大部分吻合,说明下表皮腺毛密度对全表皮腺毛密度有重要的影响,但在进行有关检验和研究中进行全表皮的腺毛观察更为客观。

全表皮腺毛密度排序与牡丹江烟草研究所提供的评吸结果大部分吻合,其中腺毛密度较高的吉烟7号和中烟90在黑龙江省范围内推广种植。说明烤烟叶片腺毛密度在一定程度上反映该烤烟品种的品质特征,具有明显的品种差异性,在进行烤烟品种的选育、品质鉴定时应充分考虑该特性。

(4) 综合本研究的数据和前人的文献结果进行比较发现,栽培环境、生态条件、田间管理等外在因素对烤烟腺毛的密度影响较大<sup>[6-9,20]</sup>。在本研究中腺毛密度最低的品种K326(全表皮密度851.8根·cm<sup>-2</sup>),在云南省栽培的植株中部成熟叶的腺毛密度可达1303根·cm<sup>-2</sup><sup>[3]</sup>或腰叶腺毛密度高达2250根·cm<sup>-2</sup><sup>[4]</sup>,贵州省栽培的中部成熟叶片腺毛密度2282.4根·cm<sup>-2</sup><sup>[14]</sup>,反映出不同栽培地区烤烟腺毛密度变化较大。本研究中的K346、K326、RG11、云烟85及NC82的全表皮腺毛密度(1434.4、851.8、1208.8、1332.4和1266.8根·cm<sup>-2</sup>)普遍高于湖南省(793.6、875.0、1079.6、1041.7和715.9根·cm<sup>-2</sup>)<sup>[5]</sup>,同比全表皮短柄腺毛的比例也多高于湖南省<sup>[5]</sup>的数据,这说明环境条件对腺毛组成比例也有一定影响。

腺毛是烤烟叶片的重要结构,对烤烟的香气品

质有重要的影响,其密度可作为品种筛选的指标。但是,在使用腺毛密度进行相关的评估时也有较多的限制条件,应充分考虑生长环境、腺毛分泌物的成分、分泌活动的周期等诸多烟叶的质量性状。因其可以较好的反映相同栽培条件下同一生长期的品种间差异,更适合应用于局部地区的烤烟品种筛选。

## 参考文献:

- [1] Barrera R W, Rensman E A. Trichome type, density and distribution on the leaves of certain tobacco varieties and hybrids[J]. *Tob Sci*, 1966(10): 157-161.
- [2] 王宝华. 烟叶的植物学特性的观察 I 烤烟叶片腺毛密度及其与烟叶品质和化学成分的关系[J]. *中国烟草科学*, 1983(2): 1-6.
- [3] 孔光辉, 宗会. 不同部位成熟烟叶腺毛密度及其分泌物的研究[J]. *中国农学通报*, 2006, 22(12): 108-110.
- [4] 查宏波, 蔡忠山, 黄韡, 等. 不同烤烟品种烟叶腺毛密度的差异性[J]. *烟草科技*, 2003(10): 43-44.
- [5] 李鹏飞, 周冀衡, 邵岩, 等. 不同烤烟品种成熟过程中各类腺毛密度的变化[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2005, 31(2): 133-137.
- [6] 薛小平, 潘文杰, 陈伟, 等. 不同生态条件对烟叶腺毛密度的影响[J]. *西南农业学报*, 2010, 23(6): 2185-2188.
- [7] 周金仙. 不同生态条件下烟草品种烟叶腺毛密度的变化[J]. *中国农学通报*, 2007, 23(7): 156-159.
- [8] 齐永杰, 徐锦锦, 梁伟. 干旱胁迫对烟草腺毛密度及叶面分泌物的影响[J]. *广东农业科学*, 2008(6): 39-41; 49.
- [9] 周世民, 韩延, 符小鹏, 等. 肥料类型对香料烟叶片腺毛密度的影响[J]. *烟草科技*, 2007(7): 55-57.
- [10] 薛晓明. 烤烟腺毛的形态学观察和密度研究[J]. *中国农学通报*, 2012, 28(04): 98-103.
- [11] 高致明, 刘国顺. 香料烟叶片腺毛及分泌细胞的研究[J]. *河南农业大学学报*, 1996(4): 329-332.
- [12] 程君奇, 周群, 王毅, 等. 白肋烟烟叶表皮腺毛密度品种间的差异性研究[J]. *中国烟草科学*, 2010, 31(1): 47-52.
- [13] 张钊, 周冀衡, 黄琰. 镁营养状况对烟叶各类腺毛密度的影响[J]. *湖南农业科学*, 2007(4): 122-124.
- [14] 杨天沛, 薛小平, 潘文杰, 等. 不同品种烟叶腺毛密度差异分析[J]. *江西农业学报*, 2010, 22(11): 79-80.
- [15] 刘云, 陈今朝, 韩善华. 烟草叶片腺毛的研究[J]. *四川师范大学学报: 自然科学版*, 2003, 26(4): 414-416.
- [16] 陈碧珍. 烤烟不同品种叶片结构的解剖观察[J]. *福建农学院学报: 自然科学版*, 1993, 22(2): 241-246.
- [17] 周群, 林国平, 程君奇, 等. 不同白肋烟品种叶面腺毛密度的动态变化[J]. *湖北农业科学*, 2009, 48(2): 373-375.
- [18] 薛晓明, 侯森林, 于丽杰, 等. 烤烟叶片表面腺毛的扫描电子显微镜观察[J]. *江苏农业科学*, 2011, 39(6): 175-178.
- [19] 杨志新, 罗建蓉, 陈学军, 等. 几个香料烟品种及其子代的腺毛密度差异比较[J]. *福建农林大学学报: 自然科学版*, 2012, 41(2): 118-121.
- [20] 于卫松, 王暖春, 方松, 等. 豆饼有机肥对烤烟烟叶腺毛密度的影响[J]. *江西农业学报*, 2012, 24(2): 94-95.