

# 姜品种叶片形态学研究

高德民<sup>1</sup>, 樊守金<sup>2\*</sup>

(1. 山东中医药大学药学院, 济南 250014; 2. 山东师范大学生命科学学院, 济南 250014)

**摘要:** 用光镜和电镜对姜(*Zingiber officinale* Rosc.) 20 个品种的叶表皮细胞、气孔器进行了观察, 对叶形指数进行了研究。结果表明, 姜叶片表皮细胞的形状主要有正六边形、长六边形和不规则六边形 3 种类型。气孔器均为平列型, 气孔器的宽度为 21.5–31.0  $\mu\text{m}$ , 气孔器指数为 1.75–8.22, 叶形指数在品种间有较大差异。表皮的这些特征为确定品种间亲缘关系提供了依据。

**关键词:** 姜; 叶表皮; 形态学

中图分类号: Q944.56

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2007)04-0324-09

## Leaf Morphology in Ginger Cultivars

GAO De-min<sup>1</sup>, FAN Shou-jin<sup>2\*</sup>

(1. College of Pharmacy, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China;

2. School of Life Science, Shandong Normal University, Jinan 250014, China)

**Abstract:** Leaf epidermal cells and stomatal apparatuses in 20 ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) cultivars were observed under light microscope and scanning electron microscope and leaf shape index was examined as well. The leaf epidermal cells are hexagonal, long hexagonal and irregular hexagonal in shape. Stomatal apparatuses are all paracytic type with 21.5–31.0  $\mu\text{m}$  in width. The stomatal apparatus indices are from 1.75 to 8.22 and leaf shape indices vary greatly. The characters of leaf epidermis can be used in elucidating the relationship among the cultivars.

**Key words:** Ginger; Leaf epidermis; Morphology

姜(*Zingiber officinale* Rosc.)别名生姜、干姜, 为多年生单子叶草本植物。姜不仅是一种重要的香辛调味品, 还是传统的中药材, 在抗氧化<sup>[1]</sup>、防腐抑菌<sup>[2]</sup>、医药保健<sup>[3]</sup>等方面都有很好的效果, 人们对姜的研究也主要集中在这几方面, 而对姜的形态学研究却较少。综合国内外的研究现状, 姜的形态学研究主要包括姜的花粉特征<sup>[4]</sup>、叶片<sup>[5]</sup>和根状茎的解剖特征等内容。对姜因适应性强而在系统演化过程中形成的诸多品种, 却没有系统的形态学研究, 而姜品种资源叶形指数的研究也尚未见报道。为了正确地进行品种鉴定, 本文对姜的 20 个品种的叶片进

行系统的形态学比较研究, 以了解、认识姜品种之间的相互关系, 同时为 GAP 基地建设提供科学的依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料和处理

供试材料取自山东莱芜农业科学研究所收集的在全国有代表性的 18 个姜品种和日本、泰国各 1 个品种, 共 20 个品种(表 1)。每品种取成熟叶片近中脉处 1  $\text{cm}^2$  的叶片用 FAA 固定液固定, 并用成熟植株制成标本, 腊叶标本保存于山东师范大学标本

收稿日期: 2006-08-02 接受日期: 2006-11-24

基金项目: 山东省科技厅 2002 项目资助

\* 通讯作者 Corresponding author

馆内。从固定液中取出叶片,用清水冲洗,然后浸入1%–5%的次氯酸钠中,离析6–10 h,待材料完全透明时取下上、下表皮,清水冲洗后,用苯胺番红染色15 min,取近中脉处表皮制片,在Olympus BH-2显微镜下观察并照相。

从FAA固定液中取出成熟叶片,经各级梯度酒精(50%、70%、80%、90%、100%、100%)脱水后,剪成4 mm<sup>2</sup>小方块,用双面胶带固定在样品台上,喷金镀膜后于S-570型扫描电镜下观察气孔器的特征与叶表皮纹理并照相。

表1 植物材料与来源  
Table 1 Source of materials and vouchers

序号 No.	品种 Cultivar	来源 Origin	凭证标本 Voucher	序号 No.	品种 Cultivar	来源 Origin	凭证标本 Voucher
1	小临黄姜 Xiaolin	浙江 Zhejiang	高德民021001	11	五指岩小姜 Wuzhiyan	浙江 Zhejiang	高德民0210011
2	张良小姜 Zhangliang	河南 Henan	高德民021002	12	湖北小姜 Hubei	湖北 Hubei	高德民0210012
3	云南小姜 Yunnan	云南 Yunnan	高德民021003	13	河南小姜 Henan	河南 Henan	高德民0210013
4	林泉小姜 Linxiao	安徽 Anhui	高德民021004	14	魏述大姜 Weishu	日本 Japan	高德民0210014
5	林泉大姜 Linda	安徽 Anhui	高德民021005	15	安丘大姜 Anqiu	山东 Shandong	高德民0210015
6	大肉姜 Guangdong	广东 Guangdong	高德民021006	16	来凤小姜 Laifeng	湖北 Hubei	高德民0210016
7	遂川小姜 Suichuan	江西 Jiangxi	高德民021007	17	大白姜 Taiguo	泰国 Thailand	高德民0210017
8	竹子姜 Fujian	福建 Fujian	高德民021008	18	莱芜小姜 Laixiao	山东 Shandong	高德民0210018
9	兴国小姜 Xingguo	江西 Jiangxi	高德民021009	19	龙口大姜 Longkou	山东 Shandong	高德民0210019
10	嘉兴新丰小姜 Jiaxing	浙江 Zhejiang	高德民0210010	20	莱芜大姜 Laida	山东 Shandong	高德民0210020

## 1.2 气孔器密度

每品种在显微镜(放大倍数400)下选取较明亮的视野20个,计算出单位面积(mm<sup>2</sup>)内气孔器的数目(个)。

## 1.3 气孔器大小

气孔器大小是指气孔器短轴方向的长度(长)和长轴方向的长度(宽)。以30个气孔器的平均值表示。

## 1.4 气孔器指数

单位视野气孔器数目(S)(放大倍数400),单位视野表皮细胞数(P)均取自叶表皮切片中的20个视野的平均值,气孔器指数(Stomatal apparatus index)按下式计算: $I=100S/(S+P)^{0.6}$ (100表示单位面积上气孔数占总表皮细胞和气孔器数目的百分率的倍数)。

## 1.5 叶形指数

测定植株上2片最大叶的长度和宽度,以长/宽表示叶形指数(Leaf shape index)。

## 1.6 变异系数

根据气孔器的密度、大小、指数和叶形指数,分别计算出它们的平均数和标准差,然后用标准差除

以平均值求得变异系数。

## 2 结果和分析

### 2.1 表皮细胞

从表2可看出,姜20个品种的表皮细胞(表面观)主要有正六边形、长六边形和不规则六边形3种类型。表皮细胞之间的垂周壁平直或略弯曲,细胞结合紧密,细胞壁厚,外有零星的表皮毛或特化成圆盘状的腺体(图版II:21,图版III:42);角质层杆状,与气孔器平行或垂直,蜡质纹饰呈杆状体或稀疏杆状体(表3);无细胞间隙。

### 2.2 气孔器

#### 2.2.1 气孔器形状、密度、大小

根据Dilcher<sup>[7]</sup>的概念,气孔器为平列型,呈椭圆形或长椭圆形,其长/宽在0.2099–0.3796之间。外拱盖外缘光滑或者浅波状,内有杆状条纹,内缘光滑或有颗粒。从表2中可看出,下表皮气孔器的密度明显高于上表皮,下表皮气孔器密度为105.9–163.4个mm<sup>-2</sup>。气孔器宽度为21.50–31.00 μm,长度为5.30–9.50 μm。气孔器的密度和大小与品种的遗传特性有关,也受外界因素的强烈影响。由表4可知,气孔器宽度的变异系数最小,性状较气孔器长

表 2 姜品种叶表皮特征  
Table 2 Characters of leaf epidermis in ginger cultivars

品种 Cultivar	气孔器 Stomatal apparatus						表皮 Epidermis		图版 Plate
	大小 Size ( $\mu\text{m}$ )		长/宽 L/W	密度 Density (Number $\text{mm}^{-2}$ )		气孔器指数 Stomatal apparatus index	细胞形状 Cell shape	垂周壁 Anticlinal wall	
	长 Length	宽 Width		下表皮 Lower epidermis	上表皮 Upper epidermis				
小临黄姜 Xiaolin	5.80	24.75	0.2343	147.5	44.6	6.79	近正六边形 Subhexagonal	平直 Straight	I : 1
张良小姜 Zhangliang	9.50	28.80	0.3299	158.4	46.5	1.78	正六边形 Hexagonal	平直 Straight	I : 2
云南小姜 Yunnan	8.80	27.50	0.3200	122.8	38.6	7.13	近正六边形 Subhexagonal	平直 Straight	I : 3
林泉小姜 Linxiao	8.50	31.00	0.2742	132.7	46.5	8.22	不规则六边形 Irregular hexagonal	平直 Straight	I : 4
林泉大姜 Linda	7.50	21.80	0.3440	105.9	38.6	6.00	长六边形 Long hexagonal	平直 Straight	I : 5
大肉姜 Guangdong	8.00	24.25	0.3299	131.7	42.6	5.46	不规则六边形 Irregular hexagonal	平直 Straight	I : 6
遂川小姜 Suichuan	5.30	25.25	0.2099	163.4	35.6	2.35	长六边形 Long hexagonal	略弯曲 Slightly curved	I : 7
竹子姜 Fujian	9.30	24.50	0.3796	111.9	40.6	1.75	长六边形 Long hexagonal	略弯曲 Slightly curved	I : 8
兴国小姜 Xingguo	7.80	25.00	0.3120	143.6	36.6	6.03	不规则六边形 Irregular hexagonal	略弯曲 Slightly curved	I : 9
嘉兴新丰小姜 Jiaxing	5.75	25.30	0.2272	151.5	37.6	6.69	正六边形 Hexagonal	略弯曲 Slightly curved	I : 10
五指岩小姜 Wuzhiyan	8.50	26.25	0.3238	160.4	36.6	6.37	正六边形 Hexagonal	略弯曲 Slightly curved	I : 11
湖北小姜 Hubei	7.50	25.50	0.2941	128.7	45.5	2.87	正六边形 Hexagonal	平直 Straight	I : 12
河南小姜 Henan	9.80	29.30	0.3345	143.6	38.6	7.40	不规则六边形 Irregular hexagonal	平直 Straight	I : 13
魏述大姜 Weishu	7.30	23.75	0.3074	143.6	42.6	2.55	不规则六边形 Irregular hexagonal	平直 Straight	I : 14
安丘大姜 Anqiu	5.80	24.75	0.2343	167.3	38.6	2.56	长六边形 Long hexagonal	平直 Straight	I : 15
来凤小姜 Laifeng	5.75	21.50	0.2674	129.7	48.5	3.17	不规则六边形 Irregular hexagonal	平直 Straight	II : 16
大白姜 Taiguo	6.50	25.75	0.2524	126.7	45.5	6.09	长六边形 Long hexagonal	略弯曲 Slightly curved	II : 17
莱芜小姜 Laixiao	8.30	29.00	0.2862	128.7	36.6	2.33	正六边形 Hexagonal	平直 Straight	II : 18
龙口大姜 Longkou	7.30	26.75	0.2729	138.6	44.6	2.87	长六边形 Long hexagonal	平直 Straight	II : 19
莱芜大姜 Laida	7.50	24.00	0.3125	163.4	38.6	7.11	长六边形 Long hexagonal	略弯曲 Slightly curved	II : 20

度和密度稳定,建议把气孔器密度和长度作为二级分类性状来参考,同时考虑把气孔器宽度作为姜品种分类上一个新的重要性状。由表 2 可知,莱芜小姜的气孔器宽度为 29.00  $\mu\text{m}$ ,与安丘大姜、莱芜大

姜、龙口大姜的气孔器宽度差异明显,推测莱芜小姜与它们的关系较远;浙江的 3 个品种中,五指岩小姜与嘉兴新丰小姜的气孔器宽度比较接近,而与小临黄姜的相差较远,表明它们之间既有较高的相

表3 气孔器的特征  
Table 3 Characters of stomatal apparatuses in ginger cultivars

品种 Cultivar	形状 Shape	外拱盖 Outer stomatal ledge			蜡质纹饰 Wax sculpture	图版 Plate
		外缘	纹饰	内缘		
		Outer margin	Ornamentation	Inner margin		
小临黄姜 Xiaolin	长椭圆形 Long-elliptic	光滑 Smooth	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	疏杆状体 Lax rhabdoid	II:22
张良小姜 Zhangliang	椭圆形 Elliptic	浅波状 Sinuolate	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	疏杆状体 Lax rhabdoid	II:23
云南小姜 Yunnan	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	脑纹状 Cerebelloid	颗粒状 Granular	杆状体 Rhabdoid	II:24
林泉小姜 Linxiao	长椭圆形 Long-elliptic	浅波状 Sinuolate	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	疏杆状体 Lax rhabdoid	II:25
林泉大姜 Linda	椭圆形 Elliptic	浅波状 Sinuolate	脑纹状 Cerebelloid	颗粒状 Granular	杆状体 Rhabdoid	II:26
大肉姜 Guangdong	椭圆形 Elliptic	浅波状 Sinuolate	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	疏杆状体 Lax rhabdoid	II:27
遂川小姜 Suichuan	长椭圆形 Long-elliptic	光滑 Smooth	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	杆状体 Rhabdoid	III:28
竹子姜 Fujian	椭圆形 Elliptic	波状 Sinuate	脑纹状 Cerebelloid	颗粒状 Granular	疏杆状体 Lax rhabdoid	III:29
兴国小姜 Xingguo	椭圆形 Elliptic	浅波状 Sinuolate	脑纹状 Cerebelloid	颗粒状 Granular	杆状体 Rhabdoid	III:30
嘉兴新丰小姜 Jiaxing	长椭圆形 Long-elliptic	光滑 Smooth	脑纹状 Cerebelloid	颗粒状 Granular	杆状体 Rhabdoid	III:31
五指岩小姜 Wuzhiyan	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	杆状体 Rhabdoid	III:32
湖北小姜 Hubei	长椭圆形 Long-elliptic	浅波状 Sinuolate	脑纹状 Cerebelloid	颗粒状 Granular	杆状体 Rhabdoid	III:33
河南小姜 Henan	椭圆形 Elliptic	浅波状 Sinuolate	脑纹状 Cerebelloid	颗粒状 Granular	杆状体 Rhabdoid	III:34
魏述大姜 Weishu	椭圆形 Elliptic	波状 Sinuate	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	杆状体 Rhabdoid	III:35
安丘大姜 Anqiu	长椭圆形 Long-elliptic	光滑 Smooth	脑纹状 Cerebelloid	颗粒状 Granular	杆状体 Rhabdoid	III:36
来凤小姜 Laifeng	长椭圆形 Long-elliptic	波状 Sinuate	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	杆状体 Rhabdoid	III:37
大白姜 Taiguo	长椭圆形 Long-elliptic	波状 Sinuate	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	杆状体 Rhabdoid	III:38
莱芜小姜 Laixiao	长椭圆形 Long-elliptic	波状 Sinuate	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	疏杆状体 Lax rhabdoid	III:39
龙口大姜 Longkou	长椭圆形 Long-elliptic	光滑 Smooth	脑纹状 Cerebelloid	颗粒状 Granular	杆状体 Rhabdoid	III:40
莱芜大姜 Laida	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	脑纹状 Cerebelloid	光滑 Smooth	杆状体 Rhabdoid	III:41

似性,也有明显的差异。

### 2.2.2 气孔器指数

气孔器指数反映了单位面积上气孔器的数目,具有相对的稳定性,据此可对不同来源的品种进行

鉴定。由表2可知,气孔器指数在品种间的变化较为显著,五指岩小姜、嘉兴新丰小姜与小临黄姜的气孔器指数分别为6.37、6.69、6.79,数值比较接近,而莱芜小姜与莱芜大姜的气孔器指数分别为2.33、

7.11, 与浙江的 3 个品种相差甚大, 推测浙江的 3 个品种亲缘关系较近, 而与山东的莱芜大姜和莱芜小姜的亲缘关系较远。

### 2.3 叶形指数

叶形指数在多数品种间存在极显著差异。同一品种的叶形特征应具有相对的同性和稳定性<sup>[8]</sup>, 在品种内的变异最小, 几乎不受叶片大小的影响,

它能比较准确地反映不同品种的叶形特征<sup>[9]</sup>。

从表 5 可见, 对同一产地的姜品种而言, 大姜的叶形指数通常大于小姜的; 日本魏述姜与泰国大姜原产地的地理位置差异虽然较大, 但叶形指数接近; 浙江嘉兴新丰小姜和五指岩小姜的叶形指数分别为 9.81 和 9.16, 差异不大, 但与浙江小临黄姜 (8.24) 相比, 差异甚明显。

表 4 姜品种气孔器的变异系数

Table 4 Coefficients of variation in stomatal apparatuses in ginger cultivars

	长 Length	宽 Width	密度 Density		气孔器指数 Stomatal apparatus index
			下表皮 Lower epidermis	上表皮 Upper epidermis	
平均值 Mean value	7.53	25.74	41.18	140.01	4.776
标准差 Standard deviation	1.36	2.43	1.75	0.41	2.24
变异系数 Variation coefficient (%)	18.04	9.43	12.40	9.88	47.00

表 5 姜品种的叶形指数

Table 5 Leaf shape indices of ginger cultivars

品种 Cultivar	长 (cm) Length	宽 (cm) Width	叶形指数 Leaf shape index	品种 Cultivar	长 (cm) Length	宽 (cm) Width	叶形指数 Leaf shape index
小临黄姜 Xiaolin	20.6	2.5	8.24	五指岩小姜 Wuzhiyan	22.9	2.5	9.16
张良小姜 Zhangliang	21.6	2.3	9.39	湖北小姜 Hubei	21.0	2.8	7.50
云南小姜 Yunnan	23.4	3.3	6.94	河南小姜 Henan	25.6	3.4	7.53
林泉小姜 Linxiao	22.3	2.9	7.69	魏述大姜 Weishu	25.2	3.1	8.13
林泉大姜 Linda	23.6	2.4	9.83	安丘大姜 Anqiu	22.0	2.6	8.46
大肉姜 Guangdong	23.9	2.6	9.19	来凤小姜 Laifeng	23.6	2.8	8.43
遂川小姜 Suichuan	22.0	2.7	8.15	大白姜 Taiguo	18.8	2.3	8.17
竹子姜 Fujian	22.1	2.4	9.21	莱芜小姜 Laixiao	21.5	3.1	6.94
兴国小姜 Xingguo	23.1	3.2	7.22	龙口大姜 Longkou	24.5	2.8	8.75
嘉兴新丰小姜 Jiaxing	25.5	2.6	9.81	莱芜大姜 Laida	20.2	2.8	7.21

## 3 讨论

通过对姜 20 个品种的叶表皮进行观察研究, 发现它们有许多相同或相似的形态学特征, 如气孔器类型、气孔器密度等, 说明这些姜品种叶表皮形态有一定的稳定性, 表明它们可能是一个亲缘关系较密切的自然类群。表皮细胞是植物种和品种鉴定的一个重要的分类学性状。表皮细胞的形状在不同品种之间差异明显, 如江西遂川小姜和福建竹子姜表皮细胞同为长六边形, 而有别于莱芜小姜; 安丘大姜、龙口大姜与莱芜大姜因表皮细胞形状基本相

同而存在比较近的关系。

气孔器是植物与外界进行水分、气体交换的重要通道, 它不仅执行着生命的基本功能, 还能为植物分类提供重要的解剖学性状依据。气孔器密度对水稻 (*Oryza sativa*)<sup>[10]</sup>、果树<sup>[11]</sup>的品种分类具有重要的价值, 而气孔器大小对葡萄 (*Vitis*)<sup>[12]</sup>的分类来说则更有意义。本研究认为气孔器大小尤其是横径的大小可以作为品种分类的一个重要性状, 而气孔器密度在品种间的差别不甚明显, 受环境影响较大, 且稳定性较差。通过相关性分析可知, 气孔器密度和大小间的相关系数为 0.1232, 呈微弱的正相关, 这与

其它属<sup>[12]</sup>或品种间气孔器密度和大小呈显著的负相关的结果截然不同,这主要是因为姜品种单位面积内的气孔器数目显著较少的缘故。

叶片是植物进行光合作用的场所,叶片性状是常用的一项参数。本研究在同一环境条件下,对我国不同产区的姜品种的叶片性状进行了初步研究,由于表现型是基因型与环境相互作用的结果,所以不同产区不同的条件下这些叶片性状的表现还待进一步研究。

综合气孔器特征和叶形指数,我们认为莱芜大姜、安丘大姜与龙口大姜亲缘关系较近,而与莱芜小姜关系较远,而浙江的小临黄姜、嘉兴新丰小姜与五指岩小姜3个品种存在着较显著的差异,这与我们<sup>[13]</sup>通过RAPD所得到的聚类分析结果相一致的。

## 参考文献

- [1] Zhang J X (张建新), Li L F (李兰芳). Pharmacological effects of ginger [J]. Hebei Med J (河北医药), 1993, 15(6):374-376. (in Chinese)
- [2] Qin W (秦伟). Study on utilization of *Zingiber officinale* in history and present [J]. Lishizhen Med Mat Med Res (时珍国医国药), 2000, 11(10):911-912. (in Chinese)
- [3] Li Z L (李兆龙). Medical studies of new ginger abroad [J]. Chin Pharm J (中国药学杂志), 1990, 25(4):231-232. (in Chinese)
- [4] Liang Y H (梁元徽). Studies of pollen morphology of Zingiberaceae in China - Type and classification [J]. Acta Phytotax Sin (植物分类学报), 1998, 26(4):265-281. (in Chinese)
- [5] Zhang Z X (张振贤), Guo Y K (寇延奎), Zou Q (邹琦). Effects of shading on ultrastructure of chloroplast and microstructure of ginger leaves [J]. Acta Hort Sin (园艺学报), 1999(2):96-100. (in Chinese)
- [6] Yang C S (杨春澍). Pharmaceutical Botany [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1997:90-91. (in Chinese)
- [7] Dilcher D L. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains [J]. Bot Rev, 1994, 40:1157.
- [8] Cheng Z H (程智慧), Du H F (杜慧芳), Meng H W (孟焕文), et al. Research on leaf characters of garlic germplasm [J]. J Jiangsu Agri Coll (江苏农学院学报), 1997, 18(1):69-72. (in Chinese)
- [9] Zhou Z W (周正威), Liu Z T (刘智通). A study on the leaf morphological trait value and its correlativity of Chinese chestnut (*Castanea mollissima* Bl.) [J]. Fujian Fruits (福建果树), 1998(3):9-11. (in Chinese)
- [10] Chen W F (陈温福), Cheng H W (程红卫), Liu L X (刘丽霞). Studies on the stomatal distribution and density in rice leaves [J]. J Shenyang Agri Univ (沈阳农业大学学报), 2000, 31(4):313-317. (in Chinese)
- [11] Yang C Y (杨传友), Miao L (苗良). Studies on the stomatal of apple leaves [J]. J Shandong Agri Univ (Nat Sci) (山东农业大学学报: 自然科学版), 1998, 29(1):8-14. (in Chinese)
- [12] Zhang Y L (张延龙), Niu L X (牛立新). Studies of leaf stomatal apparatus characters of *Vitis* from China [J]. Plant Res (植物研究), 1998, 17(3):315-319. (in Chinese)
- [13] Gao D M (高德民), Liu Z W (刘振伟), Fan S J (樊守金). RAPD analysis of genetic diversity among *Zingiber officinale* cultivars [J]. J Agri Biotechn (农业生物技术学报), 2006, 14(2):245-249. (in Chinese)

## 图版说明

### 图版 I

1-15. 光镜下叶下表皮细胞形态; ×450

1. 小临黄姜; 2. 张良小姜; 3. 云南小姜; 4. 林泉小姜; 5. 林泉大姜; 6. 大肉姜; 7. 遂川小姜; 8. 竹子姜; 9. 兴国小姜; 10. 嘉兴新丰小姜; 11. 五指岩小姜; 12. 湖北小姜; 13. 河南小姜; 14. 魏述大姜; 15. 安丘大姜;

### 图版 II

16-20. 光镜下叶下表皮细胞形态; ×450

16. 来凤小姜; 17. 大白姜; 18. 莱芜小姜; 19. 龙口大姜; 20. 莱芜大姜;
21. 电镜下张良小姜表皮毛与腺体; ×3 000
- 22-27. 电镜下气孔器形态特征与蜡质纹饰; ×2 000
22. 小临黄姜; 23. 张良小姜; 24. 云南小姜; 25. 林泉小姜; 26. 林泉大姜; 27. 大肉姜;

### 图版 III

28-41. 电镜下气孔器形态特征与蜡质纹饰; ×2 000

28. 遂川小姜; 29. 竹子姜; 30. 兴国小姜; 31. 嘉兴新丰小姜; 32. 五指岩小姜; 33. 湖北小姜; 34. 河南小姜; 35. 魏述大姜; 36. 安丘大姜; 37. 来凤小姜; 38. 大白姜; 39. 莱芜小姜; 40. 龙口大姜; 41. 莱芜大姜;
42. 电镜下嘉兴新丰小姜表皮毛与腺体。×3 000

## Explanation of plates

### Plate I

1-15. Leaf epidermal morphology in ginger cultivars under light microscope; ×450

1. Xiaolin; 2. Zhangliang; 3. Yunnan; 4. Linxiao; 5. Linda; 6. Guangdong; 7. Suichuan; 8. Fujian; 9. Xingguo; 10. Jiaying; 11. Wuzhiyan; 12. Hubei; 13. Henan; 14. Weishu; 15. Anqiu;

### Plate II

16-20. Leaf epidermal morphology in ginger cultivars under light microscope; ×450

16. Laifeng; 17. Taiguo; 18. Laixiao; 19. Longkou; 20. Laida;
21. Epidermal hair and glandular organ of cv. Zhangliang under scanning electron microscope; ×3 000
- 22-27. Stomatal apparatus characteristics and wax ornamentation of ginger cultivars under scanning electron microscope; ×2 000

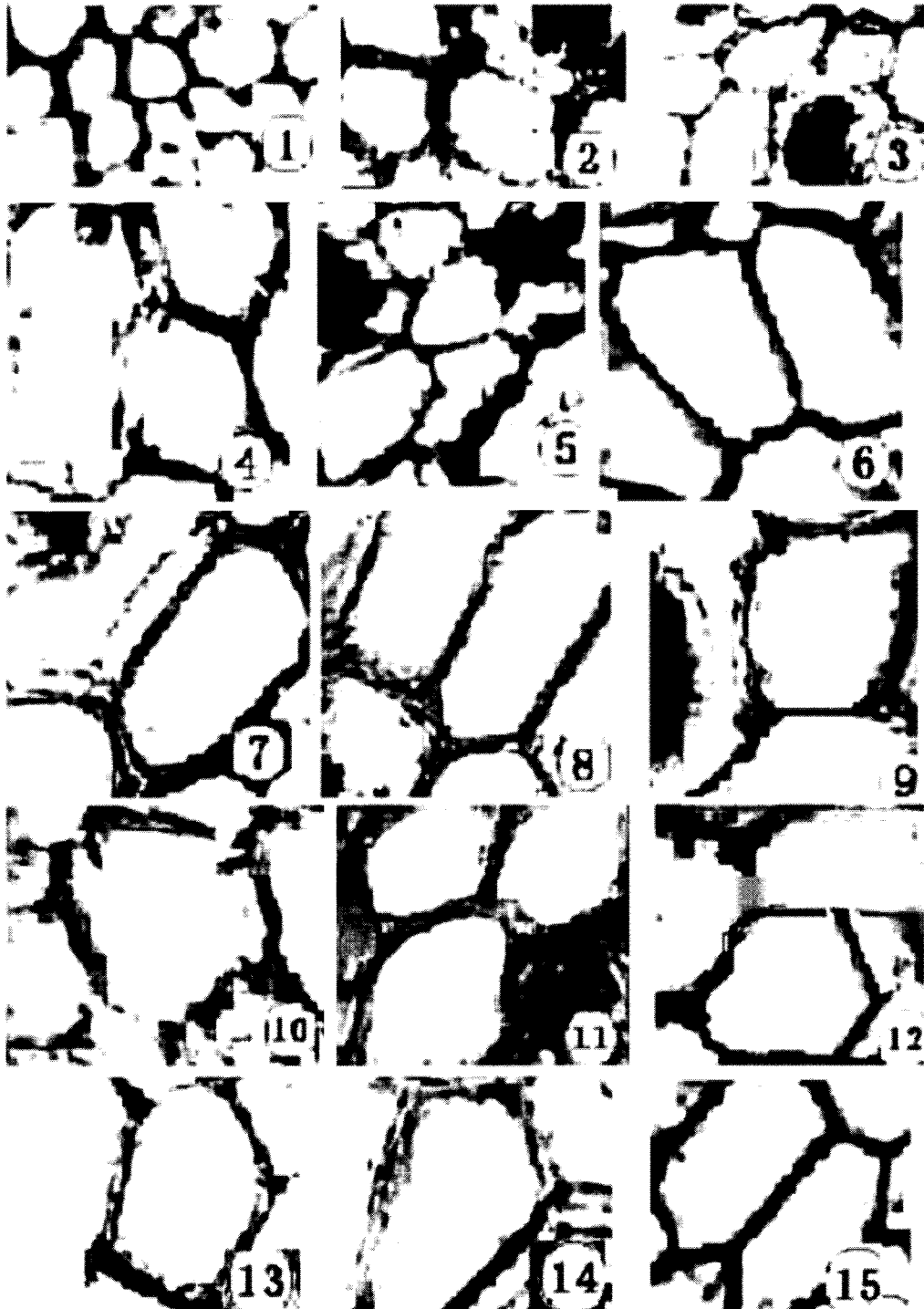
22. Xiaolin; 23. Zhangliang; 24. Yunnan; 25. Linxiao; 26. Linda; 27. Guangdong;

28. Suichuan; 29. Fujian; 30. Xingguo; 31. Jiaying; 32. Wuzhiyan; 33. Hubei; 34. Henan; 35. Weishu; 36. Anqiu; 37. Laifeng; 38. Taiguo; 39. Laixiao; 40. Longkou; 41. Laida;

Plate III

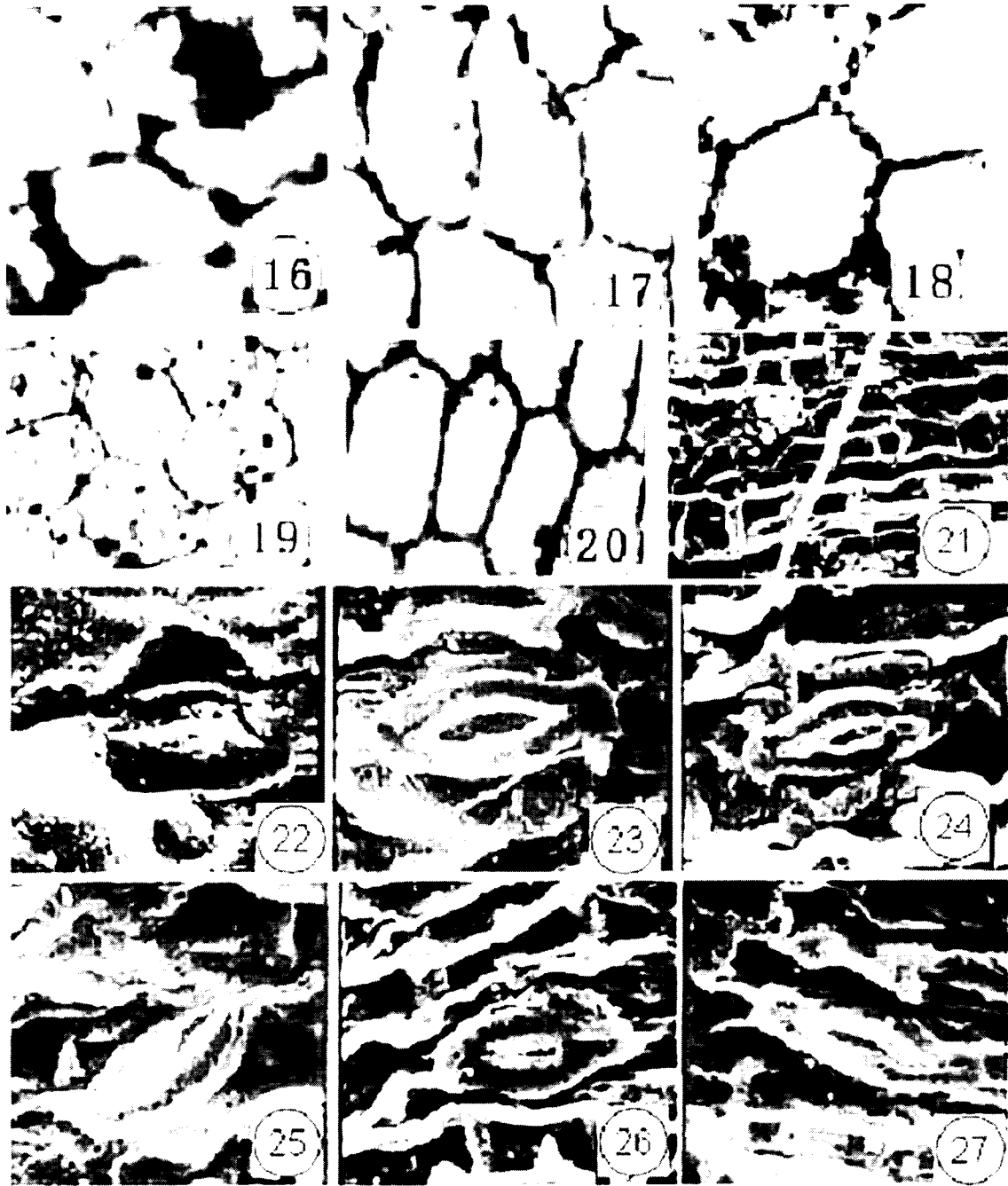
28-41. Stomatal apparatus characteristics and wax ornamentation of ginger cultivars under scanning electron microscope;  $\times 2\ 000$

42. Epidermal hair and glandular of cv. Jiaying under scanning electron microscope.  $\times 3\ 000$



高德民等：图版 I

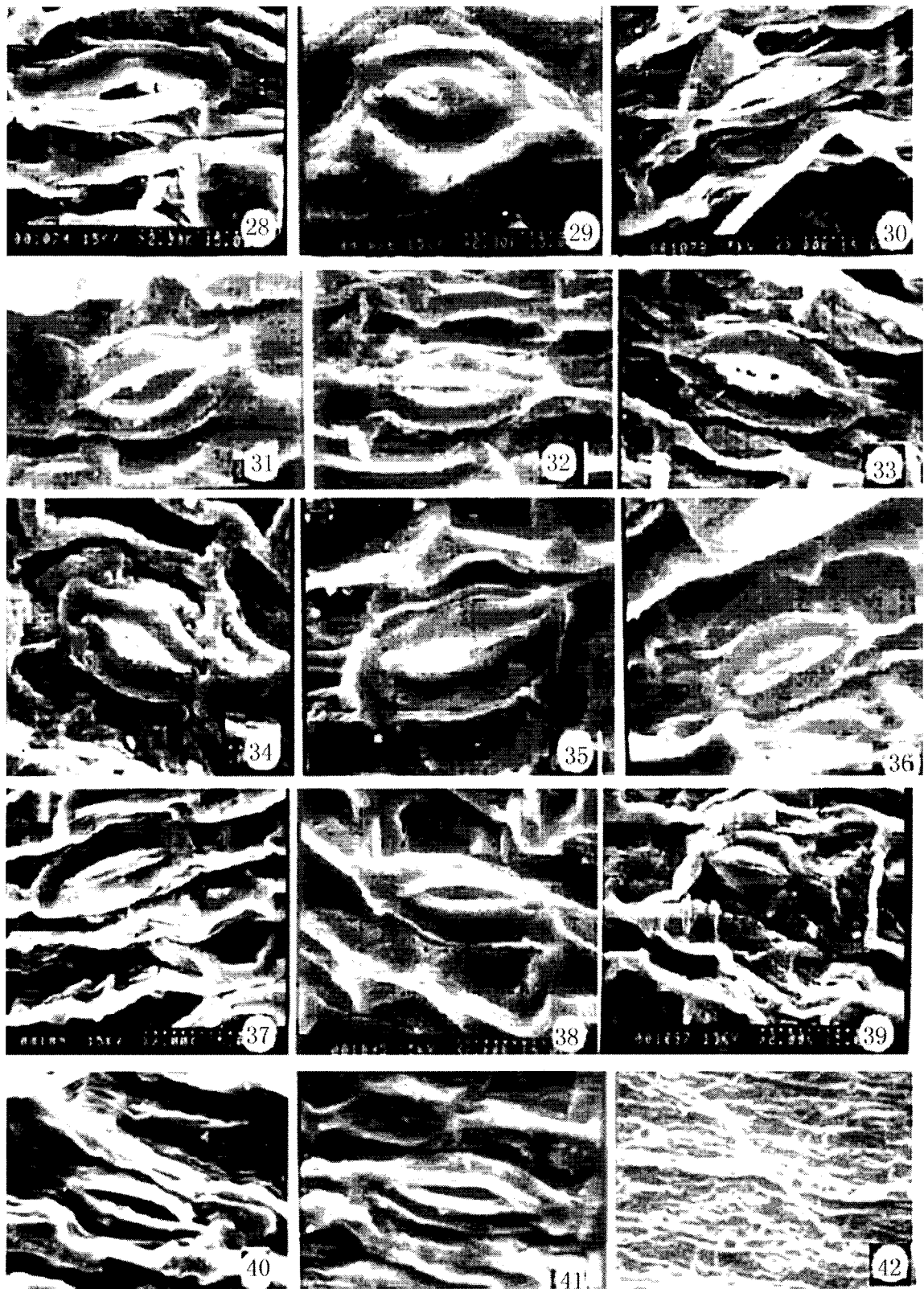
GAO De-min et al.: Plate I



高德民等: 图版 II

GAO De-min et al.: Plate II





高德民等：图版 III

GAO De-min et al.: Plate III