

# 山药不同种质资源的叶下表皮微形态研究

贾成森<sup>1</sup>, 徐增莱<sup>1\*</sup>, 程树兵<sup>2</sup>, 李碧媛<sup>1</sup>, 汪琼<sup>1</sup>, 史云云<sup>1</sup>

(1. 江苏省中国科学院植物研究所, 南京 210014; 2. 江苏省灌南县科技局, 江苏 灌南 222500)

**摘要:** 为了解山药种质资源间的相互关系、消除品种混乱, 为选育优良品种提供理论依据, 对 33 份山药种质资源的叶下表皮微形态进行显微观察。结果表明, 山药叶下表皮细胞形状均为不规则形, 表皮细胞大小变化显著, 垂周壁类型有平直、微波状弯曲、波状弯曲及深波状弯曲。气孔器类型均为不定型, 形状有椭圆形及长椭圆形; 气孔器大小和气孔指数变化较稳定, 而气孔器密度在种质资源间差异较大。提出的“细胞形状系数”是指某一细胞平周壁的面积与周长同该细胞垂周壁相等的圆的面积之百分比, 可定量地反映细胞形状变异程度, 其值为 19.31%~70.60%。根据山药叶下表皮微形态特征可将 33 份山药种质资源分成 4 个类型。

**关键词:** 山药; 叶下表皮; 类型

**中图分类号:** Q944.6   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1000-3142(2009)05-0607-07

## Micro-morphology of leaf abaxial epidermis in different germplasms of *Dioscorea polystachya*

JIA Cheng-Sen<sup>1</sup>, XU Zeng-Lai<sup>1\*</sup>, CHENG Shu-Bing<sup>2</sup>,  
LI Bi-Yuan<sup>1</sup>, WANG Qiong<sup>1</sup>, SHI Yun-Yun<sup>1</sup>

(1. Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of sciences, Nanjing 210014, China;

2. Science & Technology Bureau of Guannan County, Guannan 222500, China)

**Abstract:** In order to reveal the relationships of germplasms of *Dioscorea polystachya*, eliminate the confusion of its cultivars and provide theoretical base for breeding, the micro-morphology of leaf abaxial epidermis of 33 germplasms of *D. polystachya* under optical microscope were studied. The results showed that the shapes of the leaf abaxial epidermis cells were all irregular and their varieties of sizes were remarkable. The anticlinal walls are straight, sinuate, sinuous or sinuate. All of the stomatal apparatuses are anomocytic types and their shapes are elliptic and long-elliptic. Among the 33 different germplasms, the variation of stomatal size and index was small but the stomatal density was large. The 'Cell Form Coefficient', which was the area percent of a cell's periclinal wall to a circle which the perimeter is the same with the cell's anticlinal wall's, was tentatively suggested. From 19.31% to 70.60%, the value of Cell Form Coefficient can reflect the irregular level of epidermis cells quantitatively and four types were recognized according to the leaf abaxial epidermis micro-morphological characters of the 33 germplasms.

**Key words:** *Dioscorea polystachya*; leaf abaxial epidermis; types

山药(*Dioscorea polystachya*)又名薯蓣, 为薯蓣科(Dioscoreaceae)薯蓣属(*Dioscorea*)缠绕性草质藤本植物(中国科学院植物志编辑委员会, 1985)。其地下块茎可供食用或药用, 营养极其丰富, 有些品种具很高的药用价值, 有补脾, 养肺, 固肾, 益精之功效。

山药在中国有着悠久的栽培历史, 我国大部分省市均有种植, 种质资源十分丰富, 但正因如此, 在栽培及使用上出现了很多混乱, 这给山药品种选育带来了很大困难。近年来, 国内外对山药的种质资源做了很多研究, Shiwachi 等(2000)曾对山药种质

收稿日期: 2008-01-09   修回日期: 2008-12-20

基金项目: 连云港市科技攻关项目(CN0631)[Supported by Key Technologies Research and Development Program of Lianyungang City(CN0631)]

作者简介: 贾成森(1982-), 男, 安徽宿州人, 硕士生, 研究方向为药用植物学。

\* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: xuzl5194@sohu.com)

资源进行了微形态特征及 RAPD 分析,周延清等(2005)利用 ISSR 标记技术对 28 个山药品种的遗传多样性进行了分析,王飞等(2005)对太谷山药、铁棍山药、花籽山药和日本白山药 4 个山药栽培品种与 1 个野生山药资源的农艺性状及营养品质作了比较研究。但均未将分子标记技术与植物形态学结合起来进行探讨,且研究材料来源范围较为狭窄。

近二十年来,很多研究发现叶表皮微形态特征在一定程度上可以反映分类群间的系统发生,可用于科下属间关系和分类的探讨(高召兰等,2007)。也有不少人植物的种下种质资源的叶表皮性状做了研究,发现叶表皮特征同样可以反映种质资源间的相互关系(杨传友等,1998;高德民等,2007;张建农等,2003)。而对山药叶表皮微形态的研究只有零星报道(凌萍萍等,1982)。本文对 33 份不同山药种质资源的叶下表皮微形态进行观察,并尝试提出“细胞形状系数”概念,指某一细胞平周壁的表面积与周长同该细胞垂周壁相等的圆的面积之百分比,可以定量地反映细胞形状变异程度,可对不同种质资源间的山药叶表皮细胞形状进行量化比较,以期了解和认识山药种质资源间的相互关系,消除品种混乱及选育优良品种提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料

引种材料主要来源于山药生产地,共计 33 份种质资源(表 1)。所有材料均于 2007 年 3 月在江苏省中国科学院植物研究所苗圃内种植一年。

### 1.2 方法

每份种质资源山药随机取充分生长的 5 片叶片,用刀片及镊子,小心撕取其下表皮,置于载玻片上,然后立即滴加少许甘油水混合液(甘油:蒸馏水=1:1,v/v),随即加盖玻片,制成临时制片,在尼康显微镜(Nikon Eclipse 50i)下观察,DXM1200C 成像系统拍照,采用 Image-Pro Plus 5.0 图像分析软件测量、统计。

### 1.3 气孔器大小

选取 10 个不同视野内 50 个气孔器,测量气孔器长度、宽度,并计算气孔器长宽比。

### 1.4 气孔器指数、密度

选取 10 个不同视野观察固定面积下气孔器数目和表皮细胞数目,计算气孔器指数和密度,计算公

式分别为  $I = S / (S + P) \times 100\%$ ,  $D = S / M$ , 其中  $I$  为气孔器指数,  $S$  为固定面积内气孔器数目,  $P$  为相同面积内表皮细胞数目,  $D$  为气孔器密度,  $M$  为固定面积。

表 1 植物材料与来源

Table 1 Source of materials and vouchers

编号 No.	种质资源 Germplasms	材料来源 Origin	编号 No.	种质资源 Germplasms	材料来源 Origin
1	白玉山药	河南温县	18	花籽山药	江苏丰县
2	日本白山药	河南温县	19	水晶山药	江苏丰县
3	沙滩园山药	河南温县	20	毛山药	江苏丰县
4	铁棍山药	河南温县	21	淮山药	江苏灌南
5	野山药-1	河南栾川	22	栽培山药-7	江苏滨海
6	野山药-2	河南沁阳	23	笨山药	山东济宁
7	肿脖温山药	河南温县	24	洋山药	山东济宁
8	野山药-3	河南焦作	25	嘉祥细毛长山药	山东嘉祥
9	栽培山药-1	山西汾阳	26	栽培山药-8	山东临沂
10	栽培山药-2	山西绛县	27	栽培山药-9	山东日照
11	晋城山药-1	山西晋城	28	安国山药	河北安国
12	晋城山药-2	山西晋城	29	栽培山药-10	河北
13	栽培山药-3	山西平遥	30	南城山药	江西南城
14	太谷山药	山西太谷	31	野山药-4	湖北武当山
15	栽培山药-4	山西闻喜	32	野山药-5	湖北武当山
16	栽培山药-5	山西五台山	33	栽培山药-11	日本青森
17	栽培山药-6	山西永济			

### 1.5 细胞形状系数

在显微镜下分别选取 10 个不同视野,各测量 100 个表皮细胞的周长和面积,计算其平均值,计算“细胞形状系数(R)”。本文的“细胞形状系数”是指山药叶表皮细胞平周壁表面积与该细胞垂周壁等周长圆的面积之百分比,比值为 100%,说明该细胞为圆形,R 值越小,则该细胞的垂周壁周边越发内折,因此细胞形状系数可以定量地反映细胞的形状变化程度。计算公式为:  $R = \frac{4\pi S}{C^2} \times 100\%$ , 其中  $S$  为表皮细胞平均面积,  $C$  为表皮细胞平均周长。

### 1.6 变异系数

计算气孔器大小、指数、密度及下表皮细胞大小、不规则指数,分别计算出它们的平均值和标准差,然后用标准差除以平均值求得变异系数。

## 2 结果与分析

### 2.1 气孔器类型、大小、密度、气孔器指数

根据 Dilcher(1994)的概念,山药所有种质资源气孔器类型均为无规则形,形状为椭圆形或长椭圆形,长宽比在 1.29~1.65。且气孔器只存在于下表

皮。从表 2 看出,气孔器的长度为 22.17~37.76  $\mu\text{m}$ ,宽度为 16.14~24.30  $\mu\text{m}$ ,其大小在种质间变化较小。由表 4 看出,气孔器的宽度变异系数最小,仅为 9.60%;气孔密度变异系数最大,为 50.00%,最小者为嘉祥细毛长山药,每 1  $\text{mm}^2$  为 63.85 个,而栽培山药-8 的气孔密度最大,每 1  $\text{mm}^2$  为 266.19

围为 17.13%~27.78%。

## 2.2 表皮细胞形状、大小、垂周壁类型及细胞形状系数

由表 3 看出,33 份山药种质资源的叶表皮细胞形状均为无规则形,细胞排列紧密,垂周壁均较厚。细胞面积和周长在种质资源间变化较大,面积为 801.86~3 447.73  $\mu\text{m}^2$ ,周长为 213.86~434.13  $\mu\text{m}$ 。根据秦慧贞等(2007)对叶表皮细胞间垂周壁类型的描述,山药叶表皮细胞间的垂周壁有平直、微波状弯曲、波状弯曲及深波状弯曲 4 种类型。细胞形状系数在各种质资源间差异显著,变异系数达 43.32%,在山药 4 种垂周壁类型中,其值分别为 52.87%~70.60%、37.42%~44.66%、25.87%~31.55%及 19.31%~24.89%。各山药种质资源下表皮上均有腺体毛存在,大部分种类的腺体毛为多细胞圆头状。

表 2 山药气孔器特征

Table 2 Characters of stomatal apparatus in germplasm of *Dioscorea polystachya* Turcz.

种质资源 Germplasm	大小 Size( $\mu\text{m}$ )		长宽比 L/W	指数 Index	密度 Density (No./ $\text{mm}^2$ )
	长 Length	宽 Width			
白玉山药 Baiyu	37.37	22.96	1.63	19.98	81.39
日本白山药 Henan	37.76	24.30	1.55	18.79	75.54
沙滩园山药 Shantanyuan	27.75	18.71	1.48	23.85	147.48
铁棍山药 Tiegun	27.80	18.15	1.53	21.06	147.93
野山药-1 Wild-1	33.18	21.93	1.51	17.93	74.19
野山药-2 Wild-2	29.15	19.99	1.46	19.29	147.48
肿脖温山药 Zhongbowen	31.62	22.06	1.43	17.76	83.13
野山药-3 Wild-3	22.25	16.14	1.38	18.73	204.14
栽培山药-1 Cultivar -1	32.98	22.24	1.48	20.42	86.78
栽培山药-2 Cultivar -2	31.51	21.89	1.44	20.37	95.32
晋城山药-1 Jincheng-1	32.56	21.40	1.52	17.18	70.14
晋城山药-2 Jincheng-2	31.27	21.28	1.47	18.05	93.97
栽培山药-3 Cultivar -3	33.29	21.14	1.58	17.93	71.49
太谷山药 Taigu	30.32	20.48	1.48	22.97	125.90
栽培山药-4 Cultivar -4	30.38	20.56	1.48	19.04	105.22
栽培山药-5 Cultivar -5	30.58	19.52	1.57	18.89	93.08
栽培山药-6 Cultivar -6	33.08	22.26	1.49	18.49	79.14
花籽山药 Huazi	24.29	18.32	1.33	20.24	173.11
水晶山药 Shuijing	23.23	16.82	1.38	17.13	152.43
毛山药 Maoshanyao	32.93	21.70	1.52	18.85	88.13
淮山药 Huaishanyao	35.18	22.77	1.54	19.73	65.20
栽培山药-7 Cultivar -7	32.13	20.24	1.59	20.35	83.63
笨山药 Benshanyao	22.82	17.25	1.32	18.31	194.69
洋山药 Yangshanyao	33.69	21.88	1.54	20.42	90.83
嘉祥细毛长山药 Jiexiang	31.75	21.32	1.49	16.61	63.85
栽培山药-8 Cultivar -8	22.17	17.21	1.29	20.07	266.19
栽培山药-9 Cultivar -9	33.32	20.25	1.65	18.72	75.09
安国山药 Anguo	32.10	21.40	1.50	17.95	97.12
栽培山药-10 Cultivar -10	32.44	22.00	1.47	20.37	95.32
南城山药 Nancheng	29.48	20.31	1.45	19.52	122.66
野山药-4 Wild-4	26.59	18.80	1.41	21.81	194.24
野山药-5 Wild-5	27.53	19.45	1.42	27.78	236.96
栽培山药-11 Cultivar -11	33.76	24.30	1.49	20.04	91.73

## 3 讨论

通过对 33 份山药种质资源叶下表皮的显微观察,发现它们有许多相同或相似的形态学特征,如:气孔器类型均为不定型;气孔器指数差异很小;表皮细胞形状均为不规则形,但也表现出了相当高的多态性,如气孔器大小、气孔器密度、表皮细胞大小及垂周壁类型等。因此,叶下表皮特征可能在山药品种分类方面具有重要的意义。

### 3.1 气孔器

气孔器是植物与外界进行水分、气孔交换的重要通道,它不仅执行着生命的基本功能,同时也在植物分类上提供着重要的解剖学性状依据(张延龙等,1997;杨传友等,1998)。本研究认为气孔器密度在山药种质资源间变化十分明显,而气孔器长度、宽度变化较小,尤其是宽度变异系数仅为 9.60%,因此可以考虑将气孔器宽度作为山药品种划分的一个重要性状。通过相关性分析可知,气孔器长、宽与密度的相关性分别为-0.866 及-0.801,均呈极显著的负相关,这与伊稍. K 的观点一致(伊稍. K,1973)。

### 3.2 叶下表皮细胞

表皮细胞是植物种和品种鉴定的一个重要分类学性状(高德民等,2007)。33 份山药种质资源的叶下表皮细胞形状虽然均为无规则形,但其垂周壁类型却相差很大,这种现象大多只出现在植物种及种以上水平间(凌萍萍等,1982;高召兰等,2007;王玉国等,2007),在种下品种间无明显变化(高德民等,

个。气孔器指数反映的是单位面积上气孔器的数目,在任何某一特定植物中,这种数值是相当恒定的,在很大程度上只受湿度的影响。由表 2、表 4 可知,气孔器指数在种质资源中差异相对较小,变化范

2007);表皮细胞大小在山药各种质资源间变化也十分显著,其面积与周长的变异系数分别为 34.11%、32.44%。邢怡等(2000)认为叶表皮细胞的垂周壁类型与植物系统进化有关,刘文革等(2005)认为叶表皮细胞大小与植物的遗传倍性呈相关性,而秦慧贞等(1985)认为山药具有丰富的遗传多倍性,由于

本实验材料均为统一栽培管理,受环境影响差异较小,因此可考虑将垂周壁类型与表皮细胞的大小作为山药种质资源分类的性状指标。

### 3.3 细胞形状系数

细胞形状系数是反映表皮细胞的不规则程度的参数,当细胞呈圆形时,其值为 100%,细胞形态不

表 3 叶下表皮细胞特征

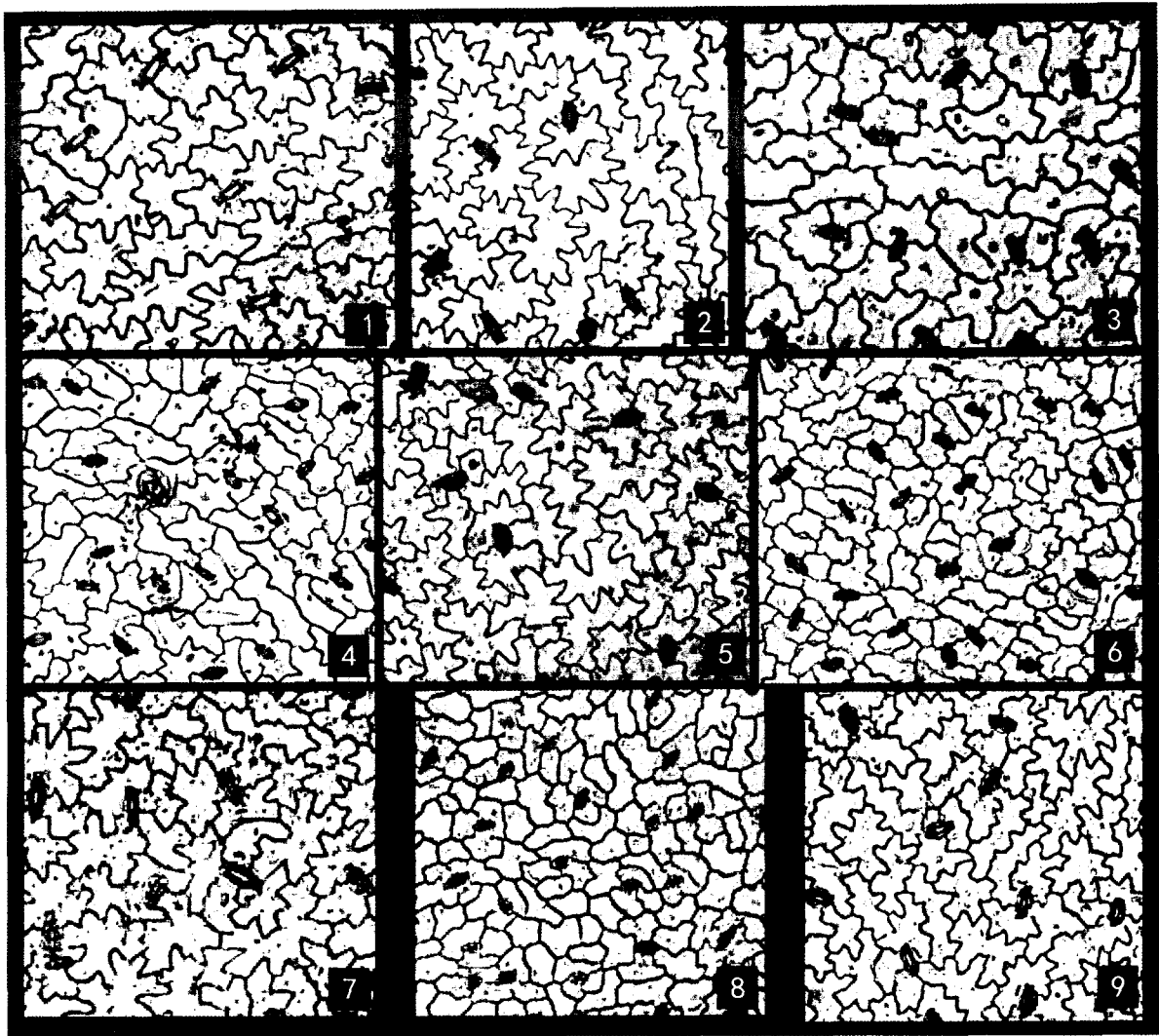
Table 3 Characteristics of leaf abaxial epidermis cells in germplasms of *Dioscorea polystachya*

种质资源 Germplasms	面积 Area ( $\mu\text{m}^2$ )	周长 ( $\mu\text{m}$ ) Perimeter	形状系数 Form coefficient	形状 Shape	垂周壁 Anticlinal Wall	图版 Plate
白玉山药 Baiyu	2556.31	327.25	30.00	不规则形	波状弯曲	I:1
日本白山药 Henan	2996.84	408.70	22.55	不规则形	深波状弯曲	I:2
沙滩园山药 Shantanyuan	1488.34	208.34	43.09	不规则形	微波状弯曲	I:3
铁棍山药 Tiegun	1625.32	213.86	44.66	不规则形	微波状弯曲	I:4
野山药-1 Wild-1	2636.88	366.94	24.61	不规则形	深波状弯曲	I:5
野山药-2 Wild-2	1218.43	202.29	37.42	不规则形	微波状弯曲	I:6
肿脖温山药 Zhongbowen	2116.52	310.47	27.59	不规则形	波状弯曲	I:7
野山药-3 Wild-3	1009.75	137.43	67.18	不规则形	平直	I:8
栽培山药-1 Cultivar -1	2479.64	337.15	27.41	不规则形	波状弯曲	I:9
栽培山药-2 Cultivar -2	2001.13	282.31	31.55	不规则形	波状弯曲	I:10
晋城山药-1 Jincheng-1	2522.17	368.59	23.33	不规则形	深波状弯曲	I:11
晋城山药-2 Jincheng-2	1967.57	308.32	26.01	不规则形	波状弯曲	I:12
栽培山药-3 Cultivar -3	2829.47	429.10	19.31	不规则形	深波状弯曲	I:13
太谷山药 Taigu	1784.66	284.96	27.62	不规则形	波状弯曲	I:14
栽培山药-4 Cultivar -4	1960.97	282.72	30.83	不规则形	波状弯曲	I:15
栽培山药-5 Cultivar -5	2316.99	352.55	23.43	不规则形	深波状弯曲	II:16
栽培山药-6 Cultivar -6	2715.24	380.19	23.61	不规则形	深波状弯曲	II:17
花籽山药 Huazi	1128.28	141.71	70.60	不规则形	平直	II:18
水晶山药 Shuijing	1086.93	160.726	52.87	不规则形	平直	II:19
毛山药 Maoshanyao	2571.14	360.32	24.89	不规则形	深波状弯曲	II:20
淮山药 Huaishanyao	3447.73	434.13	22.99	不规则形	深波状弯曲	II:21
栽培山药-7 Cultivar -7	2591.60	354.81	25.87	不规则形	波状弯曲	II:22
笨山药 Benshanyao	1048.74	156.71	53.66	不规则形	平直	II:23
洋山药 Yangshanyao	2206.63	305.63	29.69	不规则形	波状弯曲	II:24
嘉祥细毛长山药 Jiexiang	2900.17	434.04	19.35	不规则形	深波状弯曲	II:25
栽培山药-8 Cultivar -8	801.864	127.55	61.94	不规则形	平直	II:26
栽培山药-9 Cultivar -9	3184.06	389.98	26.31	不规则形	深波状弯曲	II:27
安国山药 Anguo	2201.64	319.54	27.10	不规则形	深波状弯曲	II:28
栽培山药-10 Cultivar -10	2324.36	309.85	30.42	不规则形	波状弯曲	II:29
南城山药 Nancheng	1756.95	281.03	27.96	不规则形	波状弯曲	II:30
野山药-4 Wild-4	1264.13	157.32	64.19	不规则形	平直	II:31
野山药-5 Wild-5	1175.59	163.50	55.26	不规则形	平直	II:32
栽培山药-11 Cultivar -11	2419.49	354.63	24.18	不规则形	深波状弯曲	II:33

表 4 山药种质资源气孔器与表皮细胞变异系数

Table 4 Coefficients of variation in stomatal apparatus and epidermis cells in germplasms of *Dioscorea polystachya*

	气孔器 Stomatal apparatus				表皮细胞 Leaf abaxial epidermis cells		
	长 Length	宽 Width	密度 Density	指数 Index	面积 Area	周长 Perimeter	形状系数 Form coefficient
平均值 Mean value	30.49	20.53	117.38	19.66	2070.77	292.50	0.34
标准差 Standard deviation	4.07	1.97	52.81	0.02	706.35	94.90	0.15
变异系数 Variation coefficient (%)	13.37	9.60	50.00	10.97	34.11	34.11	43.32



图版 I 光学显微镜下山药种质资源叶表皮微型态  $\times 160$  1. 白玉山药; 2. 日本白山药; 3. 沙滩园山药; 4. 铁棍山药; 5. 野山药-1; 6. 野山药-2; 7. 肿勃温山药; 8. 野山药-3; 9. 栽培山药-1。

Plate I Leaf abaxial epidermis morphology in germplasms of *D. polystachya* under optical microscope  $\times 160$  1. Baiyu; 2. Henan; 3. Shatanyuan; 4. Tiegun; 5. Wild-1; 6. Wild-2; 7. Zhongbowen; 8. Wild-3; 9. Cultivar-1.

规则时,其值小于 100%,即形状系数越小,反映细胞形态越不规则。本实验的结果表明细胞形状系数不仅可以如细胞垂周壁的类型一样较好地反映细胞不规则程度,且能够对其进行量化,使得不同种质资源的山药叶表皮细胞可以进行形状不规则程度的相互比较。因此本文的细胞形状系数不仅对山药品种鉴定及亲缘关系的探讨提供了理论数据,而且进一步补充完善了植物叶表皮细胞形态学的资料。

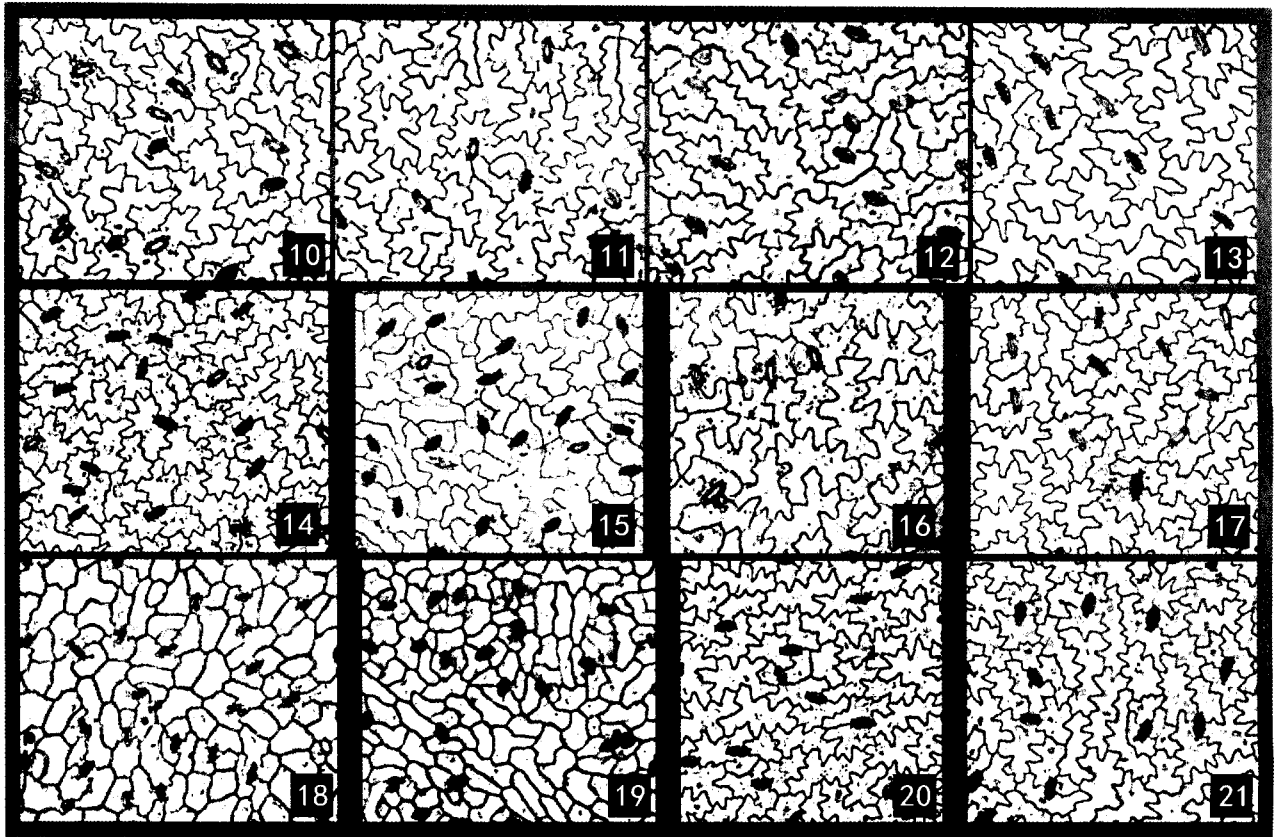
### 3.4 根据上述山药叶表皮形态特征,可将 33 份山药种质资源分成 4 个类型

(1)花籽山药型:垂周壁平直;细胞形状系数为 52.87%~70.60%;表皮细胞小,面积为 801.86~1264.13  $\mu\text{m}^2$ ,周长为 163.50~127.55  $\mu\text{m}$ ;气孔器椭圆形,较小,长为 22.17~27.53  $\mu\text{m}$ ,宽为 16.14

~19.45  $\mu\text{m}$ ,长宽比在 1.29~1.42 之间;气孔器密度大,每 1  $\text{mm}^2$  为 152.43~266.19 个;包含 7 份种质资源:花籽山药、野山药-3、水晶山药、笨山药、栽培山药-8、野山药-4、野山药-5。

(2)铁棍山药型:垂周壁微波状弯曲;细胞形状系数为 37.42%~44.66%;表皮细胞较小,面积为 1281.43~1625.32  $\mu\text{m}^2$ ,周长为 202.29~213.86  $\mu\text{m}$ ;气孔器椭圆形,长为 27.75~29.15  $\mu\text{m}$ ,宽为 18.15~19.99  $\mu\text{m}$ ,长宽比为 1.46~1.53;气孔器密度每 1  $\text{mm}^2$  为 147.48~147.93 个;包含 3 份种质资源:铁棍山药、沙滩园山药、野山药-2。

(3)安国山药型:垂直壁波状弯曲;细胞形状系数为 25.87%~31.55%;表皮细胞较大,面积为 1756.03~3184.98  $\mu\text{m}^2$ ,周长为 281.03~389.98



图版 II 10. 栽培山药-2; 11. 晋城山药-1; 12. 晋城山药-2; 13. 栽培山药-3; 14. 太谷山药; 15. 栽培山药-4; 16. 栽培山药-5; 17. 栽培山药-6; 18. 花籽山药; 19. 水晶山药; 20. 毛山药; 21. 淮山药。

Plate II 10. Cultivar-2; 11. Jincheng-1; 12. Jincheng-2; 13. Cultivar-3; 14. Taigu; 15. Cultivar-4; 16. Cultivar-5; 17. Cultivar-6; 18. Huazi; 19. Shuijing; 20. Maoshanyao; 21. Huaishanyao.

$\mu\text{m}$ ; 气孔器长椭圆形, 较大, 长为  $29.48 \sim 37.37 \mu\text{m}$ , 宽为  $20.24 \sim 22.96 \mu\text{m}$ , 长宽比为  $1.43 \sim 1.65$ ; 气孔器密度较小, 每  $1 \text{ mm}^2$  为  $75.09 \sim 122.66$  个。包含 13 份种质资源: 白玉山药、肿脖温山药、栽培山药-1、栽培山药-2、栽培山药-4、晋城山药-2、栽培山药-7、太谷山药、洋山药、栽培山药-9、安国山药、栽培山药-10、南城山药。

(4) 淮山药型: 垂周壁深波状弯曲; 细胞形状系数为  $19.31\% \sim 24.89\%$ ; 表皮细胞大, 面积为  $2316.99 \sim 3447.73 \mu\text{m}^2$ , 周长为  $352.55 \sim 434.13 \mu\text{m}$ ; 气孔器长椭圆形, 较大, 长为  $30.58 \sim 37.76 \mu\text{m}$ , 宽为  $19.52 \sim 24.3 \mu\text{m}$ , 长宽比为  $1.49 \sim 1.58$ ; 气孔器密度小, 每  $1 \text{ mm}^2$  为  $63.85 \sim 93.08$  个。包含 10 份种质资源: 日本白山药、野山药-1、晋城山药-1、栽培山药-3、栽培山药-5、栽培山药-6、毛山药、淮山药、嘉祥细毛长山药、栽培山药-11。

#### 参考文献:

中国科学院植物志编辑委员会. 1985. 中国植物志(第 16 卷第

1 分册)[M]. 北京: 科学出版社, 103-104

秦慧贞, 赵武生. 2007. 植物物证鉴定[M]. 南京: 东南大学出版社, 105-166

伊稍, K(著), 李正理(译). 1973. 植物解剖学实验与解说(上册)[M]. 北京: 科学出版社, 90-91

凌萍萍, 吴竹君, 秦慧贞. 1982. 薯蓣属叶表皮气孔类型在分类上的意义[C]//南京中山植物园研究论文集. 南京: 江苏科学出版社, 9-14

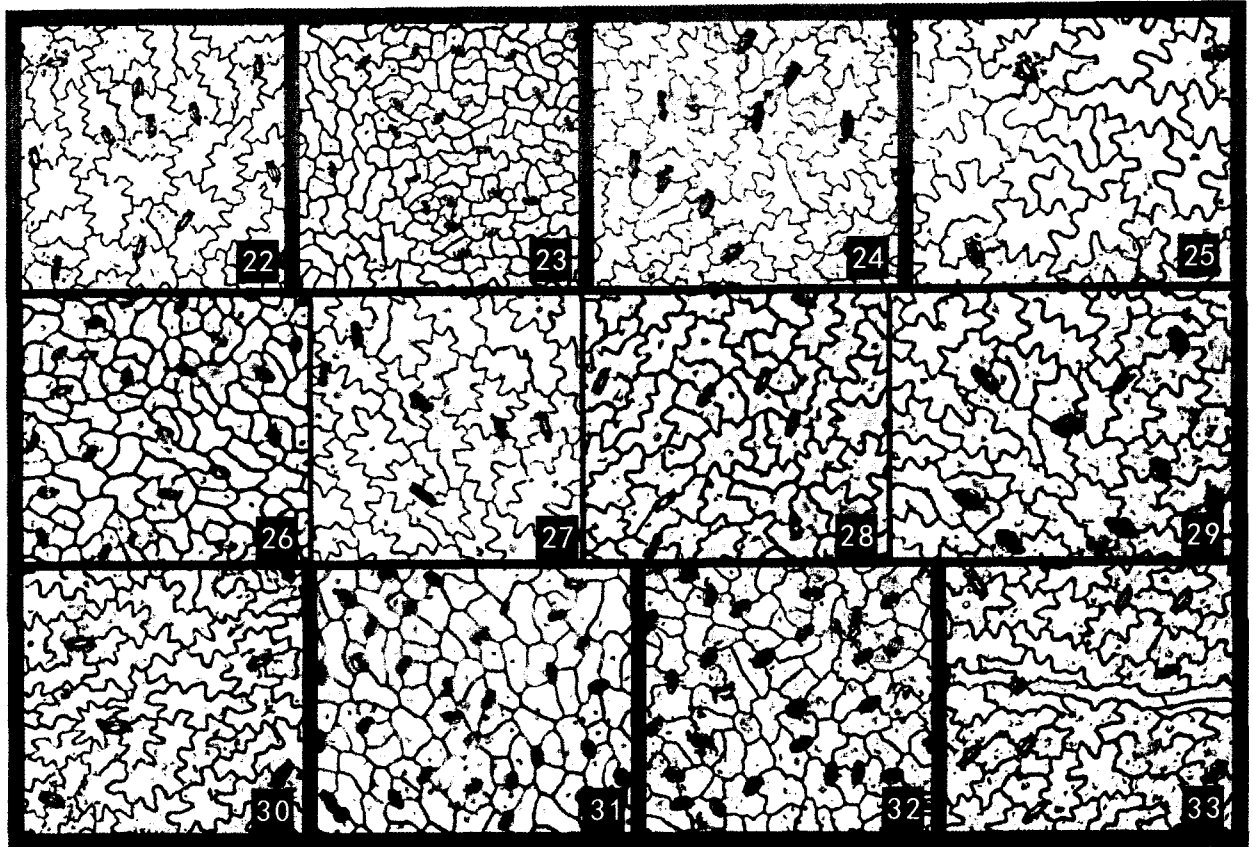
Cai JH(蔡金辉), Yan ZZ(严浙子), Huang XH(黄晓辉), et al. 1999. A taxonomical study on varital resource of *Dioscorea* species(山药品种资源的分类研究)[J]. *Acta Agric Univ Jiangxi* (江西农业大学学报), 21(1): 53-57

Dilcher DL. 1994. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains[J]. *Bot Rev*, 40: 1-157

Gao DM(高德民), Fan SJ(樊守金). 2007. Leaf morphology in ginger cultivars(姜品种叶片形态学研究)[J]. *J Trop Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报), 15(4): 324-332

Gao ZL(高召兰), Li FC(李法曾). 2007. The leaf epidermal micro-morphology of *Ixeris* (Compositae) from Shandong(山东广义苦蕒菜属叶表皮微型态的研究)[J]. *Guihai* (广西植物), 27(3): 435-439

Liu WG(刘文革), Yan ZH(阎志红), Rao XL(饶小莉). 2005. Comparison of the leaf epidermal ultra-structure morphology of



图版 III 22. 栽培山药-7; 23. 笨山药; 24. 洋山药; 25. 嘉祥细毛长山药; 26. 栽培山药-8; 27. 栽培山药-9; 28. 安国山药; 29. 栽培山药-10; 30. 南城山药; 31. 野山药-4; 32. 野山药-5; 33. 栽培山药-11.

Plate III 22. Cultivar-7; 23. Benshanyao; 24. Yangshanyao; 25. Jiexiang; 26. Cultivar-8; 27. Cultivar-9; 28. Anguo; 29. Cultivar-10; 30. Nancheng; 31. Wild-4; 32. Wild-5; 33. Cultivar-11.

different ploidy watermelon(不同倍性西瓜的叶表皮微形态特征比较)[J]. *J Fruite Sci(果树学报)*, 22(1):31-34

Perla Hamon, Bakary Touré. 1990. The classification of the cultivated yams(*Dioscorea cayenensis* rotundata complex) of West Africa[J]. *Euphytica*, 47(3):179-187

Qin HZ(秦慧贞), Zhang MZ(张美珍), Ling PP(凌萍萍), et al. 1985. A cytotoxic study on Chinese *Dioscorea* the chromosome numbers and their relation to the origin and evolution to the origin and evolution of the genus(中国薯蓣属细胞分类的研究—染色体数与该属起源和演化)[J]. *Acta Phytotaxon Sin(植物分类学报)*, 23(1):11-18

Shiwachi H, Onjo M, Hayashi M. 2000. Classification of yams (*Dioscorea* spp.) based on morphological characters and RAPD method[J]. *Japan J Trop Agric*, 44(4):229-237

Wang F(王飞), Liu HY(刘红彦), Lu CT(鲁传涛), et al. 2005. Comparison of the agronomical traits and nutrient quality among five yam germplasms(5个山药品种资源的农艺性状和营养品质比较)[J]. *J Henan Agric Sci(河南农业科学)*, 3:58-60

Wang YG(王玉国), Li GZ(李光照), Zhang WJ(张文驹), et al. 2007. Leaf epidermal features of *Rhododendron*(Ericaceae) from China and their systematic significance(中国杜鹃花属的叶表皮特征及其系统学意义)[J]. *Acta Phytotaxon Sin(植物分类学报)*, 45(1):1-20

Xing Y(邢怡), Zhang DW(张大维), Gong XB(宫小波), et al. 2000. Comparative study on the morphology structure of leaf epidermis of *Artemisia* plants from northeastern China II (东北地区蒿属植物比较形态学研究II. 叶表皮结构)[J]. *Bull Bot Res(植物研究)*, 20(1):48-57

Yang CY(杨传友), Shi JY(史金玉), Du XG(杜欣阁), et al. 1998. Studies on the stomata of apple leaves(苹果叶片气孔的研究)[J]. *J Shandong Agric Univ(山东农业大学学报)*, 29(1):8-14

Zhang JN(张建农), Cao ZY(曹孜义), Chen NL(陈年来), et al. 2003. Observation of leaf photosynthetic rate and characteristics of leaf epidermis on several melon varieties(甜瓜不同品种叶表皮特性与光合速率的观测)[J]. *J Gansu Agric Univ(甘肃农业大学学报)*, 38(1):79-83

Zhang YL(张延龙), Niu LX(牛立新). 1997. A study on the leaf stomata characteristics of *Vitis* species native to China(中国葡萄属植物叶片气孔特征的研究)[J]. *Bull Bot Res(植物研究)*, 17(3):315-319

Zhou YQ(周延清), Jing JZ(景建洲), Li ZY(李振勇), et al. 2005. Genetic diversity of yam (*Dioscorea opposita*) detected by ISSR markers(用 ISSR 标记技术分析山药品种遗传多样性)[J]. *Acta Biol Exper Sin(实验生物学报)*, 38(4):324-330