

# 高粱叶片及其它营养器官细胞形态的初步观察

李雁鸣\* 郑丕尧 王瑞舫

(北京农业大学, 作物栽培生态生理研究室, 北京 100094)

## 提 要

运用细胞离析法对高粱两个品种各叶位叶片细胞形态的观察表明, 随叶位升高, 三环以上的多环细胞所占的比例有增加趋势, 但中部叶位的略有下降。叶肉细胞随叶位升高逐渐变小, 但品种间叶肉细胞高度的变化趋势却有不同。冀杂6号叶片表皮气孔密度随叶位升高而增加, 而y2203的却差异不大。高粱叶鞘薄壁细胞的形态与叶片细胞的显著不同。对高粱叶片和其他营养器官细胞形态变化的生态生理意义进行了讨论。

**关键词** 高粱, 叶肉细胞, 气孔密度

前人运用细胞离析法<sup>[1,2]</sup>对小麦<sup>[2,4]</sup>、大麦<sup>[5]</sup>、玉米<sup>[7]</sup>、水稻<sup>[8]</sup>、谷子<sup>[10]</sup>等禾谷类作物叶肉细胞的观察, 已经揭示出禾谷类作物叶肉细胞形态的多样性。对小麦<sup>[4]</sup>和大麦<sup>[5,6]</sup>叶片以外的其余绿色器官薄壁细胞形态的观察发现, 它们的形态与叶肉细胞的相似, 但玉米叶鞘、苞叶的薄壁细胞形态则与叶肉细胞的不同<sup>[7]</sup>。因此, 对禾谷类作物叶片及其他营养器官的细胞进行广泛观察, 将有助于从解剖学特征上认识禾谷类作物之间的异同。

对高粱叶肉细胞前人已有研究, 许霖庆<sup>[3]</sup>简单描述过高粱叶肉细胞的形态, 长南<sup>[11]</sup>曾对高粱叶肉细胞与其他禾谷类作物的叶肉细胞进行过比较, 并指出高粱叶肉细胞为纵伸长型腕状细胞。徐爱菊等<sup>[9]</sup>则对高粱叶片、叶鞘等营养器官中硅质细胞的分布做过较详细的观察。但是, 关于高粱不同叶位间叶肉细胞形态的差异尚未见报道。本文报道这方面研究的初步结果, 这对于丰富禾谷类作物叶片细胞形态及其生态生理意义的知识, 无疑是有意义的。

## 1 材 料 与 方 法

供试高粱[*Sorghum bicolor* (L.) Moench.]品种有2个: 粒用高粱杂交种冀杂6号, 属中国高粱生态型(Kaoliang ecotype); 粒用高粱品种y2203, 属印度高粱生态型(Shallu)。4月27日播种, 冀杂6号共出生19片叶, y2203共出生21片叶。

在各叶片定型时取下, 用段续川细胞离析法<sup>[2]</sup>制片观察, 对叶鞘的观察与叶片类似。细胞形态用显微照相记录, 各类细胞比例以百分数表示, 对有关的平均数资料进行新复极差测验。

## 2 结 果 与 分 析

### 2.1 叶片叶肉细胞的观察

#### 2.1.1 叶肉细胞的形态

高粱的叶肉细胞(图版I, 1-7)有两类。一类为球状(图版I, 1)和具有多个环的规则环状

\* 现在河北农业大学农学系工作。

本文于1991年2月20日收文, 1992年3月24日终审完毕。

表 1 高粱不同叶位叶片各种形态叶肉细胞的比例(%)  
 Table 1 Percentage of the mesophyll cells with various morphology at different leaf positions on the main stem of sorghum(%)

冀 杂 6 号  
Ji Za No. 6

y2203

叶位 Leaf position	环状细胞 Total of linked cell						分枝细胞 Lobed cell						观察细胞 Total no. of cells observed								
	1 环 1 link	2 环 2 link	3 环 3 link	4 环 4 link	5 环 5 link	≥6 环 ≥6 link	1 环 1 link	2 环 2 link	3 环 3 link	4 环 4 link	5 环 5 link	≥6 环 ≥6 link	1 环 1 link	2 环 2 link	3 环 3 link	4 环 4 link	5 环 5 link	≥6 环 ≥6 link	环状细胞 Average link number	分枝细胞 Lobed cell	观察细胞 Total no. of cells observed
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.699	6.9	1525
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.728	6.9	1511
19	7.9	24.4	35.2	19.6	6.9	1.7	7.1	31.0	39.7	11.6	2.9	0.8	7.1	31.0	39.7	11.6	2.9	0.8	2.631	8.1	1518
18	7.3	25.1	35.1	15.5	7.7	2.5	8.5	31.6	39.6	10.1	1.8	0.3	10.6	29.0	38.2	9.4	2.2	0.6	2.617	10.0	1510
17	10.4	24.2	34.5	14.9	6.5	2.4	9.8	28.7	36.7	10.2	2.4	0.5	10.0	29.2	37.9	9.5	2.1	0.4	2.641	11.7	1514
16	9.7	31.2	36.5	10.6	2.6	0.2	10.0	29.2	37.9	9.5	2.1	0.4	9.1	32.6	39.0	8.0	1.7	0.5	2.583	9.1	1511
15	11.9	26.2	34.8	14.2	4.4	1.2	10.6	32.4	36.4	6.1	0.9	0.4	10.6	32.4	36.4	6.1	0.9	0.4	2.487	13.2	1518
14	10.4	33.1	35.9	8.3	1.3	0.1	9.9	33.0	37.5	6.0	1.5	0.3	9.9	33.0	37.5	6.0	1.5	0.3	2.514	11.8	1522
13	13.7	30.1	35.0	9.2	2.8	0.2	7.9	35.7	38.7	6.6	0.8	0.1	7.9	35.7	38.7	6.6	0.8	0.1	2.521	10.2	1510
12	9.5	32.0	32.8	10.7	2.5	0.7	10.3	36.3	34.5	5.9	1.0	0.5	10.3	36.3	34.5	5.9	1.0	0.5	2.463	11.5	1516
11	12.6	33.7	36.2	6.9	1.8	0.1	7.9	36.5	34.3	6.2	1.3	0.2	7.9	36.5	34.3	6.2	1.3	0.2	2.505	13.6	1512
10	9.1	32.7	34.5	9.3	0.9	0.1	8.8	32.5	36.0	10.1	1.5	0.5	8.8	32.5	36.0	10.1	1.5	0.5	2.603	10.6	1517
9	16.4	36.5	29.4	5.3	2.1	0.3	9.6	27.3	38.1	12.6	3.0	1.2	9.6	27.3	38.1	12.6	3.0	1.2	2.739	8.2	1577
8	11.2	33.1	35.5	8.1	0.9	—	8.0	28.1	39.1	13.6	2.6	1.1	8.0	28.1	39.1	13.6	2.6	1.1	2.763	7.5	1535
7	14.0	32.6	33.1	10.7	2.3	0.3	9.9	27.4	37.0	13.0	2.6	0.7	9.9	27.4	37.0	13.0	2.6	0.7	2.705	9.4	1536
6	12.1	30.2	33.9	9.0	1.8	0.5	12.1	29.7	36.7	11.1	1.6	0.7	12.1	29.7	36.7	11.1	1.6	0.7	2.592	8.1	1738
5	10.4	31.3	37.3	12.9	3.0	0.7	10.4	29.6	37.2	10.7	1.9	0.5	9.3	26.9	37.9	13.5	2.4	0.2	2.619	9.7	1545
4	12.1	28.9	36.3	11.1	2.0	0.3	10.0	25.8	37.0	12.9	2.8	0.8	10.0	25.8	37.0	12.9	2.8	0.8	2.705	9.8	1529
3	12.3	30.5	33.7	13.5	3.6	1.6	20.3	30.8	29.6	5.3	1.4	0.2	20.3	30.8	29.6	5.3	1.4	0.2	2.722	10.7	1534
2	12.7	29.4	33.7	11.9	3.5	0.8	20.3	30.8	29.6	5.3	1.4	0.2	20.3	30.8	29.6	5.3	1.4	0.2	2.284	12.4	1538
1	20.6	27.8	32.0	9.0	2.5	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

细胞(图版 I, 2-6)。观察到的最高环数为 7 环。但两品种均以 2、3 环细胞的比例为最高。另一类为向各个方向分枝的分枝细胞(图版 I, 7), 它所占比例较小。

### 2.1.2 不同叶位叶片及同一叶片不同部位各种形态叶肉细胞的比例

各叶位叶片不同类型叶肉细胞的比例见表 1。两品种的趋势大体一致。规则细胞中 3 环以上细胞的比例, 均以第一叶最低, 且随叶位上升比例逐渐提高, 至中部叶片略有下降后, 顶部叶片再度提高。因此, 环状规则细胞的平均环数, 也表现出基部和顶部叶片的较高, 中部叶片较低的变化。

两品种均以中部叶的分枝细胞比例较高, 顶部和基部叶的较低。

同一叶片不同部位的叶肉细胞组成也有不同。叶片顶部和中部的多环细胞及分枝细胞比例, 一般高于叶片基部的(表 2)。

表 2 高粱叶片不同部位叶肉细胞的组成比例(%)  
Table 2 Percentage of the mesophyll cells with various morphology in different part of leaf blades of sorghum(%)

叶位 Leaf position	环状规则细胞 Regular linked cell							合计 Total	平均环数 Average no. of links	分枝 细胞 lobed cell	观察细胞 总数 Total no. of cells observed
	1 环 1 link	2 环 2 link	3 环 3 link	4 环 4 link	5 环 5 link	6 环 6 link	7 环 7 link				
19 顶 Tip	1.6	32.2	41.6	13.8	4.9	0.5	0.1	94.7	2.896	5.3	1530
19 中 Middle	7.9	24.4	35.2	19.6	6.9	1.7	—	95.7	2.982	4.3	1528
19 基 Base	18.9	27.3	33.7	13.1	4.6	0.5	0.1	98.1	2.586	1.9	1515
17 顶 Tip	2.6	37.5	38.7	11.4	3.2	0.4	0.1	93.9	2.752	6.1	1531
17 中 Middle	10.4	24.2	34.5	14.9	6.5	2.4	—	92.9	2.893	7.1	1514
17 基 Base	24.6	23.8	31.8	12.8	3.0	0.6	—	96.6	2.458	3.4	1536
12 顶 Tip	2.5	38.5	35.4	10.1	2.4	0.4	0.1	89.4	2.698	10.6	1518
12 中 Middle	9.5	32.0	32.8	10.7	2.5	0.7	—	88.2	2.624	11.8	1530
12 基 Base	37.6	30.2	20.6	3.2	0.6	0.1	—	92.3	1.909	7.7	1510
7 顶 Tip	5.1	31.7	30.8	11.9	4.7	0.9	0.5	85.6	2.814	14.4	1519
7 中 Middle	14.0	32.6	33.1	10.7	2.3	0.3	—	93.0	2.523	7.0	1551
7 基 Base	10.8	33.8	29.2	10.4	3.0	0.7	0.3	88.2	2.595	11.8	1517
2 顶 Tip	5.2	28.2	37.7	11.0	2.6	0.3	0.1	85.1	2.752	14.9	1503
2 中 Middle	12.7	29.4	33.7	11.9	3.5	0.8	—	92.0	2.636	8.0	1550
2 基 Base	14.5	31.1	34.2	10.3	3.1	0.8	0.3	94.3	2.576	5.7	1539

### 2.1.3 不同叶位叶片叶肉细胞的大小

按图版 I, 3 所示方向测定了三环叶肉细胞的大小, 结果发现两品种不同叶位叶肉细胞的

宽度,大致上均随叶位提高而减小(表 3)。冀杂 6 号叶肉细胞的宽度约在全叶数 1/3 和 2/3 处有明显的转折,其宽度可分成三组,且组间差异达到显著标准。y2203 则只是顶部叶片的叶肉细胞显著变窄。

冀杂 6 号叶肉细胞高度的变化大体上也呈三组,与宽度的变化一致。虽然 y2203 各叶位叶片叶肉细胞的高度也呈三组式变化,却表现为中部>顶部>基部叶。

表 3 高粱不同叶位叶片三环叶肉细胞的宽度(W)和高度(H)  
Table 3 Width(W)and height (H) of 3 link mesophyll cells of leaf blades at different leaf positions on the main stem of sorghum

叶位 Leaf position	冀 杂 6 号 Ji Za No. 6				y2203			
	W( $\mu$ )		H( $\mu$ )		W( $\mu$ )			
21	—	—	—	22.1	e	24.7	efghij	
20	—	—	—	21.8	e	25.3	defghij	
19	21.3	fg	22.8	e	22.5	e	26.0	cdefgh
18	21.1	fg	24.6	bcde	22.8	e	23.5	hijk
17	20.0	g	23.1	de	23.6	de	26.2	bcdefg
16	20.5	g	23.2	de	23.0	e	24.4	efghij
15	21.9	fg	23.8	cde	23.9	de	25.7	defgh
14	23.4	ef	25.1	bcde	23.3	e	27.3	bcde
13	23.6	ef	26.3	bcde	26.0	cd	28.3	abc
12	23.3	ef	25.6	bcde	27.0	bc	27.1	bcde
11	24.7	de	27.4	bc	27.2	bc	26.8	bcdef
10	24.8	de	26.6	bcd	30.3	a	30.0	a
9	26.6	cd	25.9	bcde	28.6	abc	28.7	ab
8	27.0	bcd	26.0	bcde	27.0	bc	26.5	bcdefg
7	28.8	abc	26.5	bcd	27.5	bc	27.5	bcd
6	29.3	ab	26.1	bcde	27.6	bc	24.2	efghijk
5	30.7	a	26.8	bc	29.6	ab	21.8	kl
4	28.7	abc	26.8	bc	27.2	bc	22.6	ijkl
3	29.3	ab	25.6	bcde	27.7	abc	22.9	ijk
2	29.6	a	27.7	b	26.7	bc	20.3	l
1	29.6	a	31.1	a	29.0	ab	24.0	ghijk

注:表中字母表示 0.05 水平的显著差异,有相同字母的平均数间差异不显著。下同。

Note: Differences between means sharing same letters are not significant at 0.05 level. It is the same for the following tables.

## 2.2 叶片表皮细胞的观察

### 2.2.1 叶片表皮的细胞组成

高粱叶片下表皮的细胞有长细胞,还有称作短细胞的栓细胞和硅细胞,以及由保卫细胞、副卫细胞组成的气孔器(图版 I, 9,11)。气孔副卫细胞略呈三角形,不甚规则。上表皮除上述细胞外,还有发达的泡状细胞存在于气孔带间(图版 I, 8,10)。泡状细胞宽度大于一般表皮细胞。一排泡状细胞的宽度大体一致,长度上排列不整齐。

### 2.2.2 不同叶位叶片表皮细胞的差异

低位叶表皮细胞壁薄而略平直(图版 I, 8,9),随叶位提高,细胞壁逐渐加厚并出现波状弯曲(图版 I, 10,11)。

表4 高粱不同叶位叶片表皮的气孔密度(个/mm<sup>2</sup>)  
Table 4 Stomatal density (No./mm<sup>2</sup>) on epidermis of leaf blades at different leaf positions on the main stem of sorghum

叶位 Leaf position	冀杂6号 Ji Za No. 6		y2203	
	上表皮 Adaxial	下表皮 Abaxial	上表皮 Adaxial	下表皮 Abaxial
21	—	—	73.9 abc	132.2 a
20	—	—	75.5 abc	120.3 abcd
19	92.1 abcde	152.1 a	64.0 bc	121.7 abc
18	99.7 ab	141.7 ab	63.1 bc	121.3 abcd
17	95.0 abc	134.2 abc	68.5 abc	117.4 abcd
16	92.7 abcd	150.1 a	67.9 bc	127.9 ab
15	82.3 bcdef	130.3 abc	76.9 abc	118.2 abcd
14	77.6 cdef	127.5 abc	56.7 c	102.3 bcdef
13	68.4 fg	94.2 de	70.4 abc	102.9 abcdef
12	80.9 cdef	112.0 bcd	83.6 abc	106.5 abcdef
11	62.9 fg	92.1 def	79.2 abc	98.4 cdef
10	69.8 fg	106.2 cde	68.8 abc	84.9 ef
9	75.7 defg	94.9 de	78.2 abc	93.9 cdef
8	65.7 fg	80.7 def	84.4 abc	91.9 def
7	74.9 defg	93.8 de	69.8 abc	88.0 ef
6	76.4 cdef	102.4 cde	89.7 ab	128.2 ab
5	73.3 efg	77.7 def	99.6 a	102.7 bcdef
4	89.5 abcde	91.2 def	100.0 a	109.7 abcde
3	105.3 a	129.3 abc	93.6 ab	103.7 abcdef
2	76.0 cdef	76.1 ef	91.6 ab	107.4 abcdef
1	58.8 g	59.5 f	84.9 abc	78.4 f

表5 高粱叶鞘和穗下节间皮层中薄壁细胞的组成比例(%)  
Table 5 Proportions of different parenchymal cells in leaf sheath and the internode beneath the ear of sorghum(%)

品种 Variety	球状1环 Ball-type	瓣状1环 Palisade	2环 2 link	3环 3 link	4环 4 link	5环 5 link	≥6环 ≥6 link	不规则 Irregular	观察细胞总数 Total no. of cells observed	
冀杂6号 Ji Za No. 6	36.5	3.6	14.1	18.7	11.6	5.3	4.8	5.4	1473	
穗下节间 Internode beneath the ear	19	45.2	14.2	17.4	12.2	2.1	0.5	0.1	8.3	1511
	16	61.2	19.6	8.5	3.1	0.6	0.1	0.1	6.8	1677
	11	76.5	16.4	3.3	1.0	—	—	—	2.8	1522
	6	84.5	5.5	5.1	1.6	0.3	—	—	3.0	1525
	1	81.2	10.0	5.4	2.0	0.4	—	—	1.0	1548
y2203	21	78.8	6.6	6.1	3.5	0.2	0.1	—	4.7	1512
	16	85.4	7.3	2.7	1.8	0.2	—	—	2.6	1527
	11	83.0	7.1	3.3	1.6	0.1	—	—	4.9	1560
	6	83.9	2.1	6.7	4.7	1.2	0.1	—	1.3	1557
	1	94.6	2.3	2.1	0.9	0.1	—	—	—	1570

下表皮的气孔密度高于上表皮的(表 4),这种差异叶位越高越明显。两品种不同叶位的气孔密度略有不同。冀杂 6 号上下表皮气孔密度均随叶位提高而增加,尤其是约占总数 1/3 的顶部叶片的气孔密度显著高于以下各叶的。仅第 3 叶例外,它的上下表皮气孔密度都特别高。

y2203 上表皮气孔密度的叶位间差异不大,大致有随叶位提高而减少的趋势。下表皮气孔密度则呈顶部叶>基部叶(第 6 叶例外)>中部叶的趋势(表 4)。

### 2.3 高粱叶鞘及穗下节间皮层中薄壁细胞的观察

高粱叶鞘的表皮细胞与叶片的相似,只是长细胞很短且细胞壁急剧加厚,栓细胞的分布增多(图版 I, 12)。

叶鞘薄壁细胞不似叶片叶肉细胞那样有多种形态,多为球状细胞,内含少数极小的叶绿体(图版 I, 13)。另有少量栅状、环状(图版 I, 14)和不规则细胞。

冀杂 6 号旗叶鞘中的 2、3 环细胞和不规则细胞的比例明显高于基部叶鞘的,表明高位叶鞘薄壁细胞在形态上略有分化。y2203 各叶鞘各类细胞的比例则差异很小(表 5)。

高粱叶鞘中球状细胞的大小以中部或顶部叶鞘的最大,基部的最小(表 6),与叶鞘的发达程度一致。

穗下节间皮层中的薄壁细胞呈一环至多环(图版 I, 15, 表 5),均含有较大的叶绿体。观察到的最高环数为 9 环,而叶片中最高的只有 7 环。

表 6 高粱叶鞘球状一环薄壁细胞的大小

Table 6 Size of ball-type parenchymal cells in leaf sheath of sorghum

叶 位 Leaf position	冀杂 6 号 Ji Za No. 6			
	长 径 Long axle ( $\mu$ )	短 径 Short axle ( $\mu$ )	长 径 Long axle ( $\mu$ )	短 径 Short axle ( $\mu$ )
旗叶 Flag	64.8 b	49.5 b	74.5 ab	58.2 ab
16	67.4 ab	54.6 ab	79.3 a	64.3 a
11	82.8 a	66.8 a	72.4 ab	58.6 ab
6	79.7 a	67.3 a	71.7 ab	58.0 ab
1	55.1 b	45.8 b	62.3 b	49.2 b

## 3 讨 论

禾谷类作物叶片叶肉细胞形态的多样性,已为前人的研究所证实<sup>[2,8,10,11]</sup>。在对麦类作物叶片细胞的观察中发现<sup>[4,5]</sup>,随叶位提高,叶片细胞尤其是叶肉细胞的形态逐渐复杂化的趋势非常明显,而且规律性较强。在其他禾谷类作物中则不尽然。玉米以穗位叶为代表的中部叶片,其结构优于其他部位的叶片,但主要表现在运输系统(即维管束系统)的发达程度上,而不同叶位叶片叶肉细胞的形态差异较小<sup>[7]</sup>。水稻叶肉细胞则不仅在形状上与大麦、小麦显著不同,而且与玉米类似,也显示出不同叶位叶肉细胞形态的相似性<sup>[8]</sup>。谷子叶肉细胞大多数为不分枝的拟栅状细胞,且不同叶位间的差异也很小<sup>[10]</sup>。我们对高粱叶肉细胞的观察表明,高粱叶肉细胞的形态与玉米类似。这与许霖庆<sup>[3]</sup>的观察结果一致。虽然观察不同叶位间各类环数的叶肉细胞比例时,发现有随叶位上升多环细胞增加的趋势,但变化幅度较小,并且规律性不强。

另外,麦类作物除叶片以外其余绿色器官薄壁细胞的形态,均与叶肉细胞的类似<sup>[4,5,6]</sup>。但玉米叶鞘、苞叶等器官中的薄壁细胞形态显著有别于叶肉细胞<sup>[7]</sup>。我们对高粱的观察也表明,

叶鞘薄壁细胞的形态显著不同于叶肉细胞,而与玉米叶鞘薄壁细胞的形态类似。

综合上述观察结果,可以认为,无论是不同叶位间叶肉细胞的形态差异,还是不同营养器官间细胞形态的分化,在麦类作物和黍类作物间都存在着明显差别。问题是,这种差别是否在两类禾谷类作物中具有普遍性,是否能将叶肉细胞及其他营养器官细胞的形态特征作为禾谷类作物分类学上的指标之一,是否能从系统发育的角度解释不同禾谷类作物细胞形态的差异,这些都值得深入探讨和证实。然而可以肯定的是,不同作物营养器官细胞形态上的差异,在适应其所担负的功能方面,在对系统发育与个体发育过程中生态条件变化的适应性方面,都具有特定的生态生理意义。

### 参 考 文 献

- [1] 段续川,1959,植物学报,8(1),1—14。
- [2] 段续川,1962,植物学报,10(4),285—291。
- [3] 许霖庆,1963,中国植物学会三十周年年会论文摘要汇编,169—170。
- [4] 段续川、许霖庆、左宝玉、洪维廉,1974,植物学报,16(3),254—265。
- [5] 李小云、郑丕尧,1984,作物学报,10(3),207—215。
- [6] 郑丕尧、李小云,1986,作物学报,12(3),183—186。
- [7] 郑丕尧、李小云,1985,中国农业科学,18(4),36—41。
- [8] 周殿玺、王瑞舫、王经武、李小云,1987,北京农业大学学报,13(1),47—54。
- [9] 徐爱菊、鲁鹏哲、王献平,1990,作物学报,16(1),57—64。
- [10] 郑丕尧、傅天明、赵明,1990,作物学报,16(4),311—316。
- [11] 长南信雄,1970,日作纪,39(4),418—425。

## Preliminary Observation on the Cell Morphology of Leaf Blades and Other Vegetative Organs in Sorghum

Li Yan-ming      Zheng Pi-yao      Wang Rui-fang

(Laboratory of Eco-physiology of Crop Cultivation, Beijing Agricultural University, Beijing 100094)

### Abstract

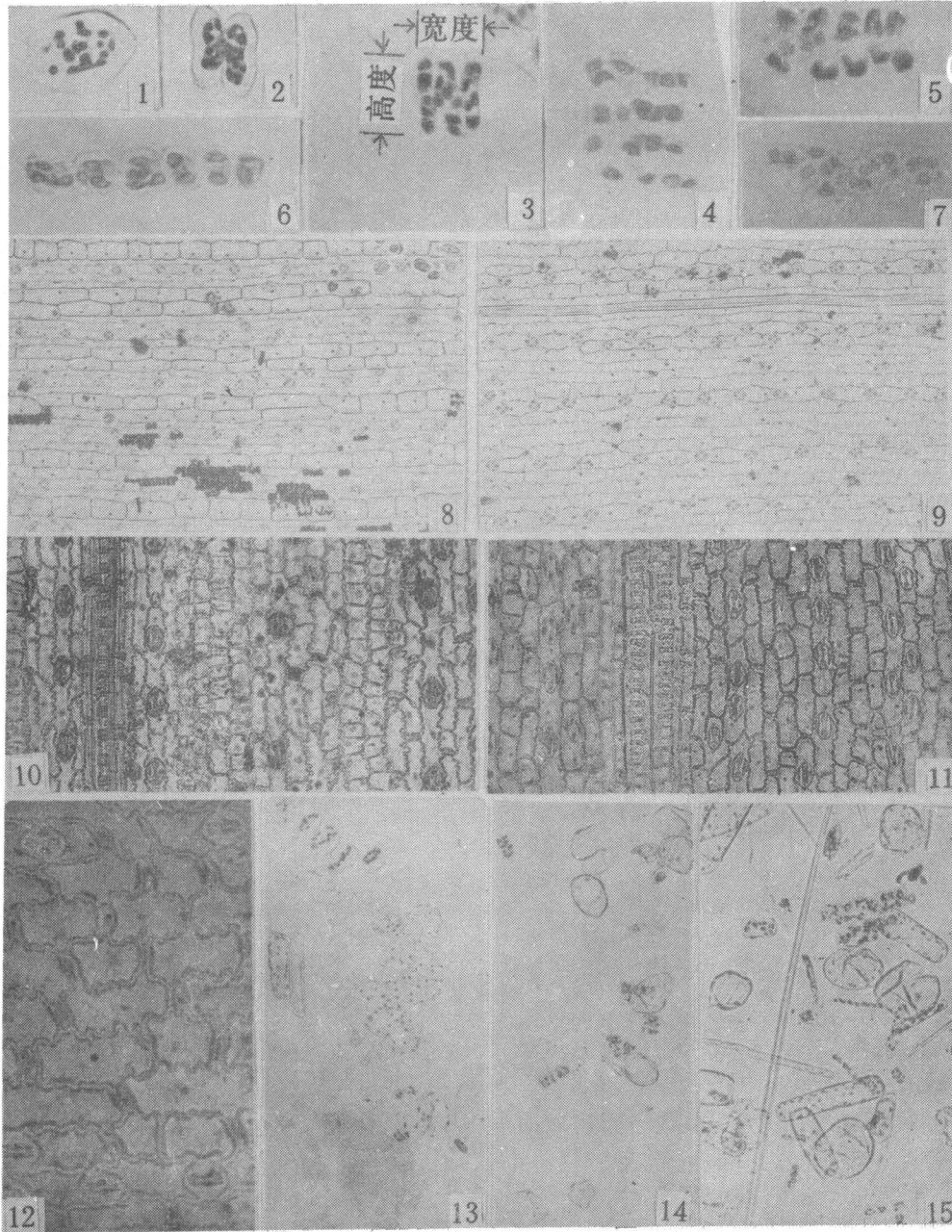
By means of cell separation, the cell morphology of leaf blades and other vegetative organs of a Chinese grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. ecotype Kaoliang) hybrid "Ji Za No. 6", and an Indian sorghum (*S. b.* ecotype Shallu) variety "y2203", were studied. The main results showed that the percentage of mesophyll cells with three or more links increased with leaf position from bottom to top on the main stem except a slight decrease at the middle leaf positions. The size of mesophyll cells became smaller with leaf position, but the tendency of the changes of the height of mesophyll cells was slightly different between the two varieties. The stomatal density on the epidermis of leaf blades increased with leaf positions in Ji Za No. 6, but little differences in stomatal density were observed among leaf positions in y2203. The cells of the leaf sheath differed greatly from those of the leaf blade in their morphology.

**Key words**      Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), Mesophyll cells, stomatal density

### Explanation of Plates

1. 1 link mesophyll cell in the 1st leaf of y2203 (400×).
2. 2 link mesophyll cell in the 1st leaf of y2203 (400×).
3. 3 link mesophyll cells in the 11th leaf of y2203 (400×).
4. 4 link mesophyll cell in the 19th leaf (flag leaf) of Ji Za No. 6 (400×).
5. 5 link mesophyll cell in the 7th leaf of Ji Za No. 6 (530×).
6. 6 link mesophyll cell in the 2nd leaf of Ji Za No. 6 (530×).
7. Irregular lobed cell in the 1st leaf of y2203 (530×).
8. Amaxial epidermis of the 3rd leaf of Ji Za No. 6 (65×).
9. Abaxial epidermis of the 3rd leaf of Ji Za No. 6 (65×).
10. Adaxial epidermis of the 18th leaf of y2203 (95×).
11. Adaxial epidermis of the 18th leaf of y2203 (95×).
12. Epidermis of the 11th leaf sheath of Ji Za No. 6 (190×).
13. Ball-type parenchymal cells in the 16th leaf sheath of y2203 (130×).
14. Ball-type 1 link, 2 link, and 3 link parenchymal cells in the 21st leaf (flag leaf) sheath of y2203 (130×).
15. Parenchymal cells in the cortex of the internode beneath the ear of Ji Za No. 6 (130×).





图版说明

1. y2203第1叶1环细胞(400×)。
2. y2203第1叶2环细胞(400×)。
3. y2203第11叶3环细胞(400×)。
4. 冀杂6号第19叶(旗叶)4环细胞(400×)。
5. 冀杂6号第7叶5环细胞(530×)。
6. 冀杂6号第2叶6环细胞(530×)。
7. y2203第1叶不规则分枝细胞(530×)。
8. 冀杂6号第3叶上表皮(65×)。
9. 冀杂6号第3叶下表皮(65×)。
10. y2203第18叶上表皮(95×)。
11. y2203第18叶下表皮(95×)。
12. 冀杂6号第11叶鞘表皮(190×)。
13. y2203第16叶鞘球状1环薄壁细胞(130×)。
14. y2203第21叶(旗叶)叶鞘球状1环及2、3环细胞(130×)。
15. 冀杂6号穗下节间皮层中的薄壁细胞(130×)。