

# 微胚乳玉米籽粒糊粉层细胞显微结构研究

盛玉萍, 黄其椿, 吴子恺\*, 周琼

(广西大学农学院, 南宁 530005)

**摘要:** 研究了10类含油率不同玉米的糊粉层厚度、结构以及糊粉层厚度与籽粒含油量、去胚籽粒(即籽粒除胚以外的其它部分)含油量、籽粒重、去胚籽粒重、籽粒蛋白质含量、胚重及胚含油量的相关性。结果显示:(1)3类微胚乳玉米糊粉层厚度最大且显著高于第7类普通高油玉米和第10类普通硬粒玉米;(2)糊粉层厚度与籽粒含油率、去胚籽粒含油率均呈极显著正相关,与籽粒重和去胚籽粒重则呈极显著负相关;(3)有些微胚乳玉米的胚乳存在不同程度的解体。因此认为糊粉层厚度和籽粒重可以作为标记性状筛选超高油玉米;在有的微胚乳玉米中,高含油量可能依赖于淀粉降解。

**关键词:** 微胚乳玉米; 糊粉层厚度; 糊粉层细胞结构; 相关性

**中图分类号:** S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2008)02-0179-04

## Studies on micro-structure of aleurone cell in micro-endosperm maizes

SHENG Yu-Ping, HUANG Qi-Chun,  
WU Zi-Kai\*, ZHOU Qiong

(College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530005, China)

**Abstract:** 10 types of corn with different oil concentrations were used to study the aleurone-cell thickness, structure and the correlations between aleurone thickness and kernel-oil concentration, ERK(embryo-removed kernel)-oil concentration, kernel weight, ERK weight, kernel-protein concentration, embryo weight and embryo-oil concentration, respectively. The results suggested that: (1) the 3 Mini-Endosperm corns (MECs) were of the highest aleurone thickness, the aleurone thickness of the 3 MECs was significantly higher than that of the 7th common-high-oil corn and the 10th common-flint corn; (2) the aleurone thickness was very positively correlated to kernel-oil concentration and ERK oil concentration, but very negatively correlated to kernel weight and ERK weight; (3) some of the MECs showed degenerative endosperm. Based on these results, we suggested that both aleurone thickness and kernel weight could be used as markers to select super-oil corn and in some MECs, high oil concentration might be based on endosperm degeneration.

**Key words:** mini-endosperm corn; aleurone thickness; aleurone-cell structure; correlation

微胚乳超高油玉米(简称:微胚乳玉米),作为育种目标,是指当成熟种子的胚/种子干重比(即胚重比) $\geq 40\%$ 、籽粒含油率 $\geq 20\%$ 的新型玉米种质(吴子恺, 2004)。

1994年以来,研究人员对微胚乳超高油玉米的品质性状进行了多方面的研究与探索并取得了初步的成效。本研究在此基础上对10大类玉米材料的糊粉层厚度及糊粉层细胞显微结构进行试验分析,对微

收稿日期: 2006-11-27 修回日期: 2007-08-14

基金项目: 教育部高等学校博士学科专项科研基金(20040593004); 广西大学重点科研项目(2003ZD02)[Supported by Research Fund for the Doctoral Program of High Schools, State Ministry of Education(20040593004); Key Scientific Research Program of Guangxi University(2003ZD02)]

作者简介: 盛玉萍(1953-),女,河南杞县人,高级实验师,硕士,主要从事作物遗传育种研究。

\* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: wuzikai@gxu.edu.cn)

胚乳超高油玉米的品质性状进行进一步的研究。

玉米糊粉层,是指胚乳表层细胞停止分裂后转化来的、在胚乳的最外层形成一层围绕着整个胚乳的细胞颗粒层。除胚乳的外层有糊粉层细胞外,胚的外侧(非盾片处)也有糊粉层。普通玉米糊粉细胞截面多呈菱形,与胚乳衔接的部分较长。糊粉层细胞壁较为整齐,糊粉细胞大小为 $30\sim 50\ \mu\text{m}$ (何黎平等,2002)。糊粉层细胞的层数,因部位不同而异。一般由单层细胞构成,但偶尔也能观察到双层细胞结构(贺学礼,2004)。此前对糊粉层细胞的超微结构及动态变化规律已有一些研究,但这些研究绝大多数集中在大麦和小麦上(高新起等,2002;陶嘉龄等,1991;高建伟等,2000;钟希琼等,2003)。目前对微胚乳超高油玉米的糊粉层及其细胞显微结构的研究鲜有报导。本试验以10大类型的玉米籽粒为材料,分析它们糊粉层厚度的差异,并对糊粉层显微细胞结构进行了观察,为微胚乳超高油玉米的育种提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

本研究采用10大类型22个玉米材料,其中的9大类19个玉米材料,来自吴子恺教授的广西大学重点科研课题(2003 ZD02)所组配的微胚乳超高油玉米材料,甜、糯类等玉米材料。19个玉米材料均于2003年取自广西大学农学院教学科研基地。另外3个高油玉米材料(高油202、高油601、通油1号)来自北京金穗种业公司,2003年取自广西大学农学院教学科研基地。22个玉米材料共分为10大类,每个材料随机抽取100粒籽粒。其中第1、2、3类为微胚乳超高油玉米,第4、5、6类为糯玉米,第7类为普通高油玉米,第8、9类为甜玉米,第10类为普通硬粒玉米。

### 1.2 试验方法

1.2.1 籽粒糊粉层厚度的测定 在22个玉米材料中每个材料随机选取5~10粒进行冰冻切片,做成半永久玻片。用徕卡(LaiCA DMLB型)多功能显微镜的测量软件测量10个类型22个玉米材料的糊粉层厚度。每个材料测定4个切片点,每个点测10个观察值,取平均值;同一类型有多个材料的取综合平均值(乐素菊等,2003)。

1.2.2 籽粒糊粉层细胞显微结构的观察与分析 采

用冰冻切片法对玉米籽粒进行切片。苏丹Ⅲ酒精液——明矾苏木精双重染色,甘油胶封片。通过显微化学染色,使玉米颖果切片的胚与非胚部分都分别着色。将每个玉米材料的切片置于徕卡(LaiCA DMLB型)多功能显微镜下观察糊粉层细胞结构,并拍下照片。把拍摄到的糊粉层细胞结构图片冲晒出相片,以供进一步比较分析不同类型玉米材料糊粉层细胞结构的差异(李正理,1991;李凤英等,2004)。

1.2.3 统计与分析 用Excel相关分析软件对10大类玉米材料的糊粉层厚度与籽粒含油率等7个主要性状进行相关分析(李永洪等,2006)。

## 2 结果与分析

### 2.1 玉米籽粒糊粉层厚度的分析

将10大类玉米材料的籽粒糊粉层厚度平均值汇于表1。结果显示:3大类微胚乳玉米的糊粉层厚度平均值均高于其它7大类非微胚乳玉米,分别排列于第1、2、3位。微胚乳I型玉米的糊粉层厚度平均值最高,为 $91.15\ \mu\text{m}$ 。糯玉米糊粉层厚度平均值均小于微胚乳玉米。普通高油玉米的糊粉层厚度平均值最小,仅为 $47.66\ \mu\text{m}$ ,在10大类玉米材料中排最后。

表1 10大类玉米材料的籽粒糊粉层厚度  
Table 1 Aleurone thickness of 10-type maizes

类序号 Classi- fication	类型名称 Type	±s ( $\mu\text{m}$ )	分布范围 Range( $\mu\text{m}$ )	排序 Order
第1类	微胚乳I型玉米	$91.15\pm 2.75$	56.86-134.49	1
第2类	微胚乳II型玉米	$78.42\pm 1.29$	42.52-117.72	2
第3类	微胚乳IV型玉米	$74.49\pm 1.30$	52.01-101.79	3
第4类	超甜糯玉米	$67.95\pm 1.01$	49.92-90.00	5
第5类	糯玉米	$56.59\pm 2.03$	29.17-93.36	8
第6类	普甜糯玉米	$73.84\pm 1.25$	44.21-98.05	4
第7类	普通高油玉米	$47.65\pm 0.94$	25.84-71.87	10
第8类	超甜玉米	$61.10\pm 1.01$	50.84-80.81	7
第9类	普甜玉米	$61.67\pm 1.29$	49.32-79.82	6
第10类	普通硬粒玉米	$48.63\pm 1.67$	33.58-71.97	9

### 2.2 玉米籽粒糊粉层厚度的差异显著性分析

对10大类玉米材料的籽粒糊粉层厚度进行方差分析, $F$ 值= $3.039(F_{(0.05,9,18)}=2.46)$ ,达显著差异。将方差分析多重比较的结果列于表2。结果显示,3大类微胚乳玉米间的糊粉层厚度没有显著差异,但微胚乳玉米与第7类普通高油玉米、第10类普通硬粒玉米存在显著差异,而与其它5大类非微胚乳玉米材料的差异未达显著水平。第1类微胚乳

I 型玉米除了与第 6 类普甜糯玉米没有显著差异外, 与其它 6 大类非微胚乳玉米均存在显著差异; 并与第 7 类普通高油玉米、第 10 类普通硬粒玉米的差异达极显著水平。

表 2 10 大类玉米材料籽粒糊粉层厚度的多重比较  
Table 2 Differential significances of aleurone thickness among 10-type maizes

排序 Order	类序号 Classification	类型名称 Type	平均值 Mean ( $\mu\text{m}$ )	差异显著性检验 Test of difference significance	
				0.05	0.01
1	第 1 类	微胚乳 I 型玉米	91.15	a	A
2	第 2 类	微胚乳 III 型玉米	78.42	ab	AB
3	第 3 类	微胚乳 IV 型玉米	74.49	abc	AB
5	第 4 类	超甜糯玉米	67.95	bc	AB
8	第 5 类	糯玉米	56.59	cd	AB
4	第 6 类	普甜糯玉米	73.84	abc	AB
10	第 7 类	普通高油玉米	47.66	d	B
7	第 8 类	超甜玉米	61.10	bcd	AB
6	第 9 类	普甜玉米	61.67	bcd	AB
9	第 10 类	普通硬粒玉米	48.63	d	B

### 2.3 糊粉层厚度与籽粒含油率等性状的相关分析

将 10 大类玉米材料的糊粉层厚度与 7 个主要籽粒性状进行了相关分析, 结果汇于表 3。结果显

表 3 10 类玉米材料糊粉层厚度与 7 个主要性状之间的相关性分析  
Table 3 Correlation coefficients between aleurone thickness and 7 kernel traits of 10-type maizes

籽粒性状 Kernel traits	籽粒含油率 Kernel oil concentration	去胚籽粒含油率 ERK oil concentration	籽粒重 Kernel weight	去胚籽粒重量 ERK weight	蛋白质含量 Protein concentration	胚重 Embryo weight	胚含油率 Embryo oil concentration
糊粉层厚度 Aleurone layer thickness	0.802 **	0.794 **	-0.8011 **	-0.846 **	0.624	0.444	0.098

注: \* 表示显著, \*\* 表示极显著,  $r_{0.05,8} = 0.632$ ,  $r_{0.01,8} = 0.765$

乳 III 型玉米低(图版 I : 3)。

超甜糯玉米 19-46 材料糊粉层细胞也有较多油粒, 但含量明显低于前 3 类微胚乳玉米。其胚乳细胞结构完整, 内部充满了淀粉(图版 I : 4); 糯玉米 20-31 材料糊粉层细胞短且油粒少, 糊粉层与种皮无明显空隙。胚乳细胞密集明晰, 内部充满了淀粉(图版 I : 5)。普甜糯玉米 9-30 材料种子结构与微胚乳 III 型玉米(图版 I : 2)相似, 但糊粉层含油颗粒及胚乳细胞解体程度都比后者少和低(图版 I : 6)。

普通高油玉米高油 601 材料种子结构与超甜糯玉米(图版 I : 4)相似, 但其糊粉层细胞不规则且与种皮间无间隙(图版 I : 7)。

超甜玉米与糯玉米(图版 I : 5)结构相似, 但前者糊粉层细胞较长, 与种皮间隙也大(图版 I : 8); 普甜玉米的 14-22 材料与普甜糯玉米(图版 I : 6)结构

示, 糊粉层厚度与籽粒含油率、去胚籽粒(即籽粒除了胚以外的其它部分)的含油率呈极显著正相关; 与籽粒重和去胚籽粒的重量则呈极显著负相关。糊粉层厚度与蛋白质含量、胚重、胚含油率这 3 个性状也存在正相关关系, 但未达显著水平。

### 2.4 玉米籽粒糊粉层细胞显微结构观察

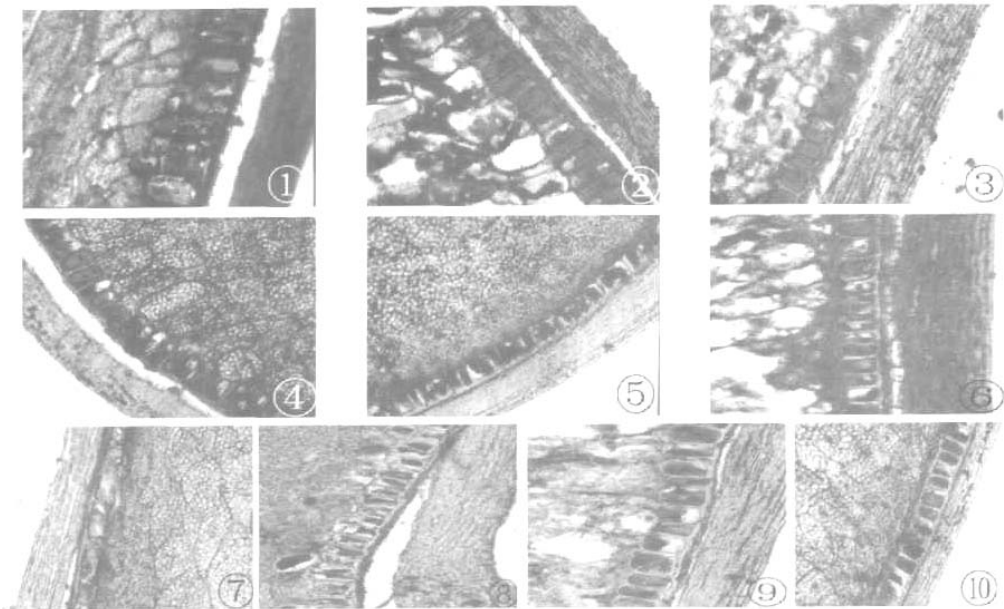
细胞学观察显示, 微胚乳 I 型玉米糊粉层细胞呈较长的柱形, 整齐排列于胚乳的最外层, 糊粉层呈现明显的橙红色, 说明含有油颗粒(盛玉萍等, 2002)。在糊粉层细胞层与种皮的衔接之间有一较明显的空白间隙层。胚乳组织较稀薄, 淀粉粒含量少(图版 I : 1)。微胚乳 III 型玉米糊粉层细胞较微胚乳 I 型细胞短, 糊粉层细胞整齐排列于胚乳的最外层, 橙红色含油颗粒密集。在糊粉层细胞层与种皮的衔接之间也有一较明显的空白间隙层, 但较微胚乳 I 型玉米窄。胚乳组织比微胚乳 I 型玉米更稀薄, 有的胚乳细胞无内含物, 仅存空腔。胚乳细胞局部染色深, 显示细胞已经解体(图版 I : 2)。微胚乳 IV 型玉米 1-48 材料的糊粉层细胞的柱形长度较前两类微胚乳玉米稍短, 糊粉层也含有橙红色油粒。胚乳组织解体程度比微胚乳 I 型玉米高, 但比微胚

乳 III 型玉米内含物更多(图版 I : 9); 普通硬粒玉米正大 619 也与糯玉米(图版 I : 5)相似, 只是胚乳细胞间的界线更明显(图版 I : 10)。

## 3 讨论

实验结果显示, 3 大类微胚乳玉米材料的糊粉层厚度值(纵切面)均大于其它 7 大类非微胚乳玉米材料的值, 而糊粉层厚度与玉米籽粒含油率有极显著正相关, 与籽粒重量呈极显著负相关。提示可以通过糊粉层厚度和籽粒重量两个性状为指标筛选超高油玉米, 从而提高玉米的含油率。

显微观察显示微胚乳玉米有较大的糊粉层细胞, 且细胞内有丰富的油粒; 而微胚乳 III 型玉米(图版 I : 2)、微胚乳 IV 型玉米(图版 I : 3)和普甜糯玉米



图版 I 10 类玉米籽粒糊粉层显微细胞结构 1. 微胚乳I型玉米 1-9,  $\times 264$ ; 2. 微胚乳III型玉米 3-11,  $\times 264$ ; 3. 微胚乳IV型玉米 1-48,  $\times 264$ ; 4. 超甜糯玉米 19-46,  $\times 264$ ; 5. 糯玉米 20-31,  $\times 264$ ; 6. 普甜糯玉米 9-30,  $\times 264$ ; 7. 普通高油玉米高油 601,  $\times 264$ ; 8. 超甜玉米,  $\times 264$ ; 9. 普甜玉米 14-22,  $\times 264$ ; 10. 普通硬粒玉米正大 619,  $\times 264$ .

Plate I Micro-structure of aleurone cell in 10-type maizes

1. Mini-endosperm Corn I 1-9,  $\times 264$ ; 2. Mini-endosperm Corn III 3-11,  $\times 264$ ; 3. Mini-endosperm Corn IV 1-48,  $\times 264$ ; 4. Super-sweet glutinous corn 19-46,  $\times 264$ ; 5. Glutinous corn 20-31,  $\times 264$ ; 6. Common sweet glutinous corn 9-30,  $\times 264$ ; 7. Common high oil corn 601,  $\times 264$ ; 8. Super-sweet corn,  $\times 264$ ; 9. Common sweet corn 14-22,  $\times 264$ ; 10. Common flint corn Zhengda 619,  $\times 264$ .

(图版 I : 6) 胚乳细胞存在不同程度的解体, 提示在有些玉米籽粒中淀粉积累与油和(或)糖积累存在竞争性抑制(Wilson 等, 1998; 杨煜峰等, 1994)。

值得注意的是, 玉米籽粒中淀粉积累与糖积累的这种竞争性抑制是否存在以及抑制程度可能与玉米基因型有关(Yamaguchi, 1999; 樊龙江等, 1998; 郝小琴等, 2003)。例如, 超甜玉米胚乳细胞内有丰富的淀粉(图版 I : 8), 而普甜玉米的 14-22 材料胚乳细胞内淀粉却比前者显著减少(图版 I : 9), 提示超甜玉米中(图版 I : 8)糖的积累并不以降低淀粉含量为代价。

参考文献:

李正理. 1991. 植物制片技术[M]. 北京: 科学出版社: 21-74  
 贺学礼. 2004. 植物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 11: 75-77  
 陶嘉龄, 郑光华. 1991. 种子活力[M]. 北京: 科学出版社  
 Fan LJ(樊龙江), Yan QC(颜启传), Zang RC(臧荣春), et al. 1998. Studies on low seed vigor of Sh2 sweet corn and seed treatments for improving its field seedling emergence(甜玉米种子活力低下原因及提高其田间出苗率的研究)[J]. *Acta Agron Sin*(作物学报), 24: 103-109  
 Gao JW(高建伟), Liu JZ(刘建中), Li B(李滨), et al. 2000. Preliminary study on pigments in seed aleurone layer of blue-grained

wheat(蓝粒小麦籽粒糊粉层色素研究初报)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), 20(6): 936-941

Gao XQ(高新起), Wang XL(王秀玲), Xi XY(席湘媛). 2002. The ultrastructures of storage protein accumulation in aleurone layer and cotyledons of *Fagopyrum esculentum*(荞麦糊粉层和子叶中贮藏蛋白质积累过程的超微结构)[J]. *Acta Biol Experim Sin*(实验生物学报), 35(4): 283-285

Hao XQ(郝小琴), Wu ZK(吴子恺). 2003. The major agronomic and quality characters in double recessive sweet-waxy maize(双隐性甜糯玉米的主要农艺及品质性状)[J]. *Acta Agron Sin*(作物学报), 29(3): 321-329

He LP(何黎平), Zang RC(臧荣春). 2002. SEM study on micro-structure of aleurone layer and scutum of Sh2 sweet corn during early germination(Sh2 甜玉米萌发初期的糊粉层和盾片显微结构的 SEM 研究)[J]. *Chin Electr Microsc Soc*(电子显微学报), 21(5): 564-565

Li FY(李凤英), Tang SQ(唐绍清), Wang RX(王任翔), et al. 2004. The anatomy study on nutritive organs of *Aspidistra* plants in China(中国蜘蛛抱蛋属植物营养器官的解剖学研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 24(3): 239-242

Li YH(李永洪), Yang YH(杨跃华), Zeng ZM(曾正明), et al. 2006. Analysis on correlation between yield and the main agronomic characteristics of Waxy Maize hybrids(糯玉米杂交种产量及主要农艺性状相关分析)[J]. *J Maize Sci*(玉米科学), 14(4): 56-60

(下转第 190 页 Continue on page 190)

第4样地则以IV和V级株数为多,各群落都以胸径1~2 cm的个体占多数。

### 3 结论与讨论

(1)根据1600 m<sup>2</sup>样方调查,在金花茶群中,胸径大于1 cm的立木的植物共有119种,隶属40科80属。其中以热带分布的属占绝对优势,占总属数的92.5%,充分说明群落的热带性质。(2)调查不同海拔高度的4个群落均为次生林类型,外貌常绿,结构相对较简单,乔木层可分2~3层,村边林群落高度达16~20 m,乔木分3层,保护区内群落高度为10 m左右,乔木分2层。群落优势种较明显,粗糠柴、降真香等在各群落均为优势种。(3)金花茶群落单位面积内的种数和个体数均较大,少见大径级立木,可见群落处于强烈的进展演替阶段。(4)调查的4个群落的物种多样性指数和生态优势度均较高,群落物种丰富且个体数目较多,但群落具有较低的均匀度,说明群落仍处于演替的中早期,且优势种较明显。(5)根据对4个群落中金花茶种群结构的分析,群落内的金花茶种群为近期增长而远期衰退类型,并以1~2 cm胸径级的金花茶株数最多,是否说明当时的群落条件最适合金花茶的开花结果、种子萌发及幼苗生长?这些可能与金花茶的繁殖生态学特性有关,还需提供更多繁殖生态学的研究证据。如果假设成立,则将对金花茶的保护提出新的群落管理措施。(6)通过野外调查,目前发现的金花茶均分布于北热带半常绿季雨林的次生林群落中。这从群落学角度至少还有两个问题需进一步研究。一是金花茶是否仅分布于次生林群落中?二是或者金花茶曾大面积分布

于本地带的原生林群落中,后因原生林遭破坏才使目前的金花茶群落在区域内呈片断化分布?

### 参考文献:

- 广东植物研究所. 1976. 广东植被[M]. 北京: 科学出版社, 22-29
- 王伯荪. 1987. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社
- 王铸豪, 何道泉, 宋绍敦, 等. 1982. 鼎湖山自然保护区的植被[J]. 热带亚热带森林生态系统研究, 1: 77-141
- 中国植被编辑委员会. 1980. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 144-145
- 李典谟. 1987. 生态的多样性度量[J]. 生态学杂志, 6(4): 49-52
- 曲仲湘, 文振旺, 朱克贵. 1952. 南京灵谷寺森林现状分析[J]. 植物学报, 1(1): 18-49
- 曹洪麟, 蔡锡安, 彭少麟, 等. 1999. 鹤山龙口村边次生常绿阔叶林群落分析[J]. 热带地理, 19(4):
- 黄付平. 2000. 防城金花茶林地土壤生化特性的研究[J]. 广西林业科学, 29(4): 178-181
- 彭少麟, 陈章和. 1983. 广东亚热带森林群落物种多样性[J]. 生态科学, 2: 99-104
- 彭少麟, 王伯荪. 1983. 鼎湖山森林群落分析[J]. 生态科学, 1: 11-17
- 彭少麟. 1996. 南亚热带森林群落动态学[M]. 北京: 科学出版社, 95-99, 312-317
- Colwell R K. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap[J]. *Ecology*, 52(4): 567-576
- Su ZM(苏宗明), Huang YQ(黄玉清), Li XK(李先琨). 2000. Studies on the phytocoenological feature of *Taxus Chinese var. mairei* community in Yuanbaoshan, Guangxi, China(广西元宝山南方红豆杉群落特征的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 20(1): 1-10
- Su ZM(苏宗明). 1994. A preliminary study on the population ecology of *Camellia sect nitidissima*(金花茶组植物种群生态的初步研究)[J]. *Guangxi Sci*(广西科学), 1(1): 31-36
- Wu ZY(吴征镒). 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 增刊IV: 1-139

(上接第153页 Continue from page 153)

- Sheng YP(盛玉萍), Zhou Q(周琼), Lin JZ(林鉴钊), et al. 2002. Studies of anatomy and microchemistry on seed from high oil maize varieties 115 and 647(高油玉米115, 647籽粒解剖学和显微化学研究)[J]. *Guangxi Agric Biol Sci*(广西农业生物科学), 21(4): 252-254
- Wilson D O, et al. 1998. Nutritionally induced changes in endosperm of Sh2 and bt-2 maize kernels grown in field[J]. *Seed Tech*, 20: 176-186
- Wu ZK(吴子恺). 2004. Breeding for new germplasm of super-high oil in corn(新型超高油玉米种质的选育)[J]. *Acta Agron Sin*(作物学报), 30(8): 739-744
- Yamaguchi J. 1999. Characterization of  $\beta 2$  amylase and its deficiency in various rice cultivars[J]. *Theor Appl Genet*, 98: 32-38

- Yang YF(杨煜峰), Cao X(曹欣), Song WY(宋文英), et al. 1994. Complementation of ant and aleurone genes in barley(大麦ant基因对蓝糊粉层基因的互补效应分析)[J]. *Acta Agric Zhejiang*(浙江农业学报), 6(2): 90-93
- Yue SJ(乐素菊), Zhang B(张璧), Liu HC(刘厚诚), et al. 2003. Pericarp thickness and kernel filling characteristics of super sweet corn(超甜玉米籽粒果皮厚度及灌浆特性研究)[J]. *J South China Agric Univ(Nat Sci Edi)*(华南农业大学学报·自然科学版), 24(3): 13-15
- Zhong XQ(钟希琼), Tao J(陶均), Li L(李玲). 2003. Adjust and control for the cells routinization death of Barley aleurone layer(大麦糊粉层细胞程序化死亡的调控)[J]. *Chin J Coll Biol*(细胞生物学杂志), 25(03): 168-170

作者: [盛玉萍](#), [黄其椿](#), [吴子恺](#), [周琼](#), [SHENG Yu-Ping](#), [HUANG Qi-Chun](#), [WU Zi-Kai](#),  
[ZHOU Qiong](#)

作者单位: [广西大学, 农学院, 南宁, 530005](#)

刊名: [广西植物](#) [ISTIC](#) [PKU](#)

英文刊名: [GUIHAIA](#)

年, 卷(期): 2008, 28 (2)

被引用次数: 3次

## 参考文献(17条)

1. [李正理](#) [植物制片技术](#) 1991
2. [贺学礼](#) [植物学](#) 2004
3. [陶嘉龄](#); [郑光华](#) [种子活力](#) 1991
4. [樊龙江](#), [颜启传](#) [甜玉米种子活力低下原因及提高其田间出苗率研究](#)[期刊论文]-[作物学报](#) 1998 (1)
5. [高建伟](#), [刘建中](#), [李滨](#), [冯宝树](#), [于桂琴](#), [李振声](#) [蓝粒小麦籽粒糊粉层色素研究初报](#)[期刊论文]-[西北植物学报](#) 2000 (6)
6. [高新起](#), [王秀玲](#), [席湘媛](#) [荞麦糊粉层和子叶中贮藏蛋白质积累过程的超微结构](#)[期刊论文]-[实验生物学报](#) 2002 (4)
7. [郝小琴](#), [吴子恺](#) [双隐性甜糯玉米的主要农艺及品质性状](#)[期刊论文]-[作物学报](#) 2003 (3)
8. [何黎平](#), [臧荣春](#) [Sh2甜玉米萌发初期的糊粉层和盾片显微结构的SEM研究](#)[期刊论文]-[电子显微学报](#) 2002 (5)
9. [李凤英](#), [唐绍清](#), [王任翔](#), [李光照](#) [中国蜘蛛抱蛋属植物营养器官的解剖学研究](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2004 (3)
10. [李永洪](#), [杨跃华](#), [曾正明](#), [孔亮亮](#), [陈国民](#) [糯玉米杂交种产量及主要农艺性状相关分析](#)[期刊论文]-[玉米科学](#) 2006 (4)
11. [盛玉萍](#), [周琼](#), [林鉴钊](#), [刘丕庆](#), [彭懿紫](#) [高油玉米115、647籽粒解剖学和显微化学研究](#)[期刊论文]-[广西农业生物科学](#) 2002 (4)
12. [Wilson D O](#) [Nutritionally induced changes in endosperm of Sh2 and bt-2 maize kernels grown in filed](#) 1998
13. [吴子恺](#) [新型超高油玉米种质的选育](#)[期刊论文]-[作物学报](#) 2004 (8)
14. [Yamaguchi J](#) [Characterization of  \$\beta\$ 2 amylase and its deficiency in various rice cultivars](#) 1999
15. [杨煜峰](#), [曹欣](#) [大麦ant基因对蓝糊粉层基因的互补效应分析](#)[期刊论文]-[浙江农业学报](#) 1994 (2)
16. [乐素菊](#), [张璧](#), [刘厚诚](#), [王晓明](#) [超甜玉米籽粒果皮厚度及灌浆特性研究](#)[期刊论文]-[华南农业大学学报\(自然科学版\)](#) 2003 (3)
17. [钟希琼](#), [陶均](#), [李玲](#) [大麦糊粉层细胞程序化死亡的调控](#)[期刊论文]-[细胞生物学杂志](#) 2003 (3)

## 本文读者也读过(10条)

1. [廖海民](#). [李良俊](#). [任轶](#). [郁建平](#). [胡正海](#). [LIAO Hai-min](#). [LI Liang-jun](#). [REN Yi](#). [YU Jian-ping](#). [HU Zheng-hai](#) [苗药黑骨藤药材的显微结构研究](#)[期刊论文]-[西北药学杂志](#)2007, 22 (1)
2. [扬鹏](#). [郑晓军](#). [王玉国](#). [孙毅](#) [枣树茎尖脱毒培养过程中的细胞显微结构和3种保护酶活性的变化](#)[期刊论文]-[植物生理学通讯](#)2002, 38 (4)
3. [沈丹](#) [谈如何面对挫折](#)[期刊论文]-[辽宁师专学报\(社会科学版\)](#) 2009 (1)
4. [田树云](#) [微胚乳超高油玉米胚乳消减规律及显微结构研究](#)[学位论文]2008
5. [苏秀红](#). [娄玉霞](#). [董诚明](#). [SU Xiuhong](#). [LOU Yuxia](#). [DONG Chengming](#) [提高《药用植物学》中显微结构部分教学质量](#)的探讨[期刊论文]-[中国医药导报](#)2011, 08 (7)

6. [冯志颖](#) [如何面对挫折和失败——从埃蒙斯射击失误说起](#)[期刊论文]-[开卷有益（求医问药）](#) 2010(4)
7. [李波](#), [曲弘辰](#), [董阳](#), [孙婴宁](#), [孙雯慧](#), [LI Boi](#), [QU Hong-chen](#), [DONG Yang](#), [SUN Ying-ning](#), [SUN Wen-hui](#) [卫星搭载对冰草叶片显微结构的影响](#)[期刊论文]-[高师理科学刊](#)2011, 31(2)
8. [许传俊](#), [李玲](#), [李红](#), [张铭光](#), [Xu Chuanjun](#), [Li Ling](#), [Li Hong](#), [Zhang Mingguang](#) [蝴蝶兰褐变外植体的显微结构观察以及褐变成分的初步分析](#)[期刊论文]-[园艺学报](#)2005, 32(6)
9. [刘仁林](#), [马冬雪](#), [余扬帆](#), [LIU Renlin](#), [MA Dongxue](#), [YU Yangfan](#) [广东石豆兰的显微结构特征与干旱生态环境的关系研究](#)[期刊论文]-[江西林业科技](#)2007(6)
10. [王福青](#), [李敏](#), [曲咏梅](#), [WANG Fu-qing](#), [LI Min](#), [QU Yong-Mei](#) [大白菜雄性败育的显微结构观察](#)[期刊论文]-[植物学通报](#)2001, 18(1)

### 引证文献(3条)

1. [郑琪](#), [王威](#) [低温冻害对玉米种子盾片超微结构的影响](#)[期刊论文]-[甘肃农业科技](#) 2015(02)
2. [崔丽娜](#), [张红](#), [孟佳佳](#), [石德杨](#), [董树亭](#) [不同胚乳类型玉米籽粒淀粉粒的粒度分布特征](#)[期刊论文]-[作物学报](#) 2012(09)
3. [戴罗杰](#), [郭春雨](#), [李飞宇](#), [吴子恺](#), [吕凤连](#), [郑德波](#) [微胚乳超高油玉米的研究进展](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2009(19)

引用本文格式: [盛玉萍](#), [黄其椿](#), [吴子恺](#), [周琼](#), [SHENG Yu-Ping](#), [HUANG Qi-Chun](#), [WU Zi-Kai](#), [ZHOU Qiong](#) [微胚乳玉米籽粒糊粉层细胞显微结构研究](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2008(2)