

# 不同胞质效应甜玉米叶面积变化及穗部积累规律

陈婷婷, 贺晟阳, 赵宇, 张同科, 孙姣辉, 罗红兵, 罗水清\* (湖南农业大学农学院, 湖南长沙 410128)

**摘要** [目的]探索不同胞质效应甜玉米生长过程中叶面积的变化及穗部积累规律。[方法]在大田生长条件下,以正常胞质的湘农甜玉2号和不育胞质C型湘农甜玉2号2种胞质类型的甜玉米为种植材料,分析2种胞质效应甜玉米不同生育期的叶面积变化,授粉后不同时间青苞、净穗及鲜百粒重等的变化规律。[结果]2种胞质效应的甜玉米在不同生育期叶面积之间均差异不显著,在吐丝期分别达到最大叶面积值,整个变化过程均呈“S”型曲线;综合正常胞质和不育胞质甜玉米在授粉后不同时间里青苞、净穗、鲜百粒重等的变化,确定湘农甜玉2号在秋季的最佳采收期为授粉后34 d,C型湘农甜玉2号的最佳采收期为授粉后30 d,此外,2种胞质效应的甜玉米鲜百粒重在授粉后各时间差异均不显著,它们均可独立运用于甜玉米制种和生产。[结论]该研究可为合理种植和利用及适时采收不同胞质效应的甜玉米提供理论依据。

**关键词** 甜玉米;C型不育胞质;果穗;鲜百粒重;叶面积

**中图分类号** S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)26-0038-03

## Leaf Area Change and Ear's Accumulation Pattern of Sweet Corn with Different Cytoplasmic Effect

CHEN Ting-ting, HE Sheng-yang, ZHAO Yu, LUO Shui-qing\* et al (College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128)

**Abstract** [Objective] To explore leaf area change and ear's accumulation pattern in the growth process of different cytoplasmic effect's sweet corn. [Method] In field condition, taking normal cytoplasmic Xiangnongtianyu 2 and C-cytoplasmic male sterility Xiangnongtianyu 2 as the experimental materials, to analysis the leaf area change at different stages, the pattern of green corn, wet ear and 100-fresh-kernel weight after pollination. [Result] Two types of sweet corn in different growth period had no significant difference in leaf area, the leaf area reached the maximum at spinning time, Change of the whole process presented "S" type curve. Integrating green corn, wet ear and 100-fresh-kernel weight after pollination of the normal cytoplasmic and the C- cytoplasmic male sterility sweet corn, to make sure the best harvest time of Xiangnongtianyu 2 was 34 d after pollination, C- Xiangnongtianyu 2's best harvest was 30 d after pollination. In addition, the 100-fresh-kernel weight was no significant difference between two types of sweet corn after pollination, the two types of sweet corn all can be independently used in the production. [Conclusion] The study provided a scientific basis for reasonable planting and using or choosing timely harvest.

**Key words** Sweet corn; C-type cytoplasmic male sterility; Ear; 100-fresh-kernel weight; Leaf area

玉米作为我国三大禾本科粮食作物之一,对国民经济的发展有着不可替代的作用。其中,甜玉米(*Zea mays* L. *saccharat*-Sturt)又称“果蔬玉米”,是甜质型玉米亚种,起源于中南美洲,是由一个或多个隐性基因所控制的胚乳突变体<sup>[1-2]</sup>。目前,我国主要种植的是由胚乳突变基因 *sh2* 控制的超甜玉米<sup>[3]</sup>。近年来,随着人们生活水平的不断提高,甜玉米籽粒因其含糖量高、风味好、营养丰富等特点而受到越来越多的消费者青睐<sup>[4]</sup>。此外,甜玉米种植具有显著的经济效益,栽培面积逐年扩大,为我国农业产业结构的调整发挥了巨大的作用<sup>[5]</sup>。

叶片是绿色植物用于光合作用、生产有机物质的主要器官,更是植物进行蒸腾作用、气体交换的主要场所<sup>[6]</sup>,其面积大小对作物生长、发育、抗病性、抗逆性及产量等的影响比较大,是作物栽培、遗传育种等各方面研究所需要考虑的范围<sup>[7]</sup>,更是评价环境效应的主要生长指标之一。在一定条件下,随着叶面积的增加,光合作用产生的有机物质逐渐增加,产量也随之增加<sup>[8]</sup>。此外,利用雄性不育系制种是提高种子质量、降低种子生产成本、增加收益的必要技术手段,也是种子产业发展的趋势<sup>[9-10]</sup>。

该试验通过对正常胞质的湘农甜玉2号和不育胞质的

C型湘农甜玉2号2种胞质类型的甜玉米进行种植,分析2种胞质类型的甜玉米在不同生育期的叶面积变化,授粉后不同时间里青苞、净穗及鲜百粒重等的变化,并根据其结果分析判定2种胞质效应的甜玉米叶面积,授粉后鲜穗、净穗、鲜百粒重等之间的差异是否显著,确定它们的适宜收获期。

### 1 材料与方法

**1.1 材料** 试验材料有正常胞质的湘农甜玉2号和不育胞质C型湘农甜玉2号2种胞质类型的甜玉米品种,其均为早熟品种,有18片叶,株型为半紧凑型。

**1.2 方法** 试验于2016年夏在湖南农业大学耘园试验基地进行,试验土壤为红色土、中壤土。以正常胞质和不育胞质C型湘农甜玉2号2种胞质类型的甜玉米作为2个处理,采用完全随机区组设计,重复3次,每个试验小区按4行区种植,行长3.6 m,每行12穴,穴距30 cm、行距50 cm,试验地周边设4行保护行。7月26日开播种行,严格按照密度人工点播,每穴3粒。施复合肥750 kg/hm<sup>2</sup>作为基肥,间苗在苗达到4叶1心时进行,每穴最终留1株,追肥在第7叶完全展开时进行,按穴施肥并结合中根松土,以确保后期生长能够顺利进行。为避免小区间的不必要差异而影响试验结果,小区间农事操作需连续完成。其他栽培管理等农艺措施与当地大田生产一致,所有小区肥水管理方法相同,同时防治病、虫、草害。

**1.3 测定项目** 出苗后每小区分别选择生长均匀的5株玉米挂牌,并标记叶龄。待生长至拔节期、抽雄期、吐丝期、成熟期分别用直尺测定标记植株上所有叶片的最大长度和宽

**基金项目** 湖南省科技计划项目(2015NK3007)。

**作者简介** 陈婷婷(1989—),女,甘肃天水人,硕士研究生,研究方向:作物生理生态。\*通讯作者,助理研究员,硕士,从事甜糯玉米种子生产技术应用研究。

**收稿日期** 2017-06-23

度,计算叶面积,叶面积 = 叶长 × 叶宽 × 0.75。

每小区在玉米果穗吐丝前选择长势相同的植株进行统一套袋,在盛花期的同一天进行人工授粉,并用挂牌标记授粉日期,从授粉后 10 d 开始,每隔 3 d 于清晨露水未干时取一次样,共取 8 次,每次从标记的植株中随机选取 3 株长势一致、有代表性的果穗带回实验室,并从每个果穗中部取下完整的籽粒,混匀样后分别数取 100 粒用百分之一的电子天平称其鲜百粒重。从每个小区取 10 个果穗用以考种,考种性状包括青苞重、净穗重。

**1.4 数据处理** 试验所有数据采用 Microsoft Excel 2007 软件进行整理和分析,部分数据运用 IBM SPSS Statistics 21 进行相关分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同胞质效应甜玉米各生育期单株叶面积变化** 由图 1 可知,正常胞质的湘农甜玉 2 号和 C 型不育胞质湘农甜玉 2 号 2 种胞质类型的甜玉米叶面积发展动态基本一致,其变化过程是随着甜玉米植株的生长,叶面积逐渐增加,从拔节期到抽雄期叶面积速度增加最快,近似直线增长,到吐丝期达到最大值,以后增长速度下降,整个叶面积变化过程呈“S”型曲线。在拔节期、抽雄期、吐丝期不育胞质的甜玉米叶面积大于正常胞质的甜玉米叶面积,2 种类型的甜玉米叶面积在这 3 个时期差异不显著。在成熟期时,C 型不育胞质的甜玉米叶面积下降速度大于正常胞质的甜玉米叶面积,两者之间差异不显著。整个过程中,正常胞质的湘农甜玉 2 号的叶面积增长速度小于不育胞质 C 型湘农甜玉 2 号的增长速度,叶面积下降速度也小于 C 型湘农甜玉 2 号。在功能上,湘农甜玉 2 号叶片长成以后持续时间和光合作用均高于 C 型湘农甜玉 2 号。

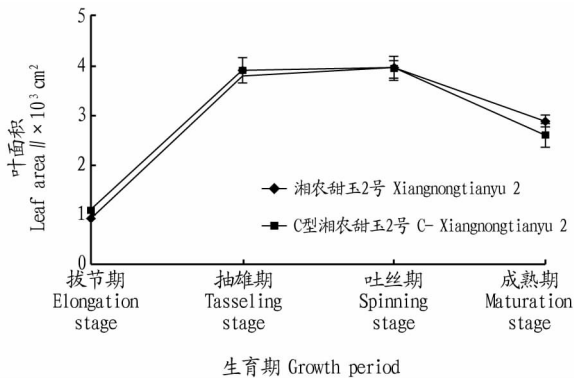


图 1 不同胞质效应甜玉米各生育期单株叶面积变化

Fig. 1 The leaf area change of single plant of different cytoplasmic effect' sweet corn in every growth period

**2.2 不同胞质效应甜玉米授粉后不同天数青苞(带苞叶果穗)变化** 由图 2 可知,在授粉后不同时间内正常胞质的湘农甜玉 2 号和 C 型不育胞质湘农甜玉 2 号 2 种胞质类型的甜玉米青苞重增长趋势基本一致,都是随授粉后时间延长逐渐增加,当达到一定值时又开始趋于减小。湘农甜玉 2 号在授粉后 34 d 青苞重达到最大值(315.33 g),C 型湘农甜玉 2 号在授粉后 30 d 达到最大值(310.67 g)。整个过程中,正常

胞质和不育胞质 2 种胞质类型的甜玉米之间青苞重达到最大值时差异不显著,而在授粉后各个时间内都有显著差异或极显著差异。在后期甜玉米收获中若要获得较大的青苞产量可根据授粉后的时间来选择采收,正常胞质的甜玉米青苞采收时间可选择为授粉后 34 d,不育胞质的甜玉米青苞采收可在授粉后 30 d 进行。若需结合当地的有效积温、降水等情况还需进一步试验研究。

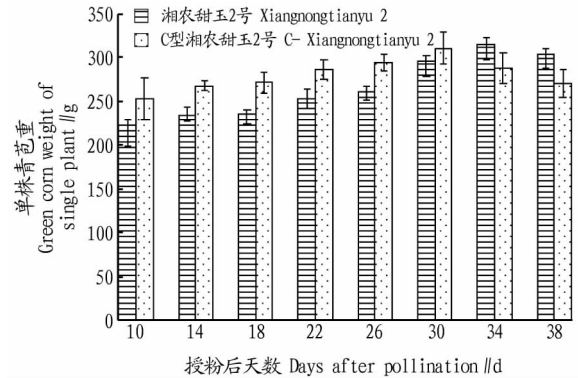


图 2 不同胞质效应甜玉米灌浆过程中单株青苞重变化

Fig. 2 The green corn weight dynamics of single plant of different cytoplasmic effect' sweet corn in the process of grouting

**2.3 不同胞质效应甜玉米授粉后不同天数净穗(去苞叶果穗)变化** 由图 3 可知,正常胞质的湘农甜玉 2 号和 C 型不育胞质湘农甜玉 2 号在授粉后的不同时间内净穗重变化和以上所述青苞重变化趋于一致,均呈现出“S”型变化趋势,即先不断增加,达到一定值时,开始逐渐下降。在授粉后 34 d 湘农甜玉 2 号单株净穗重达 222.33 g、授粉后 30 d C 型湘农甜玉 2 号单株净穗重最大值为 214.67 g,并且 2 种胞质的甜玉米之间净穗重在达到最大值时差异不显著,而在授粉后的不同天数,正常胞质和不育胞质的甜玉米净穗重之间均存在显著差异或极显著差异。若选择收获甜玉米净穗,湘农甜玉 2 号可选择在授粉后 34 d 采收、C 型湘农甜玉 2 号可选择在授粉后 30 d 采收。

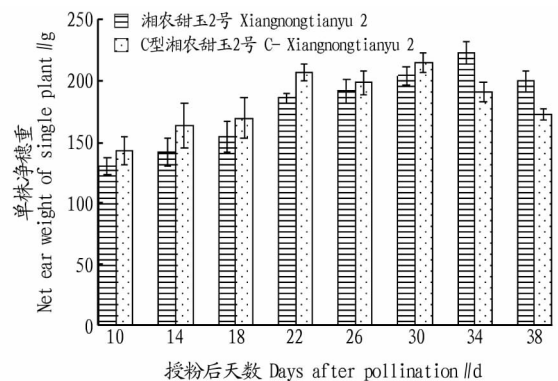


图 3 不同胞质效应甜玉米灌浆过程中单株净穗重变化

Fig. 3 The net ear weight dynamics of single plant of different cytoplasmic effect' sweet corn in the process of grouting

**2.4 不同胞质效应甜玉米授粉后不同天数鲜百粒重变化** 由图 4 可知,2 种胞质类型的甜玉米在授粉后随着时间

的变化,其鲜百粒重均逐渐增加,在授粉后 10~22 d,正常胞质的湘农甜玉 2 号和 C 型不育胞质湘农甜玉 2 号 2 种类型甜玉米的鲜百粒重均缓慢增长,在授粉后 22~30 d 这一阶段,2 种胞质类型的鲜百粒重均呈直线增长,在授粉后 34 d 湘农甜玉 2 号鲜百粒重达到最大值(45.72 g)、C 型湘农甜玉 2 号鲜百粒重在授粉后 30 d 达到最大值(44.60 g),2 种胞质的甜玉米鲜百粒重在达到最大值时差异不显著,之后迅速下降,正常胞质甜玉米的鲜百粒重下降速度慢于不育胞质甜玉米。在整个过程中,2 种类型的甜玉米鲜百粒重在授粉后 10~30 d 差异不显著,在授粉后 34~38 d,它们的鲜百粒重差异显著。

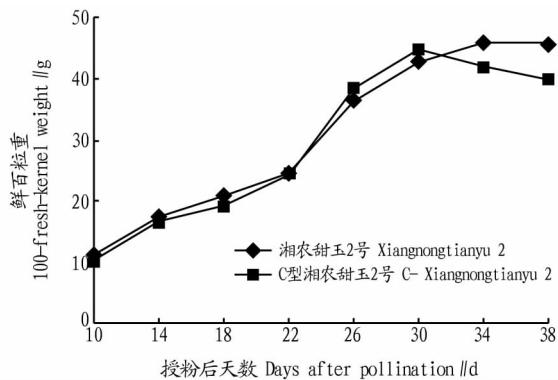


图4 不同胞质效应甜玉米灌浆过程鲜百粒重变化

Fig. 4 Dynamics of the 100-fresh-kernel weight of different cytoplasmic effect's sweet corn in the process of grouting

### 3 结论与讨论

玉米叶片作为生产有机质的主要器官之一,其叶面积大小和光合作用强度与玉米的生长发育有着紧密的联系。在形态上,甜玉米各部位叶面积和单株叶面积均能影响到群体叶面积,玉米叶面积主要增加在拔节期—抽雄期这一阶段,这是玉米生长的主要时期。在功能上,叶面积形成后,其光合作用强弱及延续时间的长短对玉米生长是非常重要的<sup>[11]</sup>。该研究结果表明,不育胞质 C 型湘农甜玉 2 号的单株叶面积要大于正常胞质湘农甜玉 2 号的单株叶面积,但 2 种胞质效应的甜玉米叶面积在不同生育期差异均不显著,在整个生育过程中,2 种类型的甜玉米均呈现出“S”型变化曲线。

张晶等<sup>[12]</sup>研究认为玉米吐丝前天数代表其品种开花前

总生物量累积的时间,且生物量累积越多,对提高青苞产量越有利,在气候条件满足的情况下,可以通过增加甜玉米的叶面积来增加甜玉米青苞、净穗重。该试验结果表明,2 种胞质效应的甜玉米在灌浆过程中青苞和净穗重的增加趋势基本一致,在授粉后 34 d,正常胞质的湘农甜玉 2 号单株青苞和净穗重均达到最大值,而不育胞质 C 型湘农甜玉 2 号的单株青苞、净穗重在授粉后 30 d 出现最高值,并且在此阶段,2 种胞质效应甜玉米籽粒的鲜百粒重与其青苞、净穗重的变化相似,分别在授粉后 34、30 d 达到最大值,此时间段可作为 2 种类型甜玉米的适宜采收期。这与陈永欣等<sup>[13]</sup>研究的甜玉米最佳采收时期为授粉后第 24~27 天,生产上可根据实际情况延长这一结果接近。此外,不育胞质的甜玉米在叶面积、鲜重、净穗重等的积累变化方面快于正常胞质甜玉米,这一动态是不育胞质本身的因素,还是受外界环境条件而变化还需在后期的试验中继续加以研究。

### 参考文献

- [1] 曾孟潜,刘雅楠,杨涛兰,等. 甜玉米、笋玉米的起源与遗传[J]. 遗传, 1999,21(3):44-45.
- [2] 李小琴,王青峰. 广东省甜玉米发展现状与对策探讨[J]. 作物杂志, 2007(3):32-34.
- [3] 孙政才,陈国平. 甜玉米与普通玉米籽粒发育过程中碳水化合物及氨基酸消长规律的比较研究:II. 氨基酸含量的消长变化[J]. 作物学报, 1992,18(4):301-306.
- [4] 乐素菊,张壁,刘厚诚,等. 超甜玉米籽粒果皮厚度及灌浆特性研究[J]. 华南农业大学学报,2003,24(3):13-15.
- [5] 赵福成,景立权,闫发宝,等. 施氮量对甜玉米产量、品质和蔗糖代谢酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(1):45-54.
- [6] 王宁珍,邓振镛,张谋草,等. 陇东黄土高原气候变化对玉米叶面积生长的影响研究[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(2):190-194.
- [7] 周云龙. 植物生物学[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,2004.
- [8] JONCKHEERE I, FLECK S, NACKAERTS K, et al. Review of methods for insitu leaf area index determination; I. Theories, sensors and hemispherical photography[J]. Agricultural and forest meteorology, 2004, 121(1/2):19-35.
- [9] 侯玮,陈举林,王国胜,等. 细胞质雄性不育在玉米育种及生产中的应用概述[J]. 安徽农学通报,2011,17(1):64-66.
- [10] 刘纪麟,李小琴,李建生,等. 华玉 4 号雄性不育化育种过程及其种子生产体系[J]. 玉米科学,2000,8(1):11-14.
- [11] 周苏玫,李潮海,连艳鲜,等. 高产旱作玉米品种的光合性能及物质生产力研究[J]. 华北农学报,2001,16(3):68-73.
- [12] 张晶,赵守光,王秋燕,等. 优质甜玉米品种青苞产量与相关农艺性状的灰色关联度分析[J]. 广东农业科学,2012,39(6):25-26.
- [13] 陈永欣,翟广谦,田福海,等. 甜、糯玉米适采期的确定及采收保鲜技术研究[J]. 玉米科学,1998,6(S1):38-41.

(上接第 22 页)

- [8] 陈华,陈永明,林付根,等. 战氏生物农残降解剂降解蔬菜农药残留的效果[J]. 农技服务,2009,26(8):102.
- [9] 庞国芳,李岩,范春林,等. 水果和蔬菜中 450 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法:GB/T 20769—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2009.

- [10] 中华人民共和国农业部. 蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定:NY/T 761—2008[S]. 北京:农业出版社,2008.
- [11] 中华人民共和国农业部. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量:GB 2763—2014[S]. 北京:中国标准出版社,2014.

## 科技论文写作规范——作者

论文署名一般不超过 5 个。中国人姓名的英文名采用汉语拼音拼写,姓氏字母与名字的首字母分别大写;外国人姓名、名字缩写可不加缩写点。