

玉米幼苗不同叶位花环结构及叶绿素含量研究

张百富, 张立军, 樊金娟, 崔震海*, 阮燕晔, 朱延姝, 汪 澈, 胡 凯
(沈阳农业大学 生物技术学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘要: 以玉米幼苗叶片第1—5叶位叶片为材料, 观察其叶片解剖结构和叶绿素含量的变化, 以确定玉米幼苗不同叶位叶片的光合碳同化途径。结果表明, 玉米幼苗第1—5叶位叶片都具有典型C₄植物的花环结构, 第3—5叶发育更好, 其维管束鞘细胞(BSC)中含有大量的叶绿体; 随着叶位的上升, 叶绿素含量逐渐升高, 不同叶位叶绿素 a/b 保持恒定。说明玉米幼苗第1叶和第2叶C₄光合结构发育不完全, 第5叶C₄光合结构发育完全。

关键词: 玉米; 光合途径; 花环结构; 叶绿素含量

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)02-0033-03

Comparative Study on the Kranz Anatomy and Chlorophyll Content of Different Leaves in Maize Seedlings

ZHANG Bai-fu, ZHANG Li-jun, FAN Jin-juan, CUI Zhen-hai*, RUAN Yan-ye
ZHU Yan-shu, WANG Che, HU Kai
(School of Biotechnology, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The Kranz anatomy and chlorophyll content of different leaves in maize seedlings were studied to determine their photosynthetic pathways. The results showed that maize leaves at position 1—5 all exhibited Kranz anatomy typical for C₄ plants. In leaf 3 to 5, the bundle sheath cells (BSC) contained a large number of chloroplasts. With the increase of leaf position, the chlorophyll content increased, while chlorophyll a/b maintained stable. The C₄ photosynthetic structure of leaf 1 and 2 in maize seedlings did not develop completely, but in leaf 5 it developed well.

Key words: Maize; Photosynthetic pathways; Kranz anatomy; Chlorophyll content

随着我国人口的增加和生活水平的提高, 人们对粮食的需求不断增大。由于可耕地资源有限, 因此, 增加粮食产量的主要途径是增加单位面积产量。然而, 高温、土壤退化、干旱等环境问题严重影响了作物产量的提高。在高温干旱环境下, C₄植物比C₃植物具有更高的碳同化效率、水分利用率和氮利

用效率。因此, 将C₃植物转化为C₄植物的研究, 引起人们的极大关注。Crespo等^[1]发现, 同一玉米植株不同叶位的光合碳同化途径不同, 第1—3叶主要进行C₃途径, 而第4—5叶主要进行C₄光合途径。但在不同的环境条件下, C₄植物叶片并不总是运转C₄途径^[2-4]。因此, 本研究以玉米幼苗叶片第1—5

收稿日期: 2010-09-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(31000673); 辽宁省科技厅科技攻关项目(2008208001); 辽宁省教育厅科研基金项目(20060784); 沈阳市科技局基金项目(1081191-3-00); 沈阳农业大学大学生科技创新性项目(2009); 绵阳市科技计划项目(09zd2103)

作者简介: 张百富(1984-), 男, 黑龙江绥化人, 本科, 研究方向: 植物光合生理。

*通讯作者: 崔震海(1978-), 男, 辽宁沈阳人, 讲师, 在读博士研究生, 主要从事植物发育与作物生物技术研究。

E-mail: wutong816@sina.com.cn

叶位叶片为材料,观察其叶片解剖结构和叶绿素含量的变化,以确定玉米幼苗不同叶位叶片的光合碳同化途径,为研究 C_4 植物的 C_4 光合途径形成提供必要的材料与数据支持。

1 材料和方法

1.1 材料

供试玉米品种为郑单 958(购于北京德农种业有限公司)。精选种子,摆放于铺有 1 层湿滤纸的培养皿(直径 12 cm)中,加去离子水 10 mL,在 28℃ 恒温培养箱中培养,每天换水 1 次。待种子芽长 2 cm 时,移栽入双体营养钵(直径 15 cm)中,栽培基质为泥炭土(购于黑龙江省五常市地宝有机肥有限公司)。植株生长温度为 25℃,光密度为植株底部 $400 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、顶部 $1000 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ (光源为荷兰 PHILIPS 公司生产的农用高压钠灯 SONTAGRO400WGES),光照时间 14 h,相对湿度 40%~50%。

1.2 方法

①采用石蜡切片法观察叶片的横切面解剖结构。选取一至五叶期生长良好、植株健壮、整齐一致的玉米幼苗,将叶片切成长和宽各 0.5 cm 的小片,立即放入 FAA 固定液中,材料应沉入瓶底。固定的叶片经过脱水、透明、浸蜡、包埋、切片、脱蜡、染色和封片^[3],制作成石蜡切片,将切片放在 OLYMPUS BH-2 显微镜下观察花环结构,用 Axio Cam MRC 相机拍照。②称取不同生长时期、不同叶位的玉米叶片 0.05 g,剪碎,放入锥形瓶中,加入 25 mL 的乙醇丙酮混合液(乙醇:丙酮:水=4.5:4.5:1),用封口膜密封瓶口。室温下避光浸提 12 h,至叶片完全变白^[6]。使用日本日立公司生产的 U-3010 型紫外可见分光光度计,分别在 663 nm 和 645 nm 波长下,测定浸提液的吸光度值 D_{663} 和 D_{645} 。计算公式:

$$\text{叶绿素 a 含量}(C_a)=12.72D_{663}-2.59D_{645},$$

$$\text{叶绿素 b 含量}(C_b)=22.88D_{645}-4.67D_{663},$$

$$\text{叶绿素含量}=C \cdot V/W(C: \text{质量浓度}, V: \text{体积}, W: \text{质量}).$$

2 结果与分析

2.1 玉米幼苗不同叶位叶片的花环结构

通过石蜡切片(图 1—5)可以清楚地看到,玉米幼苗 1—5 叶位的叶片都具有 C_4 植物的典型花环结构。随着玉米叶位的增加,维管束鞘细胞(BSC)和叶肉细胞(MC)的体积增大,二者围绕在维管束外

侧排列紧密,BSC 中叶绿体的数量增多,分布有规律。与其他 3 片叶相比,第 1 叶和第 2 叶花环结构发育不完全。这主要体现在:第 1 叶和第 2 叶 BSC 排列松散,叶绿体含量较少,没有看到叶绿体的特异性分布;而第 3 叶和第 4 叶 BSC 排列紧密,叶绿体含量较多,叶绿体相对于维管束呈离心分布,紧贴远离维管束侧的细胞壁排列;第 5 叶花环结构发育成熟,不仅具有典型的花环结构特征,而且细胞间隙很小,叶脉排列比较密集。

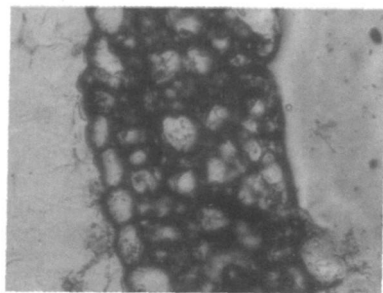


图 1 玉米第 1 叶花环结构(400 倍)

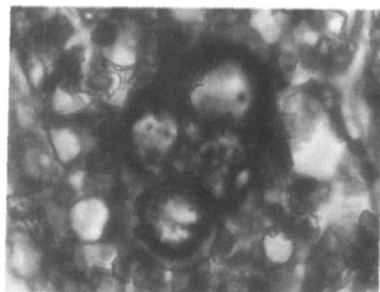


图 2 玉米第 2 叶花环结构(400 倍)

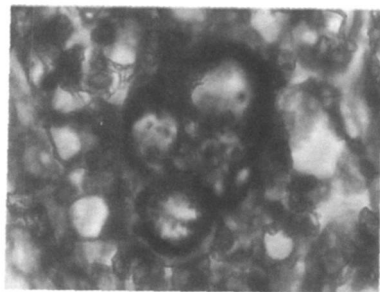


图 3 玉米第 3 叶花环结构(400 倍)

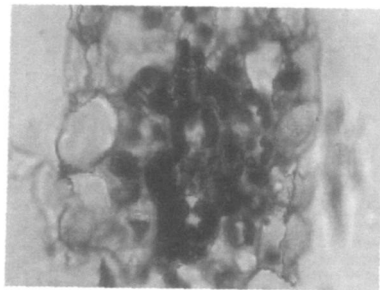


图 4 玉米第 4 叶花环结构(400 倍)

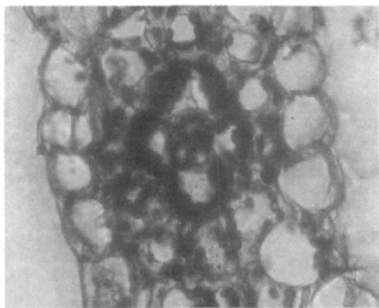


图 5 玉米第 5 叶花环结构(400 倍)

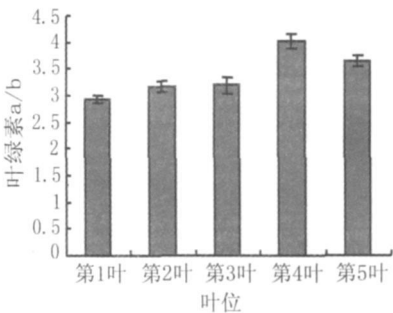


图 9 玉米叶片叶绿素 a/ b 的变化

2.2 玉米幼苗不同叶位叶片的叶绿素含量

由图 6—8 可知, 叶绿素含量随着叶位的上升而升高。第 1 叶叶绿素含量最低, 第 5 叶叶绿素含量最高, 这与叶片发育情况有关。叶绿素 a/b 差别不大(图 9), 说明 1—5 叶位叶片捕光色素系统没有较大差异, 光能转化效率相近。

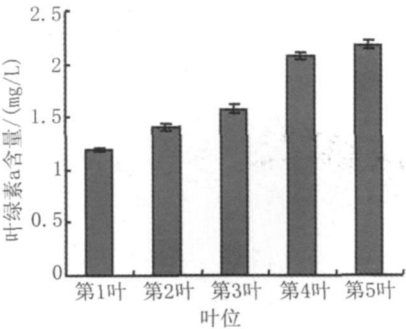


图 6 玉米叶片叶绿素 a 含量的变化

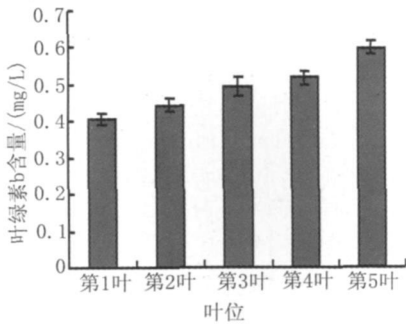


图 7 玉米叶片叶绿素 b 含量的变化

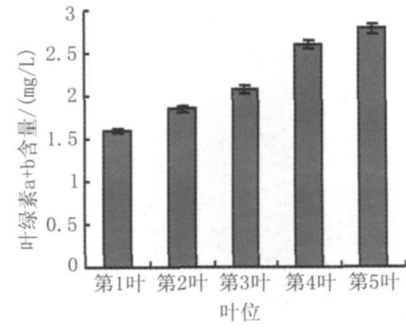


图 8 玉米叶片叶绿素 a+b 含量的变化

3 结论与讨论

由解剖结构反映出玉米幼苗一至五叶期不同叶位的叶片都拥有典型的花环结构。第 1—2 叶花环结构发育不完全; 第 3—5 叶发育较好, 其 BSC 中含有大量的叶绿体。说明玉米幼苗不同叶位叶片花环结构的发育是有差异的, 而且叶片随叶位上升逐渐发育完全。

随着叶位的上升, 叶绿素含量逐渐升高, 不同叶位的叶绿素 a/b 差别不大。

综上所述, 玉米幼苗第 1 叶和第 2 叶 C₄ 光合结构发育不完全, 第 5 叶 C₄ 光合结构发育完全。玉米幼苗第 1—5 叶不同叶位叶片光合途径存在由 C₃ 结构向 C₄ 结构转变的过程。

参考文献:

[1] Crespo H M, Frean M, Cresswell C F, *et al.* The occurrence of both C₃ and C₄ photosynthetic characteristics in a single *Zea mays* plant[J] . *Planta*, 1979, 147: 257-263.

[2] Cousins A B, Adam N R, Wall G W, *et al.* Development of C₄ photosynthesis in sorghum leaves grown under free-air CO₂ enrichment(FACE)[J] . *J Exp Bot*, 2003, 54: 1969-1975.

[3] Williams L E, Kennedy R A. Photosynthetic carbon metabolism during leaf ontogeny in *Zea mays* L.: enzyme studies[J] . *Planta*, 1978, 142: 269-274.

[4] 崔国瑞, 张立军, 李振华, 等. 植物 C₄ 光合途径的形成及其影响因素[J] . *植物生理学通讯*, 2009, 45(7): 711-720.

[5] 李正理. 植物组织制片学[M] . 北京: 北京大学出版社, 1996: 99-103.

[6] 张立军, 樊金娟. 植物生理学实验教程[M] . 北京: 中国农业出版社, 2007: 31-39.