

# 不同作物品种超弱生物光子发射的比较

李德红 邢达 罗明珠<sup>1</sup> 廖飞雄

(华南师范大学激光生命科学研究所, 广州 510631)

(<sup>1</sup> 华南农业大学农学系, 广州 510642)

E-mail: lidelong @163. net or lidhg @263. net

**摘 要** 利用自行研制超弱发光探测系统, 对不同品种的甘蔗和(组培)菜心叶片的超弱生物光子发射(UBE)进行了比较. 试验发现大田生长处于糖份积累期的高糖品种和低糖品种(组合)甘蔗的 +1 叶片 UBE 差别很明显; 组培的两种菜心经不同时间的热处理, 不耐热品种比耐热品种的 UBE 变化剧烈得多. 表明了品种间的某种内在差异, 预示了 UBE 的农业应用前景.

**关键词** 超弱生物光子发射(UBE); 甘蔗; 菜心; 作物品种

## 0 引言

生物超弱发光是近年兴起的生物物理现象研究的热点之一, 其中, 植物超弱发光 (ultraweak biophoton emission, UBE) 是该领域内研究得较为深入的部分<sup>1</sup>. 我们先前自行研制了超弱发光探测系统<sup>2</sup>, 并用该系统对植物的超弱生物光子发射进行了多方面探索. 研究发现植物的(诱导)超弱发光和光形态建成与光合作用等生长代谢过程密切相关<sup>3</sup>. 并对花生、水稻等大田作物的幼苗生长发育过程中的 UBE 变化特征及其与某些生化指标变化的关系进行了初步研究<sup>4,5</sup>. 国内的有关研究也显示 UBE 可能作为鉴定农作物品种特性的一种新方法<sup>6-8</sup>. 为探索 UBE 的农业应用前景, 我们进一步对不同品种甘蔗和组培菜心叶片的超弱发光进行比较, 以寻找 UBE 在农业上的可能应用途径.

## 1 试验装置

如图 1 所示. 采用自行研制的超弱发光探测系统进行图象观测<sup>2</sup>. 该装置放于暗室中, 它是由样品暗箱(内壁涂黑)、变焦物镜(数值孔径为 1:1.8, 焦距 50mm)、光纤微通道板象增强器(HM C3100)、制冷(-42℃) CCD 探测系统(PI Inc. TE/CCD-512TKB)、控制器和计算机控制系统等

部分组成的超高灵敏度成像系统. 生物样品经变焦物镜成像在光纤微通道板象增强器的光阴极(光敏波长范围为 360~930nm)上, 经光放大(每一个入射光电子可产生约 100 个光电子计数), 在出射荧光屏上的图象由中继透镜投射在制冷 CCD 探测器象面上, 经由数据采集系统 ST-130 进入计算机进行图象处理. 这样, 可获得超弱生物光子发射的二维图象, 如果对生物样品进行连续、多次采集, 就能同时获得超弱生物光子发射的时空分布信息. 利用光纤微通道板象增强器的象增强作用和低温制冷的高灵敏度背向照明 CCD 探测器(背景噪音  $0.2 \text{ counts} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{pixel}^{-1}$ ), 使得探测器灵敏度可达到探测  $10 \text{ photons} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

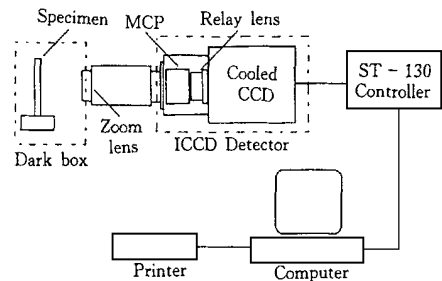


图 1 超弱发光图象探测系统示意图

Fig. 1 Schematic diagram of UBE image detecting system

左右的 UBE 图象的水平. 此外,经象面增益修正结合图象处理技术使图象具有非常低的噪声和较高的空间分辨率.

### 2 材料和方法

#### 2.1 试验材料

同时播种在大田生长的两种甘蔗 (*Saccharum officinarum* L.) 新台糖 10 号和 71/210, 均处于糖份积累期(11月中旬). 组织培养(温度 25 )的两种菜心 (*Vrassica campestris* L. var. parachinesis Baily Tsen et Lee) 四九菜心和六十天特青, 生长到二叶一心时, 开始热处理(温度 35 ), 处理时间分别为 0h、2h、8h、12h、24h. 分别取其 +1 叶片进行 UBE 图象观测.

#### 2.2 试验方法

采用图 1 所示的探测系统进行超弱发光图象观测. 将不同作物、不同品种、不同处理的 +1 叶片经 30s 白炽灯照射 ( $10\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) 后放入样品池, 暗置 10s 后开始采集图象. 每幅图象采集 30s.

### 3 试验结果与分析

#### 3.1 不同品种甘蔗叶片的 UBE 比较

##### 3.1.1 两种甘蔗叶片的超弱发光强度差别

大田生长的两种甘蔗均处于糖分积累期, 其中新台糖 10 号 (XT-10) 是含糖分较高的品种, 71/210 是含糖分较低品种(组合). 试验发现其 +1 叶的超弱发光差别很明显. 实验观察比较了 5min 内 (10 幅图象) UBE 的变化, 叶基部和叶中部的 UBE 都是前者高于后者. 其中尤以叶中部差别最显著, 叶基部次之. 而叶尖部的差别不明显 (图 2).

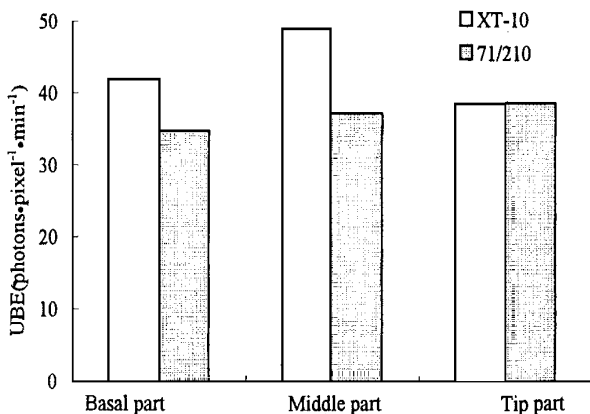


图 2 两种甘蔗叶片的超弱发光比较  
Fig. 2 UBE of leaves from two sugarcane varieties

##### 3.1.2 超弱发光的衰减

新台糖 10 号 71/210 两品种(组合)叶片的基部、中部和尖部三个部分的 UBE 衰减规律很一致, 差别很稳定, 表现出品种间的固定差异 (图 3). 从 UBE 的衰减趋势图来看, 在新台糖 10 号和 71/210 之间也是叶中部 UBE 差别最明显, 其次是叶基部, 而叶尖部的 UBE 差别很小, 达不到显著水准.

上述结果显示, 就叶片而言中部最能代表品种的特性. 这与生物学试验研究中取叶片中部进行生理生化指标分析的方法、原则是一致的.

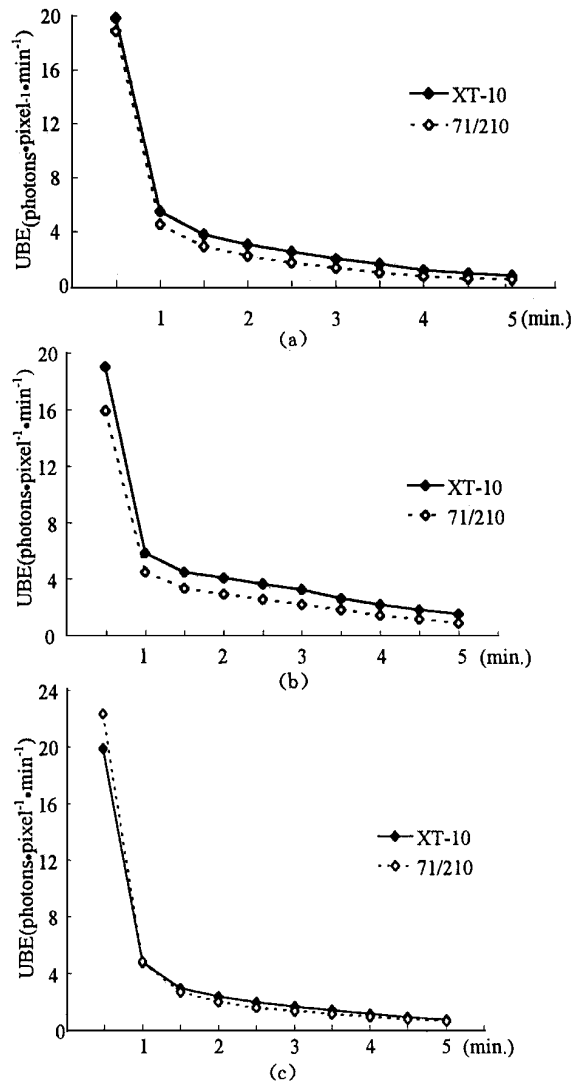


图 3 甘蔗叶片基部(a)、中部(b)和尖部(c)超弱发光的衰减规律比较

Fig. 3 UBE attenuation of the basal, middle and tip parts of sugarcane leaves

#### 3.2 不同品种菜心叶片的 UBE 比较

组织培养的四九菜心(耐热品种)和六十天特

青(不耐热品种)分别经不同时间(0h、2h、8h、12h、24h)的热处理,比较两种菜心+1叶片 UBE 强度. 未经热处理前耐热品种的 UBE 略高于不耐热的品种. 热处理使 UBE 大幅度上升,热处理 2h 和 8h 时,UBE 可增加 1.3~3.5 倍. 不耐热品种比耐热品种增加的幅度大得多,六十天特青叶片的 UBE 明显高于四九菜心. 热处理 24h 后叶片的 UBE 又回落到原来的水平,耐热品种略高于不耐热的品种,与热处理前相似(图 4). 显然,不耐热品种明显比耐热品种因对热刺激敏感,其 UBE 变化也比耐热品种剧烈. 这也表明了品种间的某种内在差异.

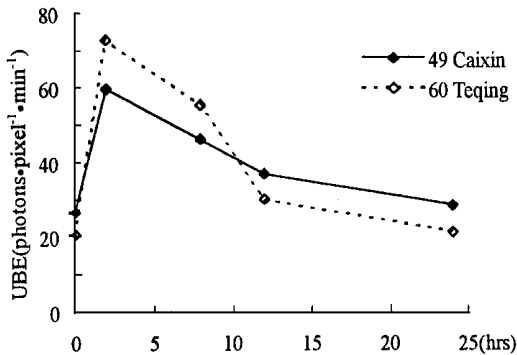


图 4 菜心叶片的 UBE 比较

Fig. 4 Comparing on UBE of Caixin leaves

## 4 讨论

文献 9 发现光照后延时发光的光谱特性不变性,自发发光水平亦不变. 笔者曾对超弱生物光子发射的性质进行探讨,判明我们所观测到的超弱生物光子发射不是叶绿素的延时发光,因为失活的叶片(叶绿体)光子发射少<sup>3</sup>. 这均说明利用活体的延时发光特性能够反映内在的代谢特征.

国内外对作物超弱发光的研究较少,本文从超弱发光的二维图象入手,发现了不同品种间的

UBE 差别. 曾有人对大麦、小麦、玉米、大豆等作物的抗性与超弱发光的关系进行了初步研究,发现不同抗性品种的籽粒萌发时表现出品种间的差异<sup>6~8</sup>. 此外,还发现超弱发光反映出玉米果穗籽粒成熟时营养物质的转化、运输和累积. 与新陈代谢的强弱变化有关<sup>10</sup>. 一般认为,任何生成或消耗利用 ATP、NAD(H<sub>2</sub>)、NADP(H<sub>2</sub>) 和 FMNH<sub>2</sub> 的反应均可导致一部分代谢能以光子形式释放出来. 因此,超弱发光可作为植物体内物质代谢和能量转化活动的一项指标<sup>7</sup>.

本文的试验结果亦显示,由于不同品种甘蔗积累糖分的能力不同,在糖分积累期+1叶的超弱发光也不一致. 积累糖分能力强的品种(如新台糖 10 号)的 UBE 较强,反映出其营养物质转化运输能力较强,代谢较活跃,相似地,两种菜心的耐热能力不同,其+1叶的超弱发光也很不一样. 在常温下,UBE 强度较弱;处于逆境时,UBE 大幅度升高,此时的代谢十分活跃,而不耐热品种(如六十天特青)的 UBE 上升幅度远大于耐热品种. 表明了品种之间的特性差异. 故超弱发光反映了植物体内物质代谢和能量转化的活跃程度,利用 UBE 作为测定植物新陈代谢水平(或抗性)的指标,可能为农作物鉴定提供一种新的可靠方法.

这里对作物品种间 UBE 差别的观测表明,一方面我们自行研制的这套超弱发光探测系统是十分灵敏有效的;另一方面,通过探测作物的 UBE 可以从一个侧面反映其固有的、内在的某种差异,UBE 可作为作物品种特征差异的又一新指标,预示了 UBE 探测可能在农业上有较好的应用前景. 与此相关的工作很多,而超弱发光生物学机制的研究较欠缺,目前只是非常初步的结果,尚待深入研究.

## 参考文献

- 1 Popp FA, et al. Recent advances in biophoton research and it's application. Singapore: World Scientific, 1992; 1~46
- 2 谭石慈, 邢达. 生物超微弱发光图象的观测. 科学通报, 1997, 42(6): 644~646
- 3 李德红, 邢达, 谭石慈等. 绿豆和花生的超弱发光. 植物生理学报, 1998, 24(2): 177~182
- 4 李德红, 何永红, 罗明珠等. 生长在不同光质下的花生幼苗的超弱发光. 生物物理学报, 1998, 14(3): 548~552
- 5 李德红, 邓江明, 邢达. 不同光质对水稻幼苗的超弱发光和谷氨酰胺合成酶活性的影响. 生命科学研究, 1998, 2(2): 109~7
- 6 周禾, 杨起简. 成熟小麦抗穗发芽能力与超弱发光关系的研究. 生物化学与生物物理进展, 1995, 22(3): 109~117
- 7 汪沛洪, 吕金印. 利用生物超弱发光鉴定抗旱性的小麦品种初探. 生物化学与生物物理进展, 1990, 17(5): 399~400
- 8 杨起简. 几种作物籽粒萌发时超弱发光与其抗逆性关系. 生物化学与生物物理进展, 1993, 20(4): 315~317

- 9 Hideg E, Scott R Q, Inaba H. Spectral resolution of long term (0.5 ~ 50s) delayed fluorescence from spinach chloroplasts. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1991, 285(2): 371 ~ 372.
- 10 杨起简, 周禾. 玉米果穗超弱发光特性的研究. *生物物理学报*, 1997, 13(3): 479 ~ 481

## THE ULTRAWEAK BIOPHOTON EMISSION OF DIFFERENT CROP VARIETIES

Li Dehong, Xing Da, Luo Mingzhu<sup>1</sup>, Liao Feixiong, Tan Shici

*Institute of Laser Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631*

<sup>1</sup> *Department of Agronomy, South China Agricultural University, Guangzhou 510642*

Received date: 1999-03-15

**Abstract** The ultraweak biophoton emission (UBE) of different sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) and Caixin (*Brassica campestris* var. parachinesis Baily Tsen et Lee) varieties were studied with high-sensitive image detecting system developed by ourselves. The results showed that the UBEs of the +1 leaf of sugarcane and Caixin varieties were very different. The UBE of sugarcane variety with higher sugar content, which growing in field, had stronger UBE than that of low sugar content variety (combination) during the stage of sugar accumulation. Two kinds of Caixin, which growing under tissue culture condition, pretreated with heat-shock for different time periods, the change of UBE of the heat-non-resistant variety was much more violent than that of heat-resistant variety. It was concluded that some intrinsic differences between varieties could be distinguished by UBE detection, and UBE detection probably has bright prospect in agricultural applications.

**Keywords** Ultraweak biophoton emission (UBE); *Saccharum officinarum* L.; *Brassica campestris* var. parachinesis Baily Tsen et Lee; Crop variety



**Li Dehong** was born in Oct, 1967. He was awarded Ph. D. degree in June 1996 (major in plant physiology). From then on, he has been working in Institute of Laser Life Science, South China Normal University. He studies in the cross field of photon-biology, plant physiology and biophysics. Now he is working on the mechanism of UBE and its application basis.