

# 低温弱光下 k-1 杂交酸模叶绿素荧光及膜脂脂肪酸的变化

代玉华 代金明 孟庆伟 \*

(山东农业大学生命科学院, 泰安 271018)

**摘要:** 低温弱光胁迫下黄瓜叶片的最大光化学效率 ( $F_v/F_m$ ) 和实际光化学效率 ( $F_v'/F_m'$ ) 急剧下降, 而酸模叶片的  $F_v/F_m$  和 PSII 只轻微下降。低温处理后, 酸模 PG 饱和脂肪酸含量下降, 有利于提高膜的稳定性; Trans-3-16:1 含量下降程度不大, LHC 寡聚体解聚程度不严重, 因而抗冷性较强。

**关键词:** 酸模; 低温弱光; 叶绿素荧光; 饱和脂肪酸; 寡聚体

**中图分类号:** S 63 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2003) 05-0595-03

## 1 目的、材料与方法

酸模 (*Rumex*) 又称 ‘土大黄’, 是蓼科多年生草本植物。k-1 杂交酸模是我国天山酸模 (*R. tianschanicus* L.) 与巴天酸模 (*R. patientia* L.) 的杂交种, 其蛋白质含量较高, 纤维素含量与常用蔬菜相当, 维生素 C 和  $\beta$ -胡萝卜素的含量在蔬菜中属中等水平, 并含有许多矿物元素和大部分人体所必需的氨基酸, 现已用作饲料, 也可作为蔬菜食用<sup>[1]</sup>。自然条件下温度变化对 k-1 杂交酸模产量影响很大。到目前为止, 有关低温对该酸模叶绿素荧光特性和膜脂组成影响的研究甚少。本试验中以典型冷敏感植物黄瓜为对照, 通过测定低温弱光条件下酸模与黄瓜叶绿素荧光参数及膜脂脂肪酸组成等变化, 探讨低温弱光对 k-1 杂交酸模叶片光合功能的影响及其可能机理。

k-1 杂交酸模与黄瓜 ‘津研四号’ (*Cucumis sativus* L. ‘Jinyan 4’) 种子精选后, 用塑料盆 (盆上口径 13.5 cm, 高 10.5 cm) 育苗, 在 26 °C、120  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  光照下培养 20 d, 转移到 10 °C、120  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  光照下处理 5 d, 定期测定叶绿素含量、叶绿素荧光参数、叶片膜脂脂肪酸组分。

## 2 结果分析与讨论

### 2.1 低温对叶绿素及叶绿素 a/b 比值的影响

叶绿素是一个对低温比较敏感的指标。植物受到逆境胁迫, 其叶绿素代谢会相应发生变化。低温弱光处理后, 黄瓜和酸模叶绿素含量都随处理时间延长逐渐下降, 但黄瓜下降速率明显高于酸模 (表 1)。

胁迫初期黄瓜 Chl. a/b 比值急剧下降, 一天后呈上升趋势, 这说明黄瓜在低温胁迫初期 Chl. a 降解的程度大于 Chl. b, 而后期正好相反。酸模叶片 Chl. a/b 比值一直呈缓慢下降趋势。由于 Chl. a 主要存在于两个光系统的核心复合物中, Chl. b 主要存在于两个光系统的天线组分中, 所以对黄瓜而言, 低温下产生伤害的最初位点可能是光合反应中心, 但随着胁迫时间的延长, 两个光系统外周天线受损程度加快; 酸模 Chl. a/b 比值的变化说明在整个低温弱光胁迫期间, 天线的破坏程度可能一直小于其光合反应中心。

低温下光化学反应和叶黄素循环活性的抑制不可避免要导致大量活性氧的产生, 黄瓜叶片在处理

收稿日期: 2002-10-14; 修回日期: 2003-04-21

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (G1998010100); 国家自然科学基金项目 (30070458); 山东省自然科学基金项目 (Q99D10)

\*通讯作者 (E-mail: qwmeng@sdaa.edu.cn)

后期天线降解程度加快的原因有可能是活性氧过量产生的结果。对酸模而言,较高的光化学效率可能是它减少活性氧产生的原因之一。在处理后期,Chl. a/b 比值上升的原因也可能是黄瓜叶片 Chl. b 的合成过程较 Chl. a 对低温弱光更为敏感,使 Chl. b 合成受抑程度比 Chl. a 更为严重。

表 1 低温弱光下 k-1 杂交酸模与黄瓜叶片各参数变化

Table 1 Changes of parameters in *Rumex* and cucumber leaves during treatment of low temperature and weak light

作物 Plants	处理天数 Days of treatment (d)	叶绿素含量 Chlorophyll content (mg · dm <sup>-2</sup> )	叶绿素 a/ b Chlorophyll a/ b	Fv/ Fm	PSII	PG 饱和脂肪酸 Saturated fatty acids of PG( %)	Trans-3-16 1 ( %)
酸模 <i>Rumex</i>	0	5.09	2.63	0.81	0.73	52.9	22.9
	1	5.02	2.56	0.79	0.67	52.1	21.0
	3	4.59	2.32	0.66	0.56	51.6	18.2
	5	4.35	2.21	0.61	0.52	45.1	16.9
黄瓜 Cucumber	0	5.25	2.75	0.81	0.73	68.3	22.6
	1	5.12	2.47	0.61	0.43	66.2	17.2
	3	4.27	2.67	0.27	0.22	64.7	13.9
	5	3.43	2.87	0.16	0.17	70.7	12.1

## 2.2 低温对叶绿素荧光参数的影响

Fv/ Fm 可以表示当所有反应中心开放时光系统 的最大光化学效率。在低温胁迫期间,酸模叶片的 Fv/ Fm 下降程度相对较小,同时,酸模叶片 PS 的实际光化学效率(Fv'/ Fm') 远远高于黄瓜叶片。这说明酸模叶片光系统 对低温有很好的抵抗能力,即使在低温下依然能保持较高的光化学反应,这可能是低温弱光下其光抑制程度较低的重要原因。初步推测酸模的光合机构相对比较稳定。

## 2.3 低温对磷脂酰甘油 (PG) 饱和脂肪酸组分的影响

零上低温对植物的伤害主要是由于发生膜脂相变,而 PG 中饱和脂肪酸的含量较低时有利于膜的稳定<sup>[2]</sup>。高熔点脂肪酸(16:0、Trans-3-16:1、18:0)含量的升高,增加植物的冷敏感性。在酸模叶片 PG 中,饱和脂肪酸含量为 51.5%,典型冷敏感植物黄瓜为 72.2%。

经测定,黄瓜只在低温胁迫初期 PG 饱和脂肪酸含量下降,此后逐渐上升;酸模 PG 饱和脂肪酸含量则一直处于下降状态,尤其是在处理第 5 天时最为显著,意味着它在遭受低温胁迫之后,饱和脂肪酸含量不断减少,可能降低了膜脂相变温度,使膜的稳定性增加,有利于在低温下维持其生理活性。

## 2.4 低温对磷脂酰甘油 (PG) 中 Trans-3-16 1 的影响

Trans-3-16 1 的含量与 PS 天线复合体的结构维持有一定关系。单体 LHC 是在 PG (Trans-3-16 1) 中聚合成寡聚体 LHC 的<sup>[3]</sup>。低温下 Trans-3-16 1 含量下降会使 LHC 寡聚体解聚,单体增多,使 LHC 捕获的能量不能有效地传递至反应中心,导致捕光效率下降。相对于黄瓜而言,5 d 低温胁迫期间酸模 Trans-3-16 1 含量下降程度较轻,也就是说,低温弱光下,酸模天线复合体的结构比较稳定,这有可能是它在低温下具有较高光化学效率的原因之一,也表明酸模耐低温弱光的能力较强。

## 参考文献:

- 薛颖,宋曙辉,武兴德,等. 鲁梅克斯 k-1 杂交酸模营养成分分析报告. 中国食物与营养, 1999, 3: 26~27
- Murata N. Molecular species composition of phosphatidylglycerols from chilling-sensitive and chilling-resistant plant. *Plant Cell Physiol.*, 1983, 24: 81~86
- Remy R, Trembliers A, Duval J C, et al. Study of the supramolecular organization of light harvesting chlorophyll protein (LHCP). *FEBS Lett.*, 1982, 137: 271~275

## Changes of Chlorophyll Fluorescence and Fatty Acid Composition of Phosphatidylglycerol in *Rumex* Leaves during Low Temperature and Weak Light Stress

Dai Yuhua, Dai Jinming, and Meng Qingwei

(College of Life Sciences, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

**Abstract:** During low temperature and weak light stress, Fv/Fm and PSII in *Rumex* leaves were higher than that in cucumber leaves. Content of saturated fatty acids of PG in *Rumex* leaves decreased under low temperature and weak light, which is benefited to enhance membrane stability under low temperature. Trans-3-16:1 in *Rumex* leaves decreased less than in cucumber under stress, indicating the slight degradation of LHCII oligomer. This might be important for *Rumex* to maintain higher photochemical activity under low temperature.

**Key words:** *Rumex* L.; Low temperature and weak light; Chlorophyll fluorescence; Saturated fatty acids; Oligomer

## 百合不定芽培养脱毒初探

徐品三 苏 乔 安利佳

(大连理工大学生物工程系, 大连 116014)

### Preliminary Study on Virus-free by Adventitious Bud Culture in *Lilium* spp.

Xu Pinsan, Su Qiao, and An Lijia

(Department of Bioengineering, Dalian University of Technology, Dalian 116014, China)

**关键词:** 百合; 不定芽培养; 病毒检测

**中图分类号:** S 68 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2003) 05-0597-01

### 1 材料与方法

以日本的百合原种和园艺品种为材料, 取球茎的鳞片进行病毒检测, 检测出病毒的鳞片作为不定芽培养材料接种在含有 NAA 0.1 mg/L + BA 0.01 mg/L 的 MS 培养基中培养。将形成的不定芽 (约 1 mm) 移植到添加 NAA 0.1 mg/L 的 MS 培养基中继代培养。当子球形成后, 切取鳞片叶, 用抗血清法 (ELISA 法) 进行病毒检测。通过检测确定无病毒子球, 经低温处理后移栽到户外, 以防虫网保护。连续栽培 2 年后, 取植株的叶片检测病毒再感染情况。

### 2 结果与分析

不定芽培养再生子球的脱毒效果因百合种或品种以及病毒种类不同而不同。香华丽百合再生子球的 LSV (百合潜在病毒) 和 LSV + TBV (郁金香坏死病毒) 的检出率较高, 分别是 50 % 和 59 %; '卡萨布兰卡' 只检出 LSV 24 %; '魅丽' 没有检出 CMV (黄瓜花叶病毒)。这说明百合的不定芽培养虽然成活率比茎尖培养高, 但脱毒效果不太理想; 脱毒效果品种间有差异, 可能是各品种生长点及附近病毒浓度、维管束分化程度以及细胞代谢活性等不同的缘故。

无病毒子球户外栽培两年后, 所有种或品种都被检测出病毒。'卡萨布兰卡' 的再感染程度较重, 感染率达 73 %, 并且都是 LSV + TBV 重复感染; 麝香百合 '乔治亚' 和 '魅丽' 再感染程度较轻, 感染率分别是 17 % 和 19 %, 同样重复感染多。由此可以推测, 被检测的无病毒植株内部不是完全没有病毒, 只是病毒浓度降到用 ELISA 法检测不出来的水准, 随着植株生长内部病毒还会相继增殖, 但也不排除外界环境因素导致再感染。即使百合茎尖培养脱毒的种球, 在户外长期栽培也还发生病毒再感染现象。因此, 无论用哪种方法脱毒, 为了保证脱毒植株户外栽培后保持无病毒状态, 应该定期对植株进行病毒检测; 采用两种以上检测方法或者运用精度高的 RT-PCR 测定; 同时加强田间栽培管理, 控制感染源。总之, 脱毒种球出瓶后的再检测和田间管理, 是百合无病毒种球生产不可缺少的重要环节。

收稿日期: 2002 - 12 - 23; 修回日期: 2003 - 08 - 07