

低温胁迫对 10 个油棕新品种生理生化特性的影响

李 静^{1,2}, 陈秀龙¹, 李志阳¹, 郑永清¹, 曹建华³

(1 中国热带农业科学院 广州实验站, 广东 广州 510140; 2 农业部橡胶树生物学重点开放实验室, 省部共建国家重点实验室培训基地, 海南省热带作物栽培生理学重点实验室, 海南 儋州 571737; 3 中国热带农业科学院 科技信息研究所, 海南 儋州 571737)

摘要:对 10 个油棕 *Elaeis guineensis* Jacq 新品种 (RYL31 ~ RYL40) 半年生实生苗进行短期低温处理, 测定油棕在低温逆境下的生理生化指标. 结果表明: 随着温度的降低, 植物叶片叶绿素含量表现为先上升后下降然后再上升的趋势; 游离脯氨酸、可溶性蛋白呈现先升高后降低的趋势; 油棕可溶性糖含量受温度影响较大, 且随低温胁迫强度的增加而增加; 丙二醛 (MDA) 含量、质膜相对透性随温度降低表现为先下降后上升的趋势, 其中 RYL37、RYL38 和 RYL39 品种的 MDA 含量一直呈下降趋势; 不同生理指标对低温的敏感度不同, 轻度低温能刺激植物防御机能增强, 重度低温则会扰乱植物本身的防御机能.

关键词:油棕; 生理生化特性; 低温胁迫
中图分类号:S718 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2013)01-0062-05

Physiological and Biochemical Responses of 10 New Varieties of *Elaeis guineensis* to Low Temperature Stress

LI Jing^{1,2}, CHEN Xiulong¹, LI Zhiyang¹, ZHENG Yongqing¹, CAO Jianhua³

(1 Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences Guangzhou Experimental Station, Guangzhou 510140, China; 2 Ministry of Agriculture Open Key Laboratory for Rubber Biology, State Key Laboratory Breeding Base, Hainan Provincial Laboratory for Tropical Crops Cultivation and Physiology, Danzhou 571737, China; 3 Institute of Scientific and Technical Information, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou 571737, China)

Abstract: Half-year-old seedlings of 10 new varieties of *Elaeis guineensis* Jacq (RYL31 – RYL40) were studied under low temperature stress conditions in order to evaluate their physiological and biochemical characteristics. With the increase of intensity of low temperature stress, chlorophyll content showed an increased-decreased-increased change trend; proline and soluble protein showed an increased-decreased trend; soluble sugar contents were closely related to the temperature, increasing with the intensity of low temperature stress; MDA content and relative conductivity of the varieties first decreased and then increased, however, RYL37, RYL38 and RYL39 presented continuous decrease trend. The different physiological indexes exhibited different reactions to the temperature; mild hypothermia could enhance the plant defense function, while high strength (low temperature) could disturb the defense function of the plants.

Key words: *Elaeis guineensis*; physiological and biochemical characteristics; low temperature stress

油棕 *Elaeis guineensis* Jacq 是热带地区重要的木 本油料作物, 也是世界上生产效率最高的产油植物.

油棕栽培对热量要求较高,但我国热带地区面积较小.油棕产业的发展滞后,种质资源匮乏和热带地区面积较少等因素是影响油棕产量并制约油棕大面积发展的主要原因^[1].我国要想大规模发展油棕业,根本的途经是选育耐低温品种.有关油棕寒害机制的研究较少,Tarmizi 等^[2]研究了低温对油棕多胚组培苗生长和脯氨酸含量变化的影响,发现低温胁迫下油棕幼苗体内脯氨酸含量有所增加.杨华庚等^[3]研究了低温胁迫对油棕幼苗光合作用及叶绿素荧光特性的影响,发现随着温度下降,植株光合作用急剧下降.研究表明,随着温度下降,油棕生理指标以及酶活性都出现显著变化,油棕正常生长的临界温度约为 10 ℃,4 ℃ 以下会直接影响油棕幼苗的存活^[4].

10 个油棕品种(RYL31 ~ RYL40)是中国热带农业科学院橡胶研究所于 2010 年年初从哥斯达黎加高山地区引入的.为了进一步探讨低温对油棕的寒害机理,筛选适合我国热带北缘乃至亚热带地区的油棕品种,本试验采用不同低温温度梯度短期处理油棕实生苗,研究其在低温胁迫下的生理生化特性,初步筛选抗寒性较强的油棕品种,为油棕适应性种植、北移和推广提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 试验设计

10 个油棕品种(RYL31 ~ RYL40)的植物实生苗种植于中国热带农业科学院橡胶研究所油棕种质资源圃,小苗用盆栽种植,正常管理,植物生长良好.种植半年后,于 2010 年 12 月开始置于催芽房进行低温处理,设置 15、10、5、0 ℃ 4 个低温温度梯度,环境温

度(不处理,日均温 25 ~ 30 ℃)作为对照,光照度 139.89 lx,每天光照 12 h、黑暗 12 h,每株算作 1 个重复,共 4 个重复,每个温度处理 7 d.低温处理后取成熟无虫瘿叶片测定,采集时间为 08:00—09:00,用冰盒带回实验室测定相关指标.

1.2 测定方法

叶绿素含量测定采用混合液法^[5];游离脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮法^[6];叶片质膜透性测定参照汤章城^[7]的方法;可溶性糖含量测定采用苯酚法^[8];丙二醛(MDA)含量的测定采用硫代巴比妥酸法^[9];可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[6].

2 结果与分析

2.1 叶绿素含量变化

叶绿素是植物进行光合作用的主要色素,在光合作用的光吸收中起到核心作用.随着温度降低,与对照相比,低温处理的植物叶片叶绿素含量整体表现出先上升(15 和 10 ℃),后下降,然后再上升的趋势.5 ℃ 时叶绿素含量降至最低值(表 1).其中,RYL38 和 RYL40 在 5 ℃ 时叶绿素含量与对照呈显著差异($P < 0.05$).后随着温度的继续降低,0 ℃ 时叶绿素含量又重新升高,整体呈现高于对照的趋势,其中 RYL36、RYL37 与对照呈显著性差异($P < 0.05$),2 个品种分别比对照高出 69.81% 和 25.96%.可见,低温处理会影响到植物叶片叶绿素含量,进而影响植物光合作用,对植物生长产生影响,研究发现,不同温度水平对植物叶片叶绿素含量影响程度不同,可能进一步影响植物的光合作用.

表 1 低温处理后油棕新品种叶绿素含量变化¹⁾

Tab.1 Changes of chlorophyll content of <i>Elaeis guineensis</i> new varieties under low temperature stress					mg · g ⁻¹
品种	对照(CK)	15 ℃	10 ℃	5 ℃	0 ℃
RYL31	3.32 ± 0.39ab	3.80 ± 0.20ab	4.23 ± 0.34a	2.83 ± 0.19b	3.53 ± 0.55ab
RYL32	3.53 ± 0.23ab	3.64 ± 0.22ab	3.82 ± 0.08a	3.10 ± 0.14b	3.78 ± 0.34a
RYL33	3.35 ± 0.09ab	3.08 ± 0.27ab	3.69 ± 0.22a	2.65 ± 0.09b	3.70 ± 0.42a
RYL34	3.50 ± 0.11a	3.25 ± 0.38a	3.57 ± 0.20a	2.94 ± 0.11a	3.31 ± 0.20a
RYL35	3.00 ± 0.05b	3.17 ± 0.11ab	3.64 ± 0.16a	3.04 ± 0.21b	3.18 ± 0.27ab
RYL36	3.08 ± 0.20b	3.10 ± 0.21b	3.63 ± 0.22b	3.14 ± 0.22b	5.23 ± 0.26a
RYL37	3.39 ± 0.12bc	2.90 ± 0.19c	3.68 ± 0.21b	3.10 ± 0.29bc	4.27 ± 0.28a
RYL38	3.39 ± 0.01b	3.72 ± 0.47b	3.80 ± 0.10b	2.28 ± 0.15c	4.09 ± 0.28ab
RYL39	3.14 ± 0.09ab	3.29 ± 0.20ab	3.79 ± 0.25a	2.89 ± 0.22b	3.57 ± 0.28a
RYL40	3.40 ± 0.09a	3.65 ± 0.15a	3.77 ± 0.24a	2.52 ± 0.24b	3.40 ± 0.30a

1) 表中数据为平均值 ± 标准误($n = 4$);同行数据后凡是有有一个相同小写英文字母者,表示处理间差异不显著($P > 0.05$, LSD 法).

2.2 渗透调节物质的变化

脯氨酸含量的变化在一定程度上反映了脯氨酸对消除逆境胁迫的作用^[10].由表 2 可见,植物叶片游

离脯氨酸含量随着温度降低呈现先升高后降低的趋势,在 15 ℃ 时达到最高,以后随着温度的降低,出现急剧下降.其中,RYL31、RYL32、RYL35、RYL36、

RYL38、RYL39 和 RYL40 在 15 ℃ 时,游离脯氨酸含量升高且与对照呈显著性差异($P < 0.05$). 10 ℃ 时游离脯氨酸含量下降幅度较大,且与对照和 15 ℃ 时呈显著性差异($P < 0.05$). 说明 10 ℃ 温度是油棕脯氨酸含量变化的转折点,轻度低温胁迫会刺激油棕脯氨酸含量增加以缓解植物逆境下生长不适,但重度低温胁迫($< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)下,脯氨酸含量变化已不足以弥补低温给植物造成的伤害. 可见,脯氨酸含量变化缓解低温逆境胁迫是在一定的温度范围内实现的.

可溶性蛋白含量与游离脯氨酸含量对低温胁迫的反应灵敏度不同,10、15 ℃ 时可溶性蛋白含量整体

变化不大,与对照无显著差异. 5 ℃ 时可溶性蛋白含量增加,除 RYL31、RYL37 和 RYL38 外,其余品种的可溶性蛋白含量显著高于对照($P < 0.05$). 0 ℃ 时又呈现下降趋势,但 RYL37、RYL38 和 RYL39 的可溶性蛋白随着温度的降低继续呈上升趋势(表 3).

植物叶片的可溶性糖含量受低温影响较大,随着温度下降,可溶性糖含量整体呈上升趋势,并且都与对照呈显著差异($P < 0.05$). 可溶性糖能够与可溶性蛋白协同作用,在植物逆境环境中起到缓冲作用. 在温度降低的过程中,油棕叶片的渗透调节功能增强,表现为可溶性糖含量增加(表 4).

表 2 低温处理后油棕新品种脯氨酸含量变化¹⁾

Tab. 2 Changes of proline of *Elaeis guineensis* new varieties under low temperature stress $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$

品种	对照(CK)	15 ℃	10 ℃	5 ℃	0 ℃
RYL31	53.37 ± 2.53b	65.98 ± 8.46a	16.04 ± 0.84c	4.99 ± 0.43c	5.89 ± 0.63c
RYL32	49.84 ± 3.74b	63.21 ± 2.29a	18.94 ± 0.91c	4.76 ± 0.50d	7.13 ± 0.85d
RYL33	62.40 ± 8.00a	72.12 ± 9.07a	19.80 ± 1.11b	5.54 ± 0.50b	10.26 ± 0.17b
RYL34	64.28 ± 7.15a	59.91 ± 6.25a	21.51 ± 1.97b	5.07 ± 0.72b	6.91 ± 0.38b
RYL35	56.60 ± 7.11b	81.30 ± 7.14a	30.18 ± 4.87c	6.01 ± 0.34d	7.86 ± 0.28d
RYL36	44.92 ± 8.45b	65.71 ± 9.09a	25.76 ± 6.35c	5.65 ± 0.25d	8.06 ± 1.15cd
RYL37	55.55 ± 6.76a	55.12 ± 7.41a	28.13 ± 1.99b	5.77 ± 0.46c	6.80 ± 1.00c
RYL38	42.08 ± 1.28b	59.98 ± 6.16a	22.22 ± 2.03c	5.77 ± 0.65d	3.83 ± 0.22d
RYL39	47.33 ± 6.34b	64.23 ± 6.32a	25.73 ± 3.61c	6.77 ± 1.00d	6.84 ± 0.63d
RYL40	51.47 ± 2.02b	76.64 ± 4.74a	34.36 ± 3.61c	6.25 ± 0.61d	5.67 ± 0.61d

1) 表中数据为平均值 ± 标准误($n = 4$),同行数据后凡是有一个相同小写英文字母者,表示处理间差异不显著($P > 0.05$, LSD 法).

表 3 低温处理后油棕新品种可溶性蛋白变化¹⁾

Tab. 3 Changes of soluble protein of *Elaeis guineensis* new varieties under low temperature stress $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$

品种	对照(CK)	15 ℃	10 ℃	5 ℃	0 ℃
RYL31	0.90 ± 0.11ab	0.85 ± 0.04ab	0.79 ± 0.01b	0.98 ± 0.02a	0.88 ± 0.05ab
RYL32	0.78 ± 0.03d	0.84 ± 0.02cd	0.79 ± 0.01d	1.13 ± 0.04a	0.88 ± 0.01bc
RYL33	0.78 ± 0.02b	0.78 ± 0.03b	0.80 ± 0.03b	1.21 ± 0.12a	0.85 ± 0.03b
RYL34	0.80 ± 0.04b	0.85 ± 0.05b	0.81 ± 0.02b	1.27 ± 0.13a	0.81 ± 0.02b
RYL35	0.79 ± 0.03b	0.83 ± 0.01b	0.80 ± 0.02b	1.14 ± 0.06a	0.76 ± 0.02b
RYL36	0.72 ± 0.03c	0.98 ± 0.08b	0.81 ± 0.03bc	1.40 ± 0.13a	0.85 ± 0.02bc
RYL37	0.72 ± 0.02a	0.83 ± 0.05a	0.77 ± 0.02a	1.25 ± 0.11a	3.82 ± 1.15b
RYL38	0.74 ± 0.01b	0.72 ± 0.03b	0.81 ± 0.03b	1.21 ± 0.05b	2.92 ± 0.96a
RYL39	0.70 ± 0.02c	0.83 ± 0.07c	0.79 ± 0.02c	1.23 ± 0.13b	1.55 ± 0.10a
RYL40	0.82 ± 0.07b	0.76 ± 0.06b	0.74 ± 0.02b	1.17 ± 0.16a	0.67 ± 0.01b

1) 表中数据为平均值 ± 标准误($n = 4$);同行数据后凡是有一个相同小写英文字母者,表示处理间差异不显著($P > 0.05$, LSD 法).

2.3 MDA 含量和质膜透性变化

MDA 是脂质过氧化的主要产物,对膜有毒害作用. 它可能与细胞膜上的蛋白质、酶等结合、交联,使之失活,破坏生物膜的结构和功能^[10]. RYL31 ~ RYL36 的 MDA 含量随温度下降整体先呈现下降趋势,5 ℃ 时达到最低值,0 ℃ 时呈上升趋势(表 5). 其中,RYL31、RYL35 在 5 ℃ 时 MDA 含量与对照呈显著性差异,RYL36 在 10 和 5 ℃ 时 MDA 含量与对照

呈显著性差异($P < 0.05$). RYL37、RYL38 和 RYL39 品种的 MDA 含量随温度下降逐渐下降,0 ℃ 时与对照呈显著性差异($P < 0.05$).

相对电导率随温度下降先下降然后又上升(表 6), 15 ℃ 对质膜透性影响较小,与对照差异不大, 10 ℃ 时 RYL38 的相对电导率显著高于对照($P < 0.05$), 5 ℃ 时 RYL31、RYL35 ~ RYL40 质膜透性增加,显著高于对照($P < 0.05$). 0 ℃ 时,除 RYL34 外,其他品种的质膜透性都显著高于对照($P < 0.05$).

表 4 低温处理后油棕新品种可溶性糖含量变化¹⁾

Tab. 4 Changes of soluble sugar of <i>Elaeis guineensis</i> new varieties under low temperature stress						mg · g ⁻¹
品种	对照(CK)	15 ℃	10 ℃	5 ℃	0 ℃	
RYL31	31.22 ± 1.20d	106.64 ± 6.36c	99.12 ± 11.16c	130.38 ± 5.64bc	200.22 ± 19.31a	
RYL32	23.35 ± 8.80c	90.38 ± 7.34b	70.74 ± 7.87b	81.52 ± 5.83b	153.04 ± 16.96a	
RYL33	32.09 ± 3.06c	110.18 ± 6.44b	83.74 ± 4.95bc	88.97 ± 6.66bc	257.99 ± 46.92a	
RYL34	40.15 ± 4.73c	104.73 ± 8.26b	111.05 ± 7.15b	124.76 ± 7.10b	152.04 ± 7.17a	
RYL35	40.61 ± 2.90d	114.69 ± 15.84bc	112.19 ± 6.03c	116.47 ± 17.70bc	146.72 ± 2.43ab	
RYL36	37.91 ± 2.97c	70.60 ± 18.32bc	112.39 ± 17.34b	86.06 ± 4.67bc	275.01 ± 32.56a	
RYL37	45.51 ± 9.79c	120.23 ± 15.32ab	105.04 ± 8.91b	125.55 ± 28.94ab	95.41 ± 8.96b	
RYL38	44.65 ± 4.11c	93.87 ± 14.07b	155.23 ± 21.94a	123.46 ± 6.27ab	147.48 ± 22.85a	
RYL39	37.34 ± 8.82c	69.79 ± 7.52bc	117.38 ± 16.31a	94.89 ± 12.47ab	114.99 ± 23.72a	
RYL40	32.42 ± 3.69b	86.21 ± 8.90a	97.27 ± 4.04a	89.10 ± 10.31a	107.31 ± 25.12a	

1) 表中数据为平均值 ± 标准误(n=4);同行数据后凡是有一个相同小写英文字母者,表示处理间差异不显著(P>0.05, LSD 法).

表 5 低温处理后油棕新品种丙二醛(MDA)含量变化¹⁾

Tab. 5 Changes of MDA contents of <i>Elaeis guineensis</i> new varieties under low temperature stress						μmol · L ⁻¹
品种	对照(CK)	15 ℃	10 ℃	5 ℃	0 ℃	
RYL31	18.53 ± 2.30a	18.08 ± 2.12a	13.57 ± 1.89ab	11.67 ± 0.98b	15.31 ± 2.74ab	
RYL32	16.53 ± 0.54a	16.17 ± 0.52a	15.90 ± 1.59a	13.95 ± 1.12a	16.03 ± 0.51a	
RYL33	17.56 ± 1.55a	17.68 ± 1.73a	13.67 ± 0.97a	14.05 ± 0.78a	16.33 ± 1.85a	
RYL34	16.72 ± 1.01a	18.96 ± 2.25a	16.04 ± 2.49a	13.96 ± 1.47a	15.28 ± 0.73a	
RYL35	14.89 ± 1.65ab	18.57 ± 2.74a	16.63 ± 2.45ab	11.73 ± 1.65b	13.78 ± 1.81ab	
RYL36	15.46 ± 1.54ab	17.94 ± 2.48a	10.86 ± 0.73b	11.42 ± 1.07b	14.67 ± 1.38ab	
RYL37	15.59 ± 0.43a	16.11 ± 1.63a	14.55 ± 1.03a	14.27 ± 0.80a	7.12 ± 2.25b	
RYL38	14.33 ± 0.92a	15.66 ± 0.48a	12.33 ± 1.21a	13.38 ± 1.34a	8.47 ± 1.86b	
RYL39	14.19 ± 2.55a	15.76 ± 3.44a	14.19 ± 2.30a	10.37 ± 0.76a	1.35 ± 0.29b	
RYL40	13.65 ± 1.42ab	11.74 ± 0.91b	15.60 ± 1.11a	12.88 ± 1.91ab	2.41 ± 0.16c	

1) 表中数据为平均值 ± 标准误(n=4);同行数据后凡是有一个相同小写英文字母者,表示处理间差异不显著(P>0.05, LSD 法).

表 6 低温处理后油棕新品种相对电导率变化¹⁾

Tab. 6 Changes of relative conductivity of <i>Elaeis guineensis</i> new varieties under low temperature stress						%
品种	对照(CK)	15 ℃	10 ℃	5 ℃	0 ℃	
RYL31	12.15 ± 0.47b	10.94 ± 1.05b	13.77 ± 0.34b	18.92 ± 2.45a	17.94 ± 0.93a	
RYL32	10.85 ± 1.04bc	9.94 ± 0.36c	10.48 ± 0.91bc	15.81 ± 1.48ab	20.42 ± 3.45a	
RYL33	13.65 ± 1.61b	11.69 ± 0.65b	14.12 ± 0.36b	14.42 ± 0.52b	36.64 ± 7.71a	
RYL34	12.34 ± 1.73ab	10.76 ± 0.67b	11.43 ± 0.19ab	11.50 ± 1.05ab	13.94 ± 0.65a	
RYL35	11.34 ± 1.26b	9.53 ± 0.39b	11.75 ± 0.57b	18.15 ± 1.48a	15.88 ± 1.64a	
RYL36	11.24 ± 0.84b	11.32 ± 0.85b	13.47 ± 1.12ab	17.56 ± 1.12a	17.36 ± 3.06a	
RYL37	9.42 ± 0.43c	10.77 ± 0.60bc	12.47 ± 0.35bc	14.87 ± 0.07b	60.17 ± 3.04a	
RYL38	9.90 ± 0.33c	10.10 ± 1.07c	13.36 ± 0.95b	15.65 ± 0.55b	59.37 ± 1.55a	
RYL39	11.36 ± 1.18c	10.37 ± 0.36c	12.06 ± 0.89c	17.80 ± 1.19b	68.46 ± 2.15a	
RYL40	10.32 ± 0.57c	9.83 ± 0.31c	10.97 ± 0.75c	19.47 ± 1.77b	61.34 ± 2.76a	

1) 表中数据为平均值 ± 标准误(n=4);同行数据后凡是有一个相同小写英文字母者,表示处理间差异不显著(P>0.05, LSD 法).

3 讨论与结论

植物生理生化指标在反映植物抗逆性指标时的表现和敏感性不同,单一指标不能完全反映植物的抗逆性,多个生理生化指标以及植物实际生长结果结合起来才能综合反映植物对逆境的反应^[11].

低温是限制植物生长的重要逆境因子. 温度会影响叶绿素的合成,低温处理植物叶绿素含量随温度的升高而升高^[12]. 本研究发现,油棕不同品种的各项生理指标对低温的表现不同. 叶绿素合成是一系列酶促反应,受温度影响较大. 温度过高或过低都会影响叶绿素合成,本研究中 5 ℃已经明显抑制叶绿

素合成,但是0℃时叶绿素含量又上升,可能油棕在0℃时已经到达温度极限,植株无法成活,重度低温下植株生理生化指标急剧变化,这可能是变化过程中植株死亡的原因。

与渗透调节有关的物质对低温程度的反应不同,15℃会刺激游离脯氨酸含量上升,以后随着温度降低,呈下降趋势,10℃是脯氨酸含量变化的转折点,这与杨华庚等^[4]对油棕的研究结果是一致的。但15和10℃并没有对可溶性蛋白含量产生较大影响,以后随着温度下降呈现先升高后降低的趋势,可见5℃是可溶性蛋白变化的转折点。可溶性糖对低温较为敏感,各品种处理间以及处理与对照之间都存在显著差异。渗透调节物质是植物在逆境条件下细胞内的保护物质,渗透调节物质的含量一般与植物的抗逆性呈现正相关关系^[13]。脯氨酸具有很强的亲水性,能稳定胶质体组织内的代谢过程,可以作为氧化还原的活化剂,消除植物体内氨积累造成的毒害,具有保护生物膜的作用^[10,14]。可溶性糖主要是降低细胞水势,增强持水力^[4]。低温胁迫会激发植物防御机制,有效防止植物受到伤害,随着低温程度的加深,防御机制会受到破坏,导致植物受害程度加强。

研究认为,活性氧是造成低温伤害的主要原因,低温胁迫下,活性氧会在细胞内大量积累,加剧膜质过氧化作用,引起质膜损伤或破坏,增加膜透性,破坏细胞正常代谢^[4,15],但同时激发细胞保护机制功能,使细胞受害减轻,胞内各生理参数协调变化^[16]。丙二醛含量高低和细胞质膜透性变化是反映细胞膜脂过氧化作用强弱和质膜破坏程度的重要指标^[17],本研究丙二醛含量和细胞质膜透性变化趋势一致,但对低温程度的反应灵敏度不同。丙二醛含量在5℃时下降到最低,质膜相对透性在低温胁迫下没有太大反应,5和0℃的低温大大提高了质膜相对透性。因不同品种的抗寒强弱存在差异,能够忍受的低温程度也存在差异,在不同指标上的变化差异是一种适应性反应。

综合油棕新品种对低温环境生理生化指标变化发现,油棕叶绿素含量对低温反应不敏感,脯氨酸含量、可溶性蛋白对低温的敏感程度不同,其中RYL37、RYL38和RYL39这3个品种在0℃时可溶性蛋白含量增加,可溶性糖含量都表现与5℃时无显著性差异,MDA含量都呈下降趋势并与对照和5℃时呈显著性差异。这3个品种多个生理生化指标变化趋势相似,说明RYL37、RYL38和RYL39这3个油棕新品种的耐寒特性相似。

轻度低温能刺激植物防御机能增强,不同油棕品种的生理生态指标会根据对低温的忍耐性不同发生变化,而重度低温则会扰乱植物本身的防御机制,使细胞本身所具有的机构和功能发生变化,最终导

致植物有机体受到伤害甚至死亡。油棕苗期对低温的适应生长指标能够初步反映对低温的耐受程度,后期大田栽培的生理适应性还有待于进一步研究,为油棕的北移推广打好基础。

参考文献:

- [1] 冯美利,曾鹏,刘立云.海南发展油棕概况与前景[J].广西热带农业,2006(4):37-38.
- [2] TARMIZI A H, MARZIAH M. The influence of low temperature treatment on growth and proline accumulation in polyembryogenic cultures of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) [J]. J Oil Palm Res, 1995, 7(2): 107-117.
- [3] 杨华庚,林位夫.低温胁迫对油棕幼苗光合作用及叶绿素荧光特性的影响[J].中国农学通报,2009,25(24):506-509.
- [4] 杨华庚,林位夫.低温胁迫下油棕幼苗的某些生理生化特性[J].热带作物学报,2008,29(3):326-332.
- [5] 张宪政.植物叶绿素含量测定方法比较研究[J].沈阳农学院学报,1985,16(4):81-84.
- [6] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2001:164-263.
- [7] 汤章城.现代植物生理学实验指南[M].北京:科学出版社,1999.
- [8] 向曙光,刘思俭,朱万洲.应用苯酚法测定植物组织中的碳水化合物[J].植物生理学通讯,1984(2):42-44.
- [9] 马书燕,李吉跃,彭祥登.干旱胁迫对柔枝松幼苗丙二醛含量的影响[J].安徽农业科学,2012,40(4):2099-2100.
- [10] 李燕,孙明高,孔艳菊,等.皂角苗木对干旱胁迫的生理生化反应[J].华南农业大学学报,2006,27(3):66-69.
- [11] 史燕山,骆建霞,王煦,等.5种草本地被植物抗旱性研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(5):130-134.
- [12] 刘世彪,彭小列,李馨云.温度对绞股蓝和五柱绞股蓝生长及总皂苷积累的影响[J].广西植物,2012,32(2):253-256.
- [13] 张娟,徐坤,孙杰.番茄不同砧木材料幼苗对低温胁迫的反应[J].西北农业学报,2004,13(2):104-108.
- [14] 刘友良,STEPONKUS P L.脯氨酸对黑麦原生质体膨胀势的影响[J].植物生理与分子生物学学报,1990,16(1):26-30.
- [15] 吕成群,黄宝灵.低温胁迫对巨尾桉幼苗膜脂过氧化及保护酶的影响[J].广西植物,2004,24(1):64-68.
- [16] 田耀华,刘世红,龙云锋.砖厂废气排放对橡胶树生长及生理生化特性的影响[J].中国农学通报,2012,28(10):53-58.
- [17] 侯明,路畅,张兴龙.钒、汞胁迫对菜心幼苗生理生化特性的影响[J].生态学杂志,2012,31(3):532-537.

【责任编辑 周志红】