

香瓜梨对温度响应的生理特性研究

李双顺 庞成发

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要 置于不同温度(5-35℃)下的香瓜梨(*Solanum muricatum* Ait.)幼苗, 在15-30℃时叶片的光合速率较高。20℃时的植株叶片具有最高的光合速率、光合电子传递活性、PSII的光化效率和电子传递的量子效率、叶绿素含量, 但细胞膜透性最低。5-10℃的低温和35℃的高温明显降低上述生理参数, 且随处理时间的延长, 其降低程度越明显。解除5℃的低温处理后转入自然温度环境(15-20℃)中6d, 叶片细胞膜的电解质渗漏降低。

关键词 香瓜梨; 温度响应; 生理特性

SOME PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PEPINO (*SOLANUM MURICATUM* AIT.) LEAVES IN RESPONSE TO TEMPERATURE

Li Shuangshun Pang Chengfa

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

Abstract Pepino (*Solanum muricatum* Ait.) seedlings were treated at 5-35℃ in growth chamber at light intensity of $100 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. The young fully expanded leaves were excised after 3 days of treatment for a comparison of the temperature response of several physiological characteristics.

Higher photosynthetic rates appeared at temperature ranging from 15℃ to 30℃. Photosynthetic rates was found at 20℃ which was associated with the highest rate of photosynthetic electron transport, photochemical efficiency of PS II and quantum yield of PS II electron transport, and it is also the case for chlorophyll content, but with the lowest permeability of cell membrane. These physiological parameters were obviously decreased at low temperature 5-10℃ and high temperature 35℃. The extent of the decrease was increased with prologation of treated time. The electrolyte leakage of cell membrane of leaves was reduced after eliminating from 5℃ treatment and transferring to room temperature (15-20℃).

Key words *Solanum muricatum* Ait.; Temperature response; Physiological characteristics

叶绿素荧光测定由陈贻竹先生协助, 特此致谢。

1994-06-18 收稿; 1994-10-18 修回

香瓜梨是中国科学院华南植物研究所近年从新西兰引进的一种果蔬新品种。果形美色艳、香甜爽脆^[8]，富含维生素C (48-69mg/100g 鲜果，比柑桔类等水果高)、有机酸、糖类及钾、钠、钙、镁、铁、铜、锌、铬、钴和钼等人体必需的营养成分^[9,10,16]。香瓜梨的植期短，产量高，从定植至收获仅需五个半月左右^[9,12,15]，单造每 1/15ha 产鲜果 2000-6000kg^[12]。最近我们在揭西县马头山首次试种，产量达3995kg。国外许多国家如新西兰、智利、日本、意大利及南朝鲜等已大量种植香瓜梨，在新西兰及智利已发展为一种反季节的出口农作物^[13]。近年国内不少地区也广为试种，但由于多数地区尚未摸索出切实可行的栽培管理技术措施和因地制宜指导生产，只是盲目引种，因而未见大面积推广获得高产的结果。本文研究了香瓜梨对温度响应的有关生理特性，为香瓜梨的进一步推广种植，探索适宜的栽培技术提供科学依据。

1 材料与方 法

香瓜梨 (*Solanum muricatum*) 幼苗取自华南植物园，土培盆植。在室内自然光温环境下生长至 6-9 片叶子，置于不同的温度条件下处理不同的时间，光周期 12h 光/12h 暗，光照强度 $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。取相同叶位的叶片进行各项测定。

光合作用照前文^[2]方法测定。

叶绿素荧光按 Schreiber^[17]方法测定。

光合电子传递参照魏家锦^[8]方法测定。

叶绿素测定按 Arnon 方法^[11]。

细胞透性按郭金铨法^[5]测定。

2 实验结果

2.1 不同温度对香瓜梨叶片光合作用的影响

图 1 表明不同温度处理的香瓜梨叶片置于 15-30℃ 下能保持较高的光合速率。在 10℃ 的低温和 35℃ 的高温下，光合作用明显降低 (50% 左右)，5℃ 时大幅度下降，2℃ 的零上低温使叶片丧失光合作用能力。20℃ 下的全链光合电子传递 ($\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MV}$) 活性 (表 1)、PSII 的光化效率 (F_v/F_m) 和 PSII 的电子传递量子效率 $\left[\frac{(F_v)_s - F_v}{(F_v)_s} \right]$ (表 2) 居于最高的水平，10℃-5℃ 低温和 35℃ 的高温下则显著降低。35℃ 对 PSII 功能的抑制比 5-10℃ 低温更强。PSII 电子传递的量子效率对温度的敏感性在高或低温下的下降率比 PSII 光化效率的下降更高。

2.2 不同温度对香瓜梨叶片叶绿素的影响

图 2 可见，10℃ 的低温和 35℃ 的高温均诱致叶绿素的降解，且随低温和高温处理时间的延长而加速降解的进程。10℃ 和 35℃ 处理 3d 后的叶绿素含量比对照 (20℃) 的分别降低 37.5% 和 46.1%。不同温度处理 3d 的叶绿素吸收光谱 (图 3) 也观察到同样的现象，这表明低温或高温均对香瓜梨叶片的光能捕捉与转换机构产生损伤作用。

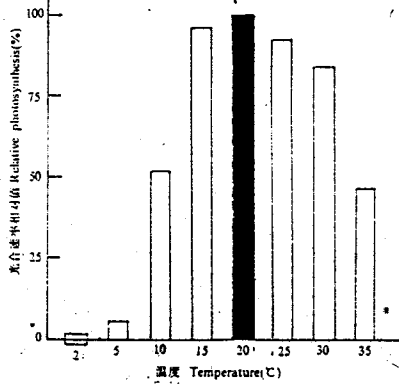


图 1 温度对香瓜梨叶片光合作用的影响
Fig. 1 Effect of temperature on photosynthetic rate in pepino leaves

对照温度 (20 °C) 叶片的光合作用速率 100% of photosynthetic O₂ evolution in leaves of control plants at 20 °C is 5.38 ± 0.32 μmol O₂ m⁻²s⁻¹

上图的数据为处理 3d 后测定 Data were from the seedlings treated for 3d

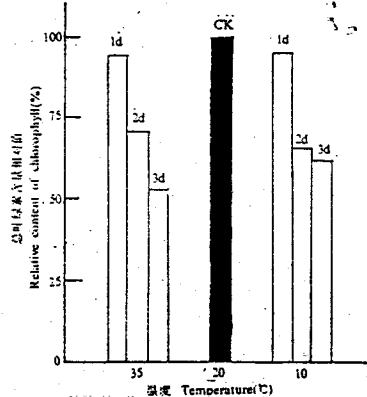


图 2 温度对香瓜梨叶绿素含量的影响
Fig. 2 Effect of temperature on chlorophyll content in pepino leaves

对照温度 (20 °C) 叶片叶绿素含量 100% of total chlorophyll content in control leaves at 20 °C is 1.528 ± 0.69 mg g⁻¹FW

表 1 温度对香瓜梨叶片光合电子传递的影响

Table 1 Effect of temperature on photosynthetic electron transport in pepino leaves

温度 Temperature (°C)	电子传递速率 Electron transport rate (H ₂ O → MV)	
	μmol O ₂ mg ⁻¹ chl h ⁻¹	%
5	10.19 ± 1.02	29.77
10	20.77 ± 3.02	60.69
20	34.22 ± 0.60	100.00
35	14.90 ± 0.51	43.54

数据为处理后 3d 测定 Data were from the seedlings treated for 3d

表 2 温度对香瓜梨叶片光系统 II 的光化效率和电子传递量子效率的影响

Table 2 Effect of temperature on photochemical efficiency and quantum yield of electron transport of PSII

处理 Treatment		PSII 光化效率 Photochemical efficiency of PSII		PSII 电子传递量子效率 Quantum yield of PSII electron transport	
°C	Day	Fv/Fm	%	(Fv) ₂ -Fv (Fv) _s	%
35	1	0.73	90.1	0.16	61.5
	2	0.70	86.4	0.11	42.3
	3	0.66	81.5	0.06	23.1
20	1	0.81		0.26	
	2	0.81	100	0.26	100
	3	0.81		0.26	
10	1	0.77	95.1	0.21	80.8
	2	0.77	95.1	0.20	76.9
	3	0.75	92.3	0.19	73.1
5	1	0.75	92.3	0.20	76.9
	2	0.74	91.3	0.18	69.2
	3	0.74	91.3	0.18	61.5

2.3 不同温度对香瓜梨叶片细胞膜透性的影响

5℃、10℃低温和35℃高温处理的叶片细胞电解质渗漏明显比20℃(对照)下生长的叶片大(图4)。经5℃和35℃处理3d的叶片电解质渗漏比20℃(对照)的分别提高199%和115%，表明低温和高温均导致细胞完整性受损。

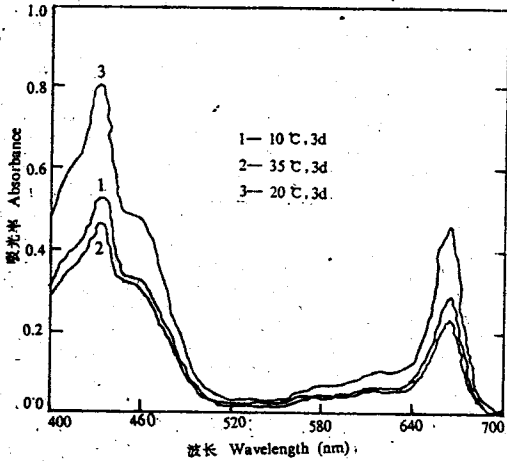


图3 香瓜梨叶片叶绿素的吸收光谱

Fig. 3 Absorption spectrum of chlorophyll in pepino leaves

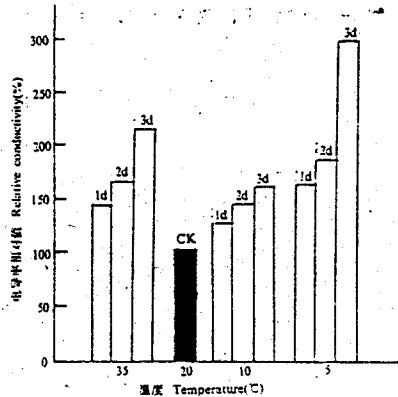


图4 温度对叶片细胞膜透性的影响

Fig. 4 Effect of temperature on permeability of cell membrane in pepino leaves

2.4 香瓜梨对低温伤害的恢复作用

表3展示解除5℃低温作用后转入适宜的室内条件中(15-20℃, 弱光)6d, 叶片细胞膜的渗漏减少, 反映受低温损伤的细胞膜具有不同程度的恢复作用。

表3 香瓜梨对低温伤害的恢复作用

Table 3 The recovery of damage from low temperature in pepino

5℃处理时间(d)	电导率 Electroconductivity (%)	
Days of treatment	5℃	室温恢复6d Recovery at room temperature for 6 days
at 5℃		
1	33.3±0.2	27.3±1.2
2	37.5±0.0	29.4±0.6
3	62.2±0.5	51.4±0.0

3 讨论

温度是植物生长发育和自然地理分布的限制因素。植物处于偏离生长发育的最适温度下, 其正常的生理活动受到影响。植物各种生理活动的最适温度随不同种类及其生长环境的温度而异。C₃植物光合作用的最适温度一般在15-30℃之间。本实验中, 在15-25℃下, 香瓜梨叶片具有较高的光合作用速率, 以20℃下最高。表明其光合速率对温度的响应特性与原生长地(南美洲安第斯山北麓, 海拔在1200-2700m的干燥冷凉地区)的环境有关。20℃是叶片光合作用的

最适温度, 10℃以下的低温和35℃高温引起香瓜梨叶片光合作用显著下降。高温和低温环境下, 叶绿体电子传递活性、PSII光化效率和电子传递的量子效率下降以及光合色素的降解是光合速率下降的重要原因。

目前普遍认为, 高温或低温胁迫损伤的机理与逆境下自由基对膜的伤害有关^[2,7]。高温影响酶的稳定性及光系统的完整性及光化反应活力^[4]。低温胁迫可诱致叶绿体结构解体、光合色素降解、光合电子传递活性降低、电解质渗漏增大^[2,5,6]。在植物可能忍耐的温度范围和作用时间内, 低温损伤在一定程度上可得到恢复^[5]。本实验的结果与前人对其他植物的研究结果一致。

本研究是对香瓜梨叶片光合特性等与温度关系的首次报道。结果认为, 15-25℃是香瓜梨正常光合作用和生长发育的适宜温度范围, 这对我国香瓜梨种植地区的分布、栽种季节的安排和合理的栽培管理技术, 如小环境温度的控制, 低温伤害的恢复措施等具有实际意义。

参考文献

- 1 王宝山. 生物自由基与植物膜伤害. 植物生理通讯, 1988, (2):12-16
- 2 何洁, 刘鸿先, 王以柔等. 低温与植物的光合作用. 植物生理学通讯, 1986, (2):1-6
- 3 李双顺, 林桂珠, 林植芳. 试管苗木薯的光合作用及水分关系特性. 广西植物, 1988, (4):353-358
- 4 林植芳, 詹姆士·阿勒格林. 光、温、水蒸汽压亏缺及二氧化碳对木瓜 (*Caraca papaya*) 光合作用的影响. 植物生理学报, 1982, (4):363-372
- 5 郭金铨. 在冷害过程中咖啡离体叶片细胞膜透性变化的研究. 植物生理学报, 1979, 5(3):109-204
- 6 陈贻竹, 陈忠毅. 几种姜科植物光合的生态学研究. 中国科学院华南植物研究所集刊, 1991, 第7集, 99-105
- 7 曾韶西, 王以柔, 刘鸿先. 低温胁迫对水稻幼苗抗坏血酸含量的影响. 植物生理学报, 1987, 13(4):365-370
- 8 魏家锦, 李德耀. Clotrimazole 对菠菜叶绿体光合磷酸化和电子传递的抑制. 植物生理学报, 1988, 13(3):289-293
- 9 韦琮瑜. 发财五经门. 广西民族出版社, 1993, 188-189
- 10 湖南医学院农村医生手册编辑委员会. 农村医生手册. 人民卫生出版社, 971-981
- 11 Arnon D T. Coper enzyme in isolated chloroplast: polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant physiol, 1949, 24:1-5
- 12 Carriel R, Eravo A, Duimvic A. Effect of different plant populations on yields and fruit characteries of *Solanum muricatum*. Ciencia e Investigacion Agraria, 1982, 9(3):215-219
- 13 Cossio F. The pepino or melon-pear, an exotic fruit to be tested in horticulture. Informator Agrario, 1986, 42(29):49-51
- 14 Hermann M. Contributions to the ecology of fruit and yield development of *Solanum muricatum* Ait. Forschungsarbeiten, Fachgebiet Gemusebau, Inst Nutzpflanzenforschung. Techni Uni vers, Berlin, 1988, 186:156
- 15 Joo M K, Kim C S, Yoon I S. The effect of transplanting date, fruit set and thinning method on the growth and yeild of pepino (*Solanum muricatum* Ait.) J Korean Soc Hort Sci, 1990, 31(2):121-124
- 16 Redgwell R J, Turner A N. Pepino (*Solanum muricatum*): Chemical composition of ripe friut. J Sci Food Agric, 1986, 37(12):1217-1222
- 17 Schreiber U, Schliwa U, Rilger W. Continous recording of photochemical and nonphotochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer. Photosyn Res, 1986, 10:51-62
- 18 Zeftawi B M EL, Brohier L, Dooley L et al. Some maturity indices for tamarillo and pepino fruits. J Hort Sci, 1988, 63(1):163-169