

# 温度和辐射对一品红发育及主要品质指标的影响

徐国彬<sup>1</sup> 罗卫红<sup>2,3\*</sup> 陈发棣<sup>1</sup> 李永秀<sup>2</sup> 魏猷刚<sup>4</sup> 陈冬<sup>4</sup>

(<sup>1</sup>南京农业大学园艺学院, 南京 210095; <sup>2</sup>南京农业大学农学院, 南京 210095; <sup>3</sup>上海市设施园艺技术重点实验室, 上海市农业科学院, 上海 201106; <sup>4</sup>南京市蔬菜花卉科学研究所, 南京 210042)

**摘要:** 以辐射热积 (每日温度相对热效应  $\times$  光合有效辐射, Photothermal product, PTP) 为光温指标, 通过不同扦插期的试验研究了温度和辐射与 ‘千禧’ 一品红发育和品质指标的定量关系, 明确了从短日至单苞期、单蕾期、多蕾期、开花期所需要的 PTP。结果表明标准化株高净增量 (株高净增量/扦插苗初始叶面积) 与 PTP 呈幂函数关系; 主干叶片净增数、侧枝叶片数、苞片数与 PTP 均呈线性关系; 冠高比与 PTP 呈负指数关系。

**关键词:** 一品红; 温度; 光合有效辐射; 辐射热积; 发育; 品质

**中图分类号:** S 685.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 01-0168-04

## Effects of Temperature and Solar Radiation on *Euphorbia pulcherrima* Development and Main Quality Indices

Xu Guobin<sup>1</sup>, Luo Weihong<sup>2,3\*</sup>, Chen Fadi<sup>1</sup>, Li Yongxiu<sup>2</sup>, Wei Yougang<sup>4</sup>, and Chen Dong<sup>4</sup>

(<sup>1</sup> College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; <sup>2</sup> College of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; <sup>3</sup> Key Lab of Protected Horticultural Technology, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201106, China; <sup>4</sup> Nanjing Institute of Vegetable and Flower Sciences, Nanjing 210042, China)

**Abstract:** Using photothermal product (PTP) as the quantitative index, 4 different planting date experiments were conducted to investigate the quantitative effects of temperature and solar radiation on *Euphorbia pulcherrima* ‘Millenium’ development and main external quality indices. The required PTP after short-day for development stages single-bract, single-bud, multi-bud and anthesis was determined. The relation between the ratio of net plant height increment to seedling leaf area (HLR) and PTP follows power function. The net increment of the number of leaves on main stem (MLN), the number of leaves per branch (BLN) and the number of bracts per branch (BN) are linearly related to PTP. The relation between the ratio of canopy diameter to plant height (PDH) and PTP follows negative exponent function. These results can be used as the guidelines for the optimization of temperature and radiation control for poinsettia production in greenhouse.

**Key words:** *Euphorbia pulcherrima*; Temperature; Photosynthetically active radiation; Photothermal product; Development; Quality

## 1 目的、材料与方法

一品红的主要品质指标包括茎叶状况、花部 (苞片) 状况、冠高比、整体效果等形态指标<sup>[1]</sup>, 一品红的产量是指达到适宜形态指标 (发育、品质) 的产品数量。在温光对一品红生长、发育、品质影响的研究方面, 国外已有不少研究报道<sup>[2~5]</sup>, 但国外的一品红栽培模式及上市期与我国有很大不同, 故其研究成果不很适合我国一品红生产管理的需要。而国内关于温度和辐射对一品红发育和品质的定量化研究报导较少, 胡汉升等<sup>[6]</sup>探讨了辐射强度、温度等对一品红盆花品质的影

收稿日期: 2005 - 02 - 03; 修回日期: 2005 - 05 - 09

基金项目: 国家自然科学基金项目 (60073028); 国家 ‘十五’ 863 计划项目 (2001AA247023); 南京市科委项目 (2003ZB020)

\* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: lwh@njau.edu.cn)

响,但未进一步量化品质与环境因子的关系。本研究以目前国内一品红生产上主栽品种之一‘千禧’(Euphorbia pulcherrina ‘Millenium’)为研究对象,通过分期扦插来研究不同光温条件对一品红的生长发育及品质的动态影响,为我国一品红生产栽培管理和温光调控的优化及标准化提供理论依据和量化指标。

试验于2003年在南京市蔬菜花卉科学研究所的荷兰Venlo型现代化玻璃温室中进行,采用营养钵扦插苗,定植于容积1200 mL(口径15 cm,高13 cm)的塑料花盆中,基质由泥炭、中药渣、珍珠岩和粗沙按体积4:4:1:1比例混合。每盆1株,放置密度 $6.7 \text{株} \cdot \text{m}^{-2}$ 。整枝方式为摘心后留7芽,抹芽后保留5个生长一致的侧枝。侧枝上第5片叶出现后进行短日处理。采用人工遮光控制日照在10 h,直至开花。计算机管理系统自动控制夜间加热系统和营养液滴灌系统。试验处理见表1。室内外的气象数据由计算机控制系统自动采集,采集项目包括冠层上方空气温度、太阳辐射,逐日存储冠层上方日平均温度、日总辐射以及夜间平均温度。扦插时测量扦插苗的高度、叶数、叶面积。摘心前进行主茎叶数、株高的测量,每周2次,每次测量15株,取平均值。摘心后测量植株冠幅、株高、所有侧枝上的叶数、苞片数,每周2次,每次测5株,取平均值。试验1因故未进行冠幅的观测。叶面积测量采用描叶法<sup>[7]</sup>。短日后每天记载单苞(75%的植株上出现第1张苞叶)、单蕾(75%的植株上出现第1个花蕾)、多蕾(75%的植株上出现3个花蕾)和开花(75%的植株上第1花萼上出现花粉)出现的日期。

表1 试验处理

Table 1 Experimental treatment

试验代号 Experiment code	日期 Date (M - D)	扦插 Cutting	定植 Planting	摘心 Pinch	抹芽 Bud remove	短日开始 Begin- ning of short-day
EX1	07 - 17	08 - 22	09 - 10	09 - 17	09 - 27	
EX2	08 - 02	09 - 20	10 - 06	10 - 13	11 - 01	
EX3	08 - 17	10 - 03	10 - 13	10 - 21	11 - 09	
EX4	08 - 29	10 - 06	10 - 13	10 - 23	12 - 06	

将热效应(Thermal effectiveness, TE)与光合有效辐射(Photosynthetically active radiation, PAR)互作整合为辐热积(Photothermal product, PTP)。每日相对热效应(Relative thermal effectiveness, RTE)定义为作物在实际温度条件下生长1 d相当于在最适宜温度条件下生长1 d的比例<sup>[8]</sup>。一品红发育下限温度 $T_b$ 取值 $5^\circ\text{C}$ <sup>[3]</sup>;发育最适温度 $T_o$ 取值 $25 \sim 26^\circ\text{C}$ <sup>[4]</sup>;发育上限温度 $T_c$ 取值 $32^\circ\text{C}$ <sup>[5]</sup>。温度与相对热效应的关系可以用线性函数描述,即在生长下限温度与最适温度之间,相对热效应随温度的升高而线性增加,在其它区间的非适宜温度 $T$ 通过公式转化为有效温度 $T_e$ <sup>[9]</sup>:当 $T < T_b$ 时, $T_e = 0$ ;当 $T_b \leq T < T_o$ 时, $T_e = T - T_b$ ;当 $T_o \leq T < T_c$ 时, $T_e = T - T_o$ ;当 $T \geq T_c$ 时, $T_e = 0$ 。由于一品红花芽分化夜温必须低于 $21.1^\circ\text{C}$ <sup>[10]</sup>,否则会抑制花芽分化,所以在花芽分化、花蕾发育阶段夜间温度大于 $21.1^\circ\text{C}$ 时, $T_e$ 取0。

每日相对热效应  $RT = T_e / (T_o - T_b)$ 。

每日辐热积  $PTP_i = PAR \times RT_i$ 。

一天中到达冠层上方的总光合有效辐射  $PAR = 0.5 \times Q$ 。 $Q$ 为该日到达冠层上方的太阳总辐射( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ );0.5为光合有效辐射占太阳总辐射的比例<sup>[11]</sup>。

累积辐热积 PTP由每日辐热积  $PTP_i$ 累积而得:  $PTP = \sum (PTP_i)$ 。

## 2 结果分析与讨论

### 2.1 辐热积与发育的关系

利用前述公式对试验结果进行处理和分析发现,对于不同扦插期,植株到达同一生育期所需的PTP基本一致(图1)。从短日处理到单苞、单蕾、多蕾、开花所需的PTP分别为 $86.7 \pm 10.7$ 、 $127.1 \pm 6.0$ 、 $145.1 \pm 9.3$ 、 $197.8 \pm 11.0 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

### 2.2 辐热积对植株外观品质的影响

为了消除扦插苗初始叶面积不同给株高生长速率带来的影响,首先将株高净增量进行标准化,即

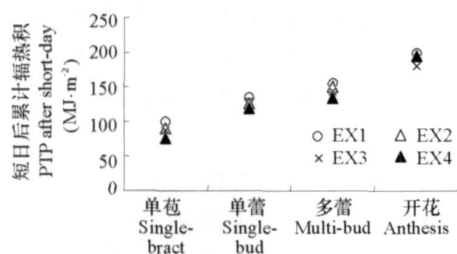


图1 短日后各发育阶段与累积辐热积的关系

EX1, EX2, EX3, EX4; 见表1

Fig. 1 Relation between different development stages and

PTP after short-day

EX1, EX2, EX3, EX4; see Table 1

株高净增量除以扦插苗初始叶面积。扦插至摘心期间,不同扦插期的植株标准化株高净增量(HLR)与辐热积 PTP 均服从同一幂函数关系(图 2, A):  $HLR = 0.0003 \times PTP^{1.616}$ ,  $R^2 = 0.9$ ,  $SE = 0.16 \text{ cm} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

为了消除扦插苗初始叶片数不同的影响,将主茎总叶片数减去扦插苗的初始叶片数得主茎上净增加的叶数。扦插至摘心期间,不同扦插期植株主茎上净增加的叶数(MLN)与辐热积(PTP)服从同一线性关系(图 2, B):  $MLN = 0.0352 \times PTP$ ,  $R^2 = 0.915$ ,  $SE = 0.7715$ 。

摘心后植株平均每侧枝叶数(BLN)与辐热积 PTP 基本服从同一线性关系(图 2, B):  $BLN = 0.042044 \times PTP$ ,  $R^2 = 0.9162$ ,  $SE = 0.6822$ 。为了消除侧芽萌发的影响,公式中的 PTP 为从第 3 侧枝首叶出现到生殖生长阶段的单苞期(这段时间主要是营养生长阶段的绿色叶片的展开)的累积辐热积。

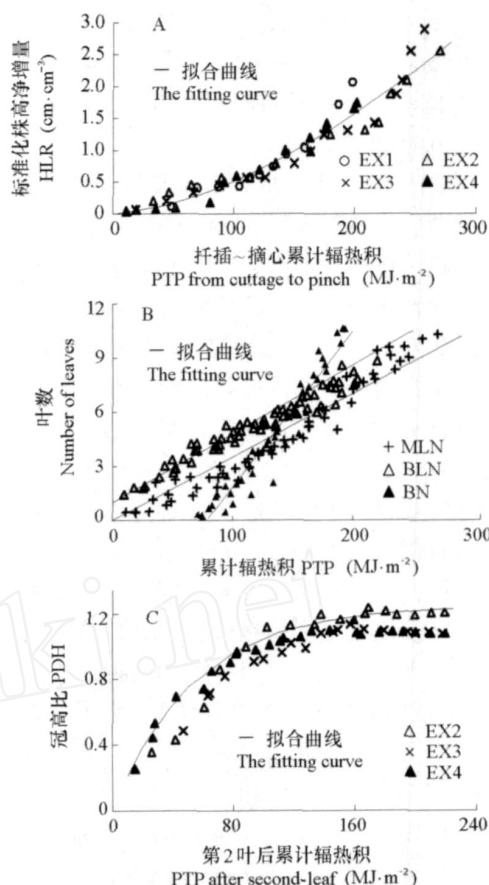


图2 累积辐热积(PTP)与标准化株高净增量(HLR)、主茎上净增叶片数(MLN)、侧枝叶片数(BLN)、侧枝上苞叶数(BN)和冠高比(PDH)的关系

EX1, EX2, EX3, EX4; 见表1

Fig. 2 Relationships of PTP to normalized net plant height increment (HLR), to the net increment number of leaves on main stem (MLN), the number of leaves per branch (BLN), the number of bracts per branch (BN), and to the canopy diameter/plant height (PDH)

EX1, EX2, EX3, EX4; see Table 1

不同扦插期植株平均每侧枝上苞叶数(BN)与短日处理后 PTP 基本服从同一线性关系(图 2, B):  $BN = 0.0864 \times PTP - 6.7807$ ,  $R^2 = 0.9331$ ,  $SE = 0.8589$ 。从图 2, B 中可以看出,短日处理后 PTP 达到  $78.5 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$  左右时,侧枝上叶片开始转色。

从上述公式可以分别推算出主茎每新增 1 片新叶,需要辐热积  $28.4 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ ;侧枝上每新增 1 片新叶,需要辐热积  $23.8 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ ;侧枝上每展开 1 张苞叶需要辐热积  $11.5 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

冠幅和株高从第 3 侧枝上第 2 片新叶出现时开始测量。不同扦插期冠高比(PDH)与第 3 侧枝上第 2 叶后累积辐热积 PTP 的关系基本服从同一负指数函数关系(图 3, C):  $PDH = 1.25 \times [1 - \exp(-0.023 \times PTP/1.25)]$ ,  $R^2 = 0.8458$ ,  $SE = 0.0979$ 。式中 1.25 为最大冠高比,与栽培管理(肥水)水平有关;0.023 为冠高比——累积辐热积反应曲线的初始斜率,与品种特性有关。

本研究综合考虑了温度与辐射对一品红发育及其主要品质指标的影响,明确了不同扦插期一品红从扦插到开花整个生长过程的主要品质指标(株高、叶片数、苞片数和冠高比等)与温度和辐射两个环境因子的定量关系。利用这些定量关系可以指导生产者依据上市期和历年气象资料,确定进行短

日处理的日期以及根据产品的品质生产目标确定怎样对辐射和温度进行调控，从而为季节间光温条件差异比较大的地区一品红生产过程中光温调控的优化和标准化奠定了基础。虽然本研究所确定的定量关系在生产上的实际应用还有待于进一步的验证，但本研究提出的辐射积指标为其它温室中高档花卉作物生产的光温调控研究提供了参考。

#### 参考文献：

- 1 胡汉升, 赵梁军, 李增武. 一品红盆花质量标准的研究. 中南林学院学报, 2003, 23 (5): 112 ~ 114  
Hu H S, Zhao L J, Li Z W. Study of the quality standards of potted poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) and establishment of its ministerial standards in China. Journal of Central South Forestry University, 2003, 23 (5): 112 ~ 114 (in Chinese)
- 2 Snipen L G, Moe R, Soreng J. Influence of potential growth factors in predicting time to flowering in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*). Scientia Horticulturae, 1999, 81 (3): 345 ~ 359
- 3 Liu B, Heins R D. Photothermal ratio affects plant quality in 'Freedom' poinsettia. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2002, 127 (1): 20 ~ 26
- 4 Berghage R D, Heins R D, Erwin J E. Quantifying leaf unfolding in the poinsettia. Acta Horticulturae, 1990, 272: 243 ~ 247
- 5 Berghage R D, Heins R D. Quantification of temperature effects on stem elongation in poinsettia. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1991, 116 (1): 14 ~ 18
- 6 胡汉升, 方志宏, 赵梁军. 影响一品红盆花质量的因素分析. 北方园艺, 2003 (3): 46 ~ 47  
Hu H S, Fang Z H, Zhao L J. Analyzing factors affecting potted poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) quality. Northern Horticulture, 2003 (3): 46 ~ 47 (in Chinese)
- 7 张宪政. 作物生理研究法. 北京: 农业出版社, 1992. 35 ~ 45  
Zhang X Z. Research methods for crop physiology. Beijing: Agricultural Press, 1992. 35 ~ 45 (in Chinese)
- 8 曹卫星, 罗卫红. 作物系统模拟及智能管理. 北京: 高等教育出版社, 2003. 27 ~ 28  
Cao W X, Luo W H. Crop system simulation and intelligent management. Beijing: Higher Education Press, 2003. 27 ~ 28 (in Chinese)
- 9 Pearson S, Hadley P, Wheldon A E. A reanalysis of the effects of temperature and irradiance on time to flowering in chrysanthemum (*Chrysanthemum grandiflorum*). Journal of Horticultural Science, 1993, 68: 89 ~ 97
- 10 Karl Trellinger. 25 tips for successful poinsettias. Greenhouse Grower, 2001, 19: 116 ~ 119
- 11 Goudriaan J, Van Laar H H. Modelling potential crop growth processes. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1994. 238

## CNKI|文数据库 《园艺学报》高被引频次论文排序

(截至 2006年 1月, 排名前 100位)

序号	被引文献题名	被引文献作者	被引文献来源	被引频次
75	采后浸钙对雪花梨果肉褐变的影响	杨增军, 王成荣, 冯双庆	园艺学报 /1995/03	39
76	大白菜和紫菜薹自交系染色体组 DNA 的 RAPD 分析	漆小泉, 朱德蔚, 沈镒, 张智, 孙日飞	园艺学报 /1995/03	39
77	ABA 和 IAA 对猕猴桃果实成熟进程的调控	陈昆松, 李方, 张上隆	园艺学报 /1999/02	39
78	桃品种演化及分类研究 - 同工酶分析	汪祖华, 陆振翔, 陆秀华	园艺学报 /1990/04	39
79	鸭梨黑心病与钙素营养的关系	龚云池, 徐季娥, 张淑珍, 吕瑞江	园艺学报 /1986/03	38
80	大白菜异源胞质雄性不育系 CMS3411 - 7 的选育及应用	柯桂兰, 赵稚雅, 宋胭脂, 张鲁刚, 赵利民	园艺学报 /1992/04	38
81	GA <sub>3</sub> 和乙烯利对杏果实采后活性氧代谢的影响	史国安, 郭香凤, 张益民, 王淑芳	园艺学报 /1997/01	37
82	RAPD 标记在苹果属种间杂交一代的分离方式	刘孟军	园艺学报 /1998/03	37
83	玫红百合为亲本育成百合种间杂种	黄济明, 赵晓艺, 张国民, 倪跃元	园艺学报 /1990/02	37
84	葡萄果实始熟机理的研究——缓慢生长期外施激素和环剥的效应	张大鹏, 许雪峰, 张子连, 贾文锁	园艺学报 /1997/01	37
85	鸭梨果实气调贮藏的研究	陈昆松, 于梁, 周山涛	园艺学报 /1991/02	37
86	利用乙烯抑制剂 AgNO <sub>3</sub> 建立大白菜高频植株再生体系	张松, 魏毓棠, 温孚江, 傅连海	园艺学报 /1997/01	37
87	1 - 甲基环丙烯对采后猕猴桃果实生理效应的影响	樊秀彩, 张继澍	园艺学报 /2001/05	37
88	苹果果实衰老与活性氧代谢的关系	关军锋, 束怀瑞	园艺学报 /1996/04	37