

# 层积处理对四川牡丹种子生理生化特性的影响

汪 源<sup>1</sup>, 刘 光 立<sup>2</sup>, 张 倩<sup>2</sup>, 陈 娅 龄<sup>2</sup>

(1. 成都农业科技职业学院 建筑园林分院, 四川 成都 611130; 2. 四川农业大学 风景园林学院, 四川 成都 611130)

**摘 要:**以四川牡丹种子为试材,研究了不同温度层积处理对四川牡丹种子内部可溶性蛋白质含量和可溶性糖含量以及过氧化物酶活性等生理生化指标的影响。结果表明:低温层积对四川牡丹种子内部生理生化指标的影响不是十分显著;在打破四川牡丹种子的休眠,提高种子育苗发芽率时,应结合其它物理及化学方法进行。

**关键词:**四川牡丹;种子;层积处理;生理生化

**中图分类号:**S 682.1<sup>+</sup>61 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)24-0059-04

层积处理是解除植物种子休眠的一种方法,尤其对萌发抑制物质存在和生理后熟因素引起生理休眠的种子效果更为显著。生产中一般将种子埋在湿沙中,置于1~10℃的低温环境中1~3个月,使种子在层积期完成一系列的生理生化变化和后熟过程,降低或消除发芽抑制物质,增加水解酶和氧化酶的活性,使种子内复杂的贮藏物质转化为易被吸收的小分子化合物<sup>[1]</sup>,从而诱导种子解除休眠,提高萌发率<sup>[2]</sup>。国内外诸多研究表明,4℃低温层积可有效解除滇石栎(*Lithocarpus*

*dealbatus*)<sup>[3]</sup>、杏(*Prunus armeniaca*)<sup>[4]</sup>、南方红豆杉(*Taxus chinensis*)<sup>[5]</sup>和木荷(*Schima superba*)<sup>[6]</sup>种子的休眠,20~25℃ 45 d、2~5℃ 45 d的变温层积可解除肉花卫矛(*Euonymus carnosus*)<sup>[7]</sup>种子的休眠,同时变温层积还能有效的解除百合(*Lilium brownii*)<sup>[8]</sup>、牡丹(*Paeonia suffruticosa*)等种子上胚轴休眠。因此,研究在层积过程中种子的一系列生理生化变化,有利于揭示种子是否已被打破休眠,开始萌发。

四川牡丹(*Paeonia decomposita*)属芍药科(Paeoniaceae)芍药属(*Paeonia* L.)落叶小灌木,为我国特有种,花大而美丽,颜色淡紫色至玫瑰红色,对低温和干旱有较强的适应性,为选育耐低温和干旱的园艺新品种的理想材料。四川牡丹花野外仅分布于岷江上游、大渡河两岸的茂县、马尔康、金川、丹巴、康定等地,喜生于多刺灌丛中,多见于东南坡,东坡较少,偶见于北坡和西南

**第一作者简介:**汪源(1977-),女,硕士,讲师,研究方向为园林植物及其在园林中的应用。E-mail:18135678@qq.com

**责任作者:**刘光立(1976-),男,博士,副教授,研究方向为园林植物栽培应用及野生植物资源保护与利用和风景园林规划与设计。E-mail:liugl\_1@163.com

**收稿日期:**2013-09-16

## Effect of Shading Treatment on the Photosynthetic Characteristics of Four Ornamental Sweetpotatos

ZHAO Xi-wu<sup>1,2</sup>, WANG Chen-jing<sup>1,2</sup>, ZHOU Ya-qian<sup>1,2</sup>, GUO Di<sup>1,2</sup>, LU Guo-quan<sup>1,2,3</sup>

(1. College of Landscape Architecture and Architecture, Zhejiang Agricultural and Forestry University, Lin'an, Zhejiang 311300; 2. Institute of Tuber Crops Research, Zhejiang Agricultural and Forestry University, Lin'an, Zhejiang 311300; 3. The Key of Laboratory for Quality Improvement of Agricultural Products of Zhejiang Province, School of Agriculture and Food Science, Zhejiang Agricultural and Forestry University, Lin'an, Zhejiang 311300)

**Abstract:** Taking four ornamental sweetpotatos as material, the effect of full sunshine (100% natural light, CK), light shading (75% natural light), medium shading (50% natural light) and severe shading (25% natural light) on ornamental sweetpotato photosynthetic characteristics were studied. The results showed that the shade tolerance of *Ipomoea batatas* 'Black Beauty' was the best, the shade tolerance of *Ipomoea batatas* 'Magarite' and *Ipomoea batatas* 'Tricolor' was strong, and the shade tolerance of *Ipomoea batatas* 'Sweet Caroline Bronze' was the worst.

**Key words:** shading; ornamental sweetpotato; photosynthetic characteristics

坡。分布范围极为狭窄,是牡丹种群中受威胁度高的种类<sup>[9-10]</sup>。四川牡丹种子繁殖是其唯一的繁殖途径,对四川牡丹种子萌发的研究中发现,四川牡丹种子中存在抑制物质<sup>[11]</sup>,正常萌发需要6个月以上低温,并且具有严格的上胚轴休眠现象,这被认为是四川牡丹野外条件下幼苗数量稀少的重要原因<sup>[12-13]</sup>,被列为国家Ⅱ级重点保护植物。

目前对四川牡丹种子的研究尚处于初级阶段,主要集中于种子育苗<sup>[13]</sup>、自然繁殖特性<sup>[14]</sup>、牡丹属种子双重休眠的特性<sup>[15]</sup>、打破上胚轴休眠<sup>[16]</sup>等。现以四川牡丹种子为试材,研究层积处理对其生理生化指标的影响,以进一步探讨其休眠机理,为打破休眠技术提供更丰富的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试的四川牡丹种子于2011年9月采自四川西北部的马尔康县脚木足乡,测量完其长宽等基本数据后置于5℃冰箱内保存备用。

### 1.2 试验方法

在2012年1月下旬时选取新鲜饱满种子,置于浓度为0.5%高锰酸钾溶液(KMnO<sub>4</sub>)中浸泡30 min,流水冲洗干净后平均分为2组,室温层积处理(处理1):将四川牡丹种子置于室温条件下层积;变温层积处理(处理

2):将其置于5℃条件下层积处理2个月后再在室温下层积。层积时种子和湿沙按1:3混合,在整个试验期间,对2组材料进行统一的日常防护管理。从2012年4月至6月末,进行四川牡丹种子内部可溶性蛋白质含量、可溶性糖含量以及过氧化物酶(POD)活性的测定,每隔20 d测定1次。

### 1.3 项目测定

可溶性蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝G-250染色法<sup>[17]</sup>;可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法<sup>[17]</sup>;过氧化物酶(POD)活性的测定采用愈创木酚法<sup>[18]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用DPS数据分析系统进行试验数据的分析处理,分析不同层积处理间的差异显著性,并利用Excel进行图表的制作。

## 2 结果与分析

### 2.1 层积处理对四川牡丹种子可溶性蛋白质含量的影响

从表1可以看出,同一测定时期处理2的四川牡丹种子中可溶性蛋白质含量大多比处理1的种子含量高,说明低温层积使得种子内部发生了一系列的生理生化变化,通过低温层积可以适当提高种子可溶性蛋白质含量。由方差分析得出,低温层积处理与常温层积处理之间可溶性蛋白质含量差异不显著。

表1 不同温度层积处理对四川牡丹种子可溶性蛋白质含量的影响

处理	4月1日	4月21日	5月11日	5月31日	6月20日
1	42.3402±13.0424aA	36.2368±3.6774aA	38.1449±1.1058aA	32.2501±1.0838aA	28.4933±2.4299aA
2	54.4883±2.3732aA	37.6909±2.7948aA	31.4603±1.5060aA	32.0013±3.4700aA	44.4603±3.1180aA

注:表中数据为平均值±标准差。表中不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ );小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。下同。

从图1可以看出,经过低温层积处理的四川牡丹种子其可溶性蛋白质含量呈先下降后上升的趋势。一般情况下,在种子萌发过程中,可溶性蛋白质含量是逐渐上升的,出现这种情况的可能原因:一是环境温度的影响,在4~6月期间,气温变化较大,对其内部的可溶性蛋白质含量有一定的影响;二是经过低温层积处理打破四川牡丹种子的休眠后,种子开始萌发,但是在建立稳定的萌发机制前,其内部生理生化变化有波动。常温层积的四川牡丹种子可溶性蛋白质含量相对稳定,没有低温层积的变化明显。

### 2.2 层积处理对四川牡丹种子可溶性糖含量的影响

从表2可以看出,同一测定时期由于经过低温层积处理,处理2的四川牡丹种子中可溶性糖含量比处理1的含量高,说明低温层积使得种子内部可溶性糖含量增加,表明淀粉和粗脂肪作为植物种子的主要储藏物质,萌发过程中逐渐下降,水解成可溶性糖,使得可溶性糖

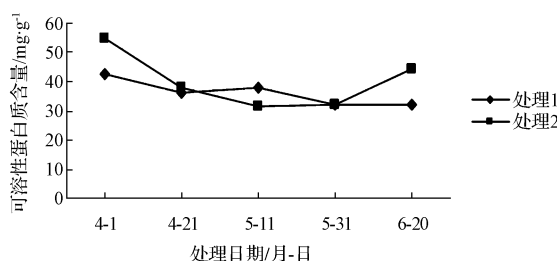


图1 不同温度层积处理对四川牡丹种子可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 1 Effects of different temperature stratification treatments on protein content of *Paeonia decomposita* seed

含量则在种子的萌发过程中逐渐上升。由方差分析得出,低温层积处理与常温层积处理之间可溶性糖含量差异不显著,表明四川牡丹种子层积过程中,温度对种子内部储藏物水解作用没有太大影响。

表2 不同温度层积处理对四川牡丹种子可溶性糖含量的影响

处理	4月1日	4月21日	5月11日	5月31日	6月20日
1	5.1231±1.2571aA	3.4739±0.6197aA	5.2364±0.7057aA	6.8515±0.4167aA	4.7321±0.4422aA
2	5.2846±0.2668aA	4.2131±0.3122aA	3.7260±0.4091aA	6.8625±1.2422aA	5.6579±0.2704aA

从图2可以看出,在整个层积过程中四川牡丹中可溶性糖含量总体呈下降-上升-下降趋势,处理2的种子可溶性糖含量的下降时间持续更长,但是下降幅度小于处理1的种子;在上升过程中,处理2的种子,可溶性糖

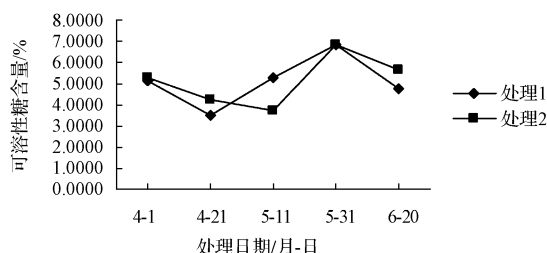


图2 不同温度层积处理对四川牡丹种子可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effects of different temperature stratification treatments on soluble sugar content of *Paeonia decomposita* seed

表3 不同温度层积处理对四川牡丹种子 POD 活性的影响

Table 3 Effects of different temperature stratification treatment on peroxidase activity of *Paeonia decomposita* seed 0.01 A<sub>470</sub>/min

处理	4月1日	4月21日	5月11日	5月31日	6月20日
1	4.0000±2.6764aA	1.3333±0.1333aA	21.4000±4.2253aA	1.2000±0.1155aA	6.0667±1.6746aA
2	1.3333±0.2963aA	0.8667±0.1764aA	53.5333±26.0586aA	1.7333±0.9615aA	9.6667±6.3091aA

从图3可以看出,同一测定时期,随时间推移,四川牡丹种子 POD 活性呈下降-上升-下降-上升的趋势,第一次测定显示处理1的POD活性比处理2的高,产生这样的原因主要是刚从低温层积处理的四川牡丹种子中的POD受到低温的抑制,使得其酶活性较处理1低。POD活性的高低代表其内部调节机制是否完善,其植物种子自身的适应力和抗逆性的高低。低温层积的四川牡丹中的POD活性较常温的变化更加显著,说明低温层积对种子的萌发具有一定影响。

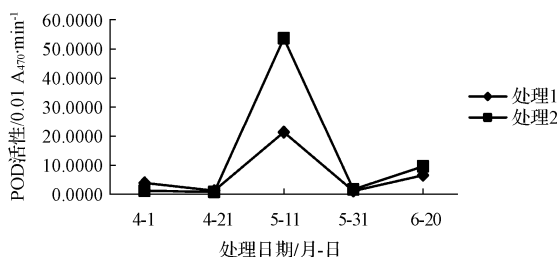


图3 不同温度层积处理对四川牡丹种子POD活性的影响

Fig. 3 Effects of different temperature stratification treatments on peroxidase activity of *Paeonia decomposita* seed

### 3 结论与讨论

可溶性蛋白质在种子萌发过程中,有提供氮素营养的重要作用,同时为种子种胚生长分化提供物质以及能量的来源。种子中可溶性蛋白质含量的50%以上是酶蛋白组成的,这些酶蛋白在种子萌发过程中起到了一定的催化作用,同时促进了种子萌发<sup>[19]</sup>。四川牡丹种子休眠期可溶性蛋白质含量明显下降,与同样

含量上升幅度较快。由此可知,在萌发初期,种子内部利用各种物质调节其萌发机制,此时种子内部处于相对不稳定状态,所以初期可溶性糖含量呈逐渐下降的变化,待其萌发机制逐步稳定后,便朝着有利于萌发的条件发展,种子内部可溶性糖含量又逐渐上升。室温层积的四川牡丹种子可溶性糖含量变化相对明显,但仍然呈先下降后上升的变化趋势。

### 2.3 层积处理对四川牡丹种子过氧化物酶(POD)活性的影响

由表3可以看出,在层积处理的中后期,由于经过低温层积,处理2的四川牡丹种子中POD活性比处理1的种子含量高,说明低温层积使得种子POD活性增加。室温层积与低温层积的变化趋势一致。2组处理所得到的POD活性差异不显著,说明低温层积对四川牡丹种子POD活性没有显著的影响。

拥有长休眠期的茄子种子可溶性蛋白质含量变化趋势一致,这样下降的趋势可能为四川牡丹种子萌发提供了相应的酶和萌发所需的氮素,从而利于四川牡丹种子萌发。

种子中的可溶性糖是由种子中淀粉降解而产生的,作为呼吸代谢的底物被不断的消耗<sup>[20]</sup>。因此,种子中可溶性糖含量的高低,既与种子中淀粉降解发生的速度有关,又与种子呼吸消耗的速度直接相关,反映了种子内物质积累的动态发生,以及物质消耗的动态变化<sup>[21]</sup>。四川牡丹种子层积过程中可溶性糖含量呈现出先下降后上升再下降的趋势,这样的变化趋势可能是由于种子层积初期,种子中淀粉降解的速度(即产生种子中的可溶性糖)小于种子中呼吸消耗的速度(即消耗种子中的可溶性糖),所以可溶性糖含量略有下降;四川牡丹种子层积中期,可溶性糖含量上升,可能是由于随着种子层积时间的延长,种子中淀粉降解的速度大于呼吸消耗的速度,即四川牡丹种子中产生大量可溶性糖,这些可溶性糖为四川牡丹种子正常休眠提供所需的能量。在种子层积末期,随着层积天数继续延长,可溶性糖含量又明显下降,这可能是由于四川牡丹种子内部开始有效的积累淀粉,从而为种子萌发储藏物质,提供物质保障<sup>[22]</sup>。

四川牡丹种子在层积处理过程中POD活性均呈下降-上升-下降-上升的趋势,这与长更豆种子<sup>[23]</sup>不同,但与华中五味子<sup>[24]</sup>和山茱萸种子<sup>[25]</sup>相一致,其原因可能是华中五味子和山茱萸同为休眠期长的种子,而长更豆为短休眠种子,由于休眠期不同,造成种子抗

氧化保护系统相关酶活性表达也不同,进而表现出趋势迥异。POD 活性的变化反映种子在萌发过程中抗逆境的能力,四川牡丹种子在层积过程中 POD 活性波动较大。在层积初期,POD 活性变化较稳定,之后便急剧上升,在层积后期又开始急剧下降并缓慢上升,说明在种子层积前期 POD 对活性氧、过氧化氢( $H_2O_2$ )的清除起了一定的作用,种子层积后期伴随着种子休眠逐渐解除,POD 活性也相应下降。

在该研究中,四川牡丹种子在 2 组对比处理中,其生理生化指标变化趋势基本一致,但就整个试验来看,经 5℃ 低温层积处理的四川牡丹种子内部生理生化指标的变化较常温层积的种子明显。表明低温层积对打破四川牡丹种子休眠具有一定的作用。同时也反映出四川牡丹种子的休眠不仅与种子自身遗传特性有关,更与生长条件、内源抑制物的含量、化控措施以及种皮过厚有关,使得低温层积对牡丹种子的生理生化的变化有影响但不显著。

该试验仅研究了层积处理对四川牡丹种子部分生理生化指标的影响,而关于如何打破四川牡丹种子休眠的生理机制还有待于在变温处理的时间、植物激素处理、药剂处理、物理处理等方面作进一步深入研究。

#### 参考文献

- [1] Junttila O. The mechanism of low temperature dormancy in mature seeds of *Syringra* species[J]. *Physiology Plant*, 1973(29):256-263.
- [2] 余祥威,周光明,李来庚,等. 低温层积对日本五针松种子萌发及生理生化效应的初步研究[J]. *种子*, 1987(6):16-17.
- [3] 苏文华,金白杨,张光飞. 滇石栎种子萌发特性的研究[J]. *云南林业科技*, 2001(2):21-23.
- [4] 张桂兵,王合理,罗琳. 低温层积法与开水烫种法处理桃、杏种子育苗试验[J]. *北方园艺*, 2008(10):53.
- [5] 黄儒珠,郭祥泉,方兴添,等. 变温层积处理对南方红豆杉种子生理生化特性的影响[J]. *福建师范大学学报(自然科学版)*, 2006, 22(2):95-98.
- [6] 张坤洪,伍伯良,李肇东,等. 冷藏时间对木荷种子发芽率影响的研究[J]. *防护林科技*, 2006(3):17-18.

- [7] 陈钧林. 肉花卫矛种子休眠及其解除的研究[J]. *林业科学研究*, 1994(2):227-229.
- [8] 涂淑萍,穆鼎,刘春,等. 百合鳞茎低温解除休眠过程中的生理生化变化研究[J]. *江西农业大学学报*, 2005, 27(3):404-407.
- [9] 洪德元,潘开玉. 芍药属牡丹组的分类历史和分类处理[J]. *植物分类学报*, 1999, 37(4):351-368.
- [10] 中国牡丹全书编纂委员会. 中国牡丹全书[M]. 北京:中国林业出版社, 1999:1-71.
- [11] 宋会兴,刘光立,高素萍,等. 四川牡丹种子浸提液内源抑制物活性初探[J]. *园艺学报*, 2012, 39(2):376-380.
- [12] Jing X M, Zheng G H. The characteristics in seed germination and dormancy of four wild species of tree peonies and their bearing on endangerment[J]. *Physiology Plant*, 1999, 25(3):214-221.
- [13] 冯正波. 四川牡丹种子育苗[J]. *植物杂志*, 2002(2):37.
- [14] 成仿云,李嘉钰,陈德忠. 中国野生牡丹自然繁殖特性研究[J]. *园艺学报*, 1997, 24(2):180-184.
- [15] 宋焕芝,于晓南,沈苗苗. 芍药属植物种子双重休眠特性与破眠技术研究进展[J]. *种子*, 2011, 30(3):67-70.
- [16] 张霁,刘心民. 低温解除牡丹种子上胚轴休眠的试验[J]. *浙江农业科学*, 2008(3):295-296.
- [17] 郝建军,康宗利,于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2007:141-142.
- [18] 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, 2003:164-165.
- [19] 王家源,方升佐. 青钱柳种子层积过程中贮藏物质含量及酶活性的变化[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2007, 31(1):111-113.
- [20] 董晓红,万清林. 胡萝卜种子萌发过程中生理生化变化的研究[J]. *生物技术*, 2005, 15(6):55-57.
- [21] 李生平. 银杏种子萌发过程中贮藏物质代谢机理的研究[D]. 南京:南京林业大学, 2004.
- [22] 潘琳,徐程扬. 种子休眠与萌发过程的生理调控机理[J]. *种子*, 2010, 29(6):42-47.
- [23] 陈禅友,刘磊. 长更豆种子萌发进程中生理生化指标动态变化[J]. *种子*, 2006, 25(9):30-33.
- [24] 齐永平. 华中五味子种子发育生理生化动态研究[D]. 西安:陕西师范大学, 2009.
- [25] 刘雅帅. 山茱萸种子休眠机理研究[D]. 南京:南京林业大学, 2008.

## Effects of Stratification Treatment on Physiological and Biochemical Characteristics of *Paeonia decomposita* Seed

WANG Yuan<sup>1</sup>, LIU Guang-li<sup>2</sup>, ZHANG Qian<sup>2</sup>, CHEN Ya-ling<sup>2</sup>

(1. Branch of Landscape Architecture, Chengdu Vocational College of Agricultural Science and Technology, Chengdu, Sichuan 611130;  
2. Landscape Architecture College, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130)

**Abstract:** Taking *Paeonia decomposita* seed as test material, the effects of different temperature stratification treatments on soluble protein and soluble sugar content and the activity of peroxidase physiology and biochemistry of *Paeonia decomposita* seed were studied. The results indicated that the effects of low temperature stratification treatment on physiological and biochemical characteristics of *Paeonia decomposita* seed was not very significant. It should be combined with other physical and chemical methods in breaking seed dormancy and improving seed germination rate.

**Key words:** *Paeonia decomposita*; seed; stratification treatment; physiology and biochemistry