

# 低温贮藏期间 3 种独蒜兰形态及生理变化研究

江鸣涛<sup>1,2</sup>, 李云霞<sup>1,2</sup>, 张艺祎<sup>1,2</sup>, 彭东辉<sup>1,2</sup>, 兰思仁<sup>1,2</sup>, 吴沙沙<sup>1,2</sup>

(1. 福建农林大学园林学院, 福州 350002;

2. 福建农林大学海峡兰花保育研究中心, 福州 350002)

**摘要:** 陈氏独蒜兰(*Pleione chunii*)、云南独蒜兰(*P. yunnanensis*)和黄花独蒜兰(*P. forrestii*)是极具观赏价值的兰科盆栽植物。3 者均需要在秋季落叶后经过一段时间的春化作用才能正常开花。研究低温贮藏期间三者形态和生理生化的变化, 对于花期调控和反季节栽培具有重要意义。本试验依据种球质量将三种独蒜兰的种球分为大球、中球、小球三个等级进行新芽生长情况的观测, 分别在贮藏 0、30、60、90、120 d 时, 测定新芽长度。同时选择这 3 种独蒜兰中等大小假鳞茎分别取样进行生理生化指标测定, 测定可溶性蛋白含量、SOD 活性、POD 活性。结果表明三种独蒜兰假鳞茎在 4℃ 低温冷藏 60 d 至 90 d 时芽开始萌动, 母球的大小影响新芽的生长, 平均质量越大的母球, 产生的新芽越大, 且生长期芽伸长的更快。陈氏独蒜兰假鳞茎中可溶性蛋白含量总体略有下降, 但并无明显差异, SOD 活性在处理 120 d 时出现显著降低, 前期均无明显变化。云南独蒜兰和黄花独蒜兰假鳞茎可溶性蛋白呈增加趋势, 而 SOD 活性无明显变化。三种独蒜兰的 POD 活性在芽萌动期间呈现先下降后上升的趋势。

**关键词:** 园林植物学; 低温贮藏; 休眠; 形态; 生理生化

**中图分类号:** S682.3

## Morphological and Physiological Changes of Three Species of *Pleione* during Cold Storage

JIANG Mingtao<sup>1,2</sup>, LI Yunxia<sup>1,2</sup>, ZHANG Yiyi<sup>1,2</sup>, PENG Donghui<sup>1,2</sup>, LAN Siren<sup>1,2</sup>, WU Shasha<sup>1,2</sup>

(1. College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, Fujian, China;

2. Fujian Agriculture and Forestry University Cross-Straits Orchids Conservation and Research Center, Fuzhou 350002, Fujian, China)

**Abstract:** *Pleione chunii*, *P. yunnanensis*, and *P. forrestii*, which are of high ornamental value, were promoted of flowering by a period of vernalization after defoliation. To invest the changes of morphology and physiology of these plants during the cold storage is important for their flowering control and anti-season cultivation. In this study, the bulbs of the three species, depended on quality, were divided into three kinds (large, medium, and small pseudobulbs), respectively. The lengths of new bud were measured after storage for 0, 30, 60, 90, 120 days. Meanwhile, more medium bulbs were used for the study of physiology and biochemistry, which contained the soluble protein content, SOD and POD, in corresponding days. The results showed that the new pseudobulbs started to germinate after stored for 60 to 90 days at 4℃. The heavier mother pseudobulbs weighted lager the buds would be, as well as the faster growth rate. The soluble protein content decreased slightly, but no significant change was obtained during 120 days, while the SOD activity declined significantly on 120 day for *P. chunii*. The soluble protein content of *P. yunnanensis* and *P. forrestii* increased during this period, while no significant changes of SOD activity. The POD activity of all the three species declined first and then increased during the

**基金项目:** 国家教育部博士点基金 (20133515120017); 福建省自然科学基金 (2014J0102); 福建省教育厅新教师项目 (JA13123)。

**作者简介:** 江鸣涛 (1990—), 男, 福建漳州, 博士研究生, 从事园林植物资源与应用研究

**通信联系人:** 吴沙沙 (1984—), 女, 河北邯郸, 博士, 副教授, 从事园林植物资源与应用研究. E-mail: shashawu1984@126.com

45 period of bud germination. In this paper

**Key words:** Landscape botany; cold storage; dormancy; morphology; physiology and biochemistry

## 0 引言

50 独蒜兰属 (*Pleione* D. Don) 是兰科 (*Orchidaceae*) 植物中具有极高观赏价值的一个属, 其花色鲜艳, 深受人们的喜爱, 为优良的盆栽观赏植物, 在美、日、欧等地栽培较普遍且已实现规模化商业性栽培<sup>[1]</sup>。该属植物亦具有较高的药用价值, 独蒜兰 (*P. bulbocodioides*) 的假鳞茎可入药, 具有清热解毒、化痰散结的功效<sup>[2]</sup>。独蒜兰属植物均为落叶植物, 落叶后有一段休眠期。关于独蒜兰属植物低温贮藏的研究集中于已经商业化生产的台湾独蒜兰 (*P.*  
55 *formosana*), 已有研究表明台湾独蒜兰休眠期需一段时间的低温冷藏, 方可打破休眠, 促进开花<sup>[3]</sup>。台湾独蒜兰经 1-2°C 或 5°C 的低温冷藏开花率最高, 开花较整齐, 花梗亦较长, 且苞片尖端不会焦褐<sup>[4]</sup>。

植株形态上的变化, 实际上是由植株体内蛋白质的变化所引起的, 蛋白质是生命的表现形式, 春化过程也不例外<sup>[5]</sup>。超氧化物歧化酶 (SOD)、氧化物酶 (POD) 等参与维持活性  
60 氧生成与清除的动态平衡过程, 在低温等逆境下其活性高低可以反映出植物抗胁迫能力的大小<sup>[6, 7]</sup>。SOD 活性的变化是生物体内普遍存在的一种活性氧清除剂, 它能清除对生物体有毒害作用的氧自由基, 保护细胞膜的稳定性, 有效地防止细胞膜的衰老<sup>[8]</sup>。POD 是植物中普遍存在的一种氧化还原酶, 参与植物的许多生理过程, 如植物对低温及病虫害的抵抗, 植物细胞壁木质素的合成及细胞内自由基的清除等。POD 活性有保持细胞结构的完整性, 提高细胞  
65 对衰老及不良环境抗性的作用<sup>[9, 10]</sup>。此外 POD 活性影响植物的生长, 其大小直接影响 IAA 的代谢与分布, 而 IAA 含量的多少控制着植物的生长发育, 高活性 POD 可加强对 IAA 的氧化分解, 从而减轻对生长的刺激<sup>[11]</sup>。

不同植物类型、品种所需春化时间不同, 从几天到两三个月不等<sup>[12]</sup>。Trevaskis<sup>[13]</sup>认为数周的低温处理足以促进植物开花, 延长低温持续时间会显著加速植株的开花进程。本试验探究  
70 低温贮藏过程中陈氏独蒜兰 (*P. chunii*)、云南独蒜兰 (*P. yunnanensis*) 和黄花独蒜兰 (*P. forrestii*) 的形态和生理生化变化规律, 旨在为提高独蒜兰属假鳞茎的贮藏质量、改善假鳞茎的贮藏技术, 提供理论参考依据。

## 1 材料与方法

### 75 1.1 试验材料

本试验选用的陈氏独蒜兰、云南独蒜兰和黄花独蒜兰均为我国原产, 花期集中在 3-5 月<sup>[14]</sup>。2015 年 1 月 10 日去除供试材料的老根和杂质后, 用 50% 多菌灵可湿性粉剂 1 000 倍液浸泡 10 min, 取出后用清水冲洗干净置于阴凉通风处, 晾干表面水分后, 按质量大小将三种独蒜兰各自分为大球、中球、小球三个等级, 陈氏独蒜兰 (大球 10 g 以上、中球 7-10 g、  
80 小球 5-7 g), 云南独蒜兰 (大球 5-7 g、中球 3-5 g、小球 1-3 g), 黄花独蒜兰 (大球 5-7 g、中球 3-5 g、小球 2-3 g), 每等级 10 个, 将种球装入未封口的自封袋内, 填充基质为经过杀菌剂处理清水洗净后晾干的水苔。在 4±1°C 冷库中贮藏 0、30、60、90、120 d 时, 分别测定新芽长度。同时选这 3 种独蒜兰中等大小假鳞茎各 18 个, 按相同方法处理后冷藏于 4±1°C

冷库中, 于贮藏 0、30、60、90、120 d 时分别取样, 每次随机选取同种假鳞茎 3 个, 在冰上操作, 将假鳞茎剪碎混匀后, 每个样品称量 1 g 左右。锡箔纸分别包好后液氮速冻 30 min 后转入-80℃ 的冰箱中保存备用。

## 1.2 试验方法

粗酶液制备: 每个时期三个样品各取 0.1 g, 三次重复, 分别装入 5 ml 离心管中, 并加入一个直径 4 mm 的钢珠。液氮冷浴后, 用高通量组织研磨器研磨 5 min, 加入 4 ml 0.1 mol·L<sup>-1</sup> 磷酸缓冲液 (pH 7.0) 混匀。将制备好的粗酶液置于 4℃, 1 200 rpm·min<sup>-1</sup> 冷冻离心机中离心 15 min。离心后, 将吸取的上清液置于 4℃ 冰箱保存用于以下指标的测定。

可溶性蛋白含量测定: 参照高俊凤<sup>[15]</sup>考马斯亮蓝染色法测定, 取上清液 0.5 ml, 加入 0.5 ml 0.1 mol·L<sup>-1</sup> pH 7.0 的磷酸缓冲液 (对照加入 1 ml 0.1 mol·L<sup>-1</sup>, pH 7.0 的磷酸缓冲液), 加入 5 ml 考马斯亮蓝溶液, 充分震荡混匀, 静置 2 min 后在 595 nm 处测定吸光度。根据所测样品提取液的吸光度, 通过标准曲线方程求出可溶性蛋白的含量, 然后计算测定出样品的蛋白质含量。

结果计算: 可溶性蛋白含量(mg/g)=C\*V\*D/W\*Vt\*1 000

式中 C-标准曲线值(μg); D-稀释倍数; V-酶提取液的总体积; W-提取酶液的植物样品的鲜重; Vt-测定时取用酶液体积。

SOD 活性测定: 参照张蜀秋等<sup>[16]</sup>的方法测定 SOD 活性, 取两支对照管, 对照管中的酶液均用 0.1 ml 0.1 mol·L<sup>-1</sup> pH 7.0 磷酸缓冲液代替, 混匀后将 1 支对照管标记为暗管 (加样前先用锡箔纸罩上), 置于暗处; 其余各管置于光照培养箱 4 000 lx 日光灯下反应 15 min, 温度为 25℃。反应结束后, 立即置于黑箱终止其反应。以遮光的对照管作为样品的空白 (用校零), 分别在 560 nm 处测定其他各管的吸光度。酶活力以氮蓝四唑 (NBT) 被抑制表示 50% 为 1 个酶活性单位。

计算公式: SOD 酶活性= (Ack-A560) \*V/ (Ack\*W\*Vt\*50%)

式中 Ack-照光对照管在 560 nm 处吸光度值; A560-样品管在 560 nm 处吸光度值; V-提取酶液的总体积; W-提取酶液的植物样品鲜重; Vt-测定时加入酶液的体积。

POD 活性测定: 参照张蜀秋等<sup>[16]</sup>的方法测定 POD 活性, 因只记录吸光值的变化值, 所以不需要对照。反应体系加入 0.1 ml 酶液后, 常温下在 470 nm 波长下测定吸光度。每隔 1 min 测定一次, 共记录 5 个吸光值。酶活力以 1 min 内 A470 变化 0.01 为 1 个酶活性单位 (U)。

计算公式: POD 活性= (ΔA470\*V) / (W\*Vt\*0.01\*t)

式中 ΔA470-反应时间内吸光度的变化值; V-酶液提取的总体积; W-提取酶液的植物样品鲜重; Vt-测定时加入酶液的体积; t 为反应时间。

## 1.3 数据处理

数据采用 Excel 2010 (Microsoft, 美国) 进行数据统计和图形绘制, 采用 SPSS 19.0 (IBM, 美国) 统计软件对结果进行方差分析, 并使用 Duncan 法进行显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 新芽生长情况

三种独蒜兰贮藏 120 d 时, 除了黄花独蒜兰小球及云南独蒜兰中、小球外, 其它新芽均显著伸长。三个等级陈氏独蒜兰假鳞茎低温贮藏 120 d 时新芽均显著伸长; 黄花独蒜兰大球

和中球在贮藏 120 d 时新芽前期有明显的伸长，小球芽有伸长趋势但无明显变化；云南独蒜兰在贮藏 120 d 时，大球新芽较前期有明显伸长，中、小球的新芽亦有伸长趋势，但长度均无明显变化（表 1）。

同种独蒜兰不同规格的假鳞茎芽生长长度有一定差别，种球规格越大，其新芽的平均长度越长，且增长的长度亦越长，在贮藏 120 d 时陈氏独蒜兰大球新芽平均增长 15.30 mm，中球新芽平均增长 9.86 mm，小球新芽平均增长 6.49 cm；黄花独蒜兰大球新芽平均增长 13.91 mm，中球新芽平均增长 11.20 mm，小球新芽平均增长 0.88 cm；云南独蒜兰大球新芽平均增长 14.10 mm，中球新芽平均增长 4.95 mm，小球新芽平均增长 0.62 cm。

表 1 低温贮藏过程新芽生长情况  
Table 1 The growth of new buds during cold storage

贮藏天 数/d	陈氏独蒜兰新芽长度/mm			黄花独蒜兰新芽长度/mm			云南独蒜兰新芽长度/mm		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
0	22.22 ± 2.33 b	18.88 ± 2.57 b	14.72 ± 2.22 b	16.07 ± 2.90 c	15.13 ± 1.93 b	9.47 ± 3.39 a	16.27 ± 3.34 b	11.64 ± 3.15 a	6.37 ± 0.59 a
30	22.21 ± 2.00 b	18.75 ± 3.11 b	14.76 ± 1.46 b	16.38 ± 2.66 c	15.26 ± 2.02 b	9.70 ± 4.32 a	16.79 ± 3.87 b	11.80 ± 4.03 a	6.39 ± 0.60 a
60	23.14 ± 2.11 b	19.48 ± 4.26 b	15.37 ± 1.07 b	18.17 ± 3.89 c	16.23 ± 3.50 b	9.79 ± 6.48 a	19.05 ± 5.30 b	12.55 ± 4.46 a	6.47 ± 1.01 a
90	24.96 ± 2.93 b	20.78 ± 5.09 b	15.91 ± 1.20 b	20.45 ± 6.28 bc	18.05 ± 4.63 b	10.29 ± 8.98 a	21.51 ± 6.58 b	13.19 ± 5.01 a	6.64 ± 1.00 a
120	37.52 ± 10.12 a	28.74 ± 9.99 a	21.21 ± 3.51 a	29.98 ± 14.35 a	26.33 ± 10.00 a	10.35 ± 4.08 a	30.37 ± 11.21 a	16.59 ± 7.63 a	6.99 ± 0.90 a

注：同列数据后附不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。  
Note: Different letters in each column indicate significant difference at  $P < 0.05$  level.

2.2 可溶性蛋白含量

低温贮藏期间陈氏独蒜兰假鳞茎中可溶性蛋白含量不存在差异。云南独蒜兰假鳞茎可溶性蛋白呈上升趋势，处理 120 d 时显著增加达到最大值  $322.85 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ，且显著高于处理 90 d 时的含量。黄花独蒜兰可溶性蛋白含量也呈增加趋势，30 d 时未有明显变化，处理 60 d 开始显著增加、处理 120 d 时达到  $324.08 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

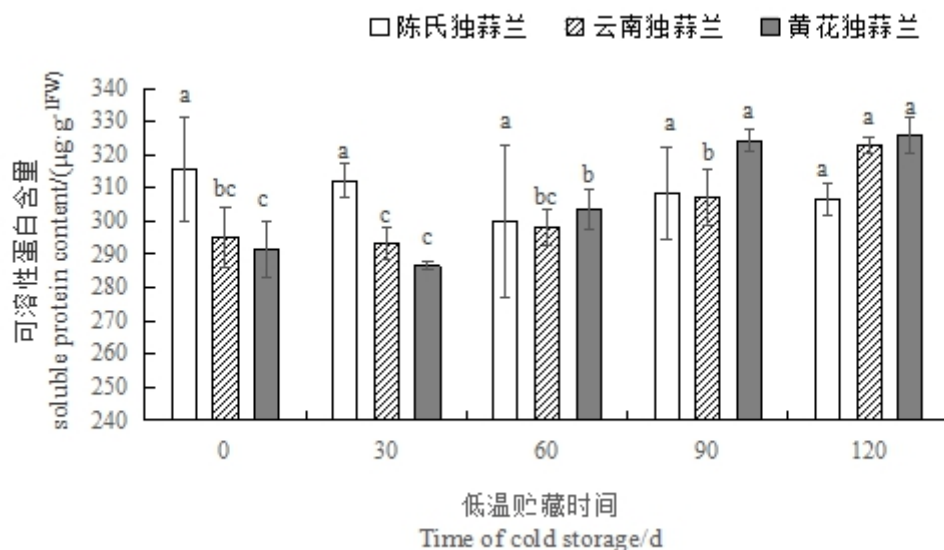


图1 低温贮藏过程可溶性蛋白含量变化

Fig. 1 Changes of soluble protein content during cold storage

145

### 2.3 SOD 含量

陈氏独蒜兰假鳞茎在处理 120 d 时活性为 701.07 U·g<sup>-1</sup>，较未进行低温处理时出现显著降低，前期均未有明显变化。云南独蒜兰假鳞茎 SOD 含量 90 天内无明显变化，120 d 时活性达到最高值 741.93 U·g<sup>-1</sup>，比处理 30 天和 60 天有显著增加，但与处理前并无显著差异。低温贮藏过程中黄花独蒜兰假鳞茎 SOD 活性在 638.47 U·g<sup>-1</sup> 至 697.44 U·g<sup>-1</sup> 范围内浮动，但各时期并无明显差异。

150

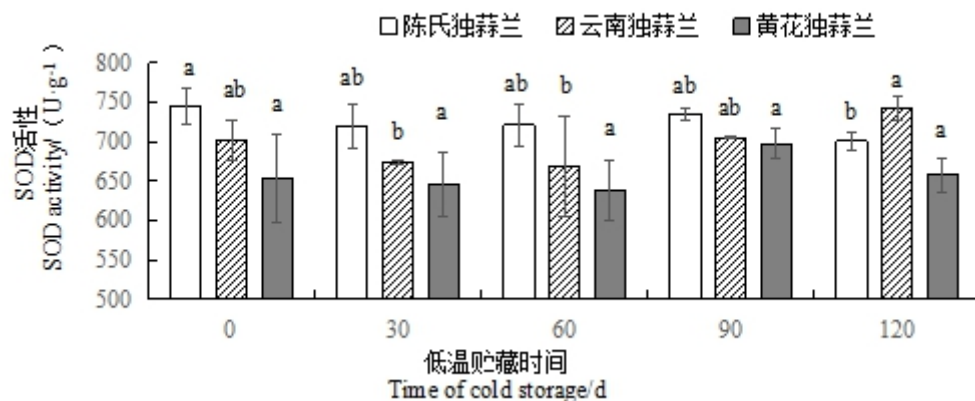


图2 低温贮藏过程 SOD 活性变化

Fig. 2 Changes of SOD activity during cold storage

155

### 2.4 POD 含量

三种独蒜兰假鳞茎 POD 活性均呈现先下降后上升趋势，陈氏独蒜兰假鳞茎处理 60 d 时活性显著下降，处理 90 d 时达到最低值 61.72 U·g<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>，120 d 时活性再升高；云南独蒜兰



处理 30 d 时出现下降, POD 活性达到最低值  $102.99 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , 60 d 时 POD 活性上升达到最高值  $155.31 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , 其它时期无显著差异; 黄花独蒜兰假鳞茎在处理 30 d 时 POD 活性显著下降, 达到最低值  $87.33 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , 60 d 时明显升高, 达到  $214.13 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , 此后保持较高活性。

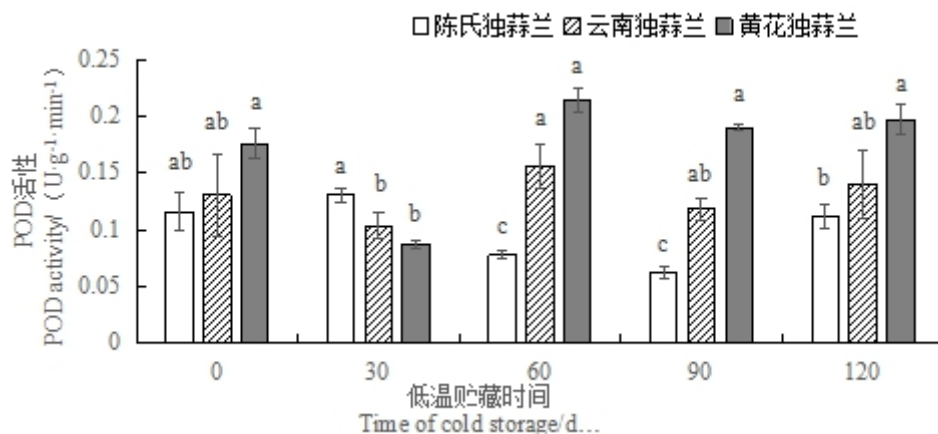


图 3 低温贮藏过程 POD 活性变化

Fig. 3 Changes of POD activity during cold storage

### 3 讨论与结论

#### 3.1 讨论

前人研究表明, 在任何生长季节台湾独蒜兰较大母球所产生的子球也较大, 母球大小对子球上的芽亦有影响, 较大母球产生的芽也较大, 子球从定植到花凋谢后的养分可能全来自于母球, 母球越大, 所能供应子球早期生长的养分也越多, 子球分化出的初期重量也越大<sup>[17]</sup>。5 g 以上的台湾独蒜兰假鳞茎的萌芽速度相仿, 花芽分化率达 100%, 而 5 g 以下, 假鳞茎越小萌芽和展叶越慢, 1.5 g 以下的不具备开花能力, 此外台湾独蒜兰在 5℃ 条件下冷藏 8 周可减少消蕾, 且开花率最高<sup>[18]</sup>。本试验同样发现母球质量对新芽的生长具有明显影响, 假鳞茎平均质量越大则芽更长, 且在相同时间内伸长更长, 表明母球的大小对新芽的生长有明显的影

响, 由此可见母球的营养状况直接影响新芽的伸长和花朵的开放。4℃ 低温条件下三种独蒜兰大部分假鳞茎在贮藏 60-90 d 时开始萌动, 贮藏 120 d 时新芽明显伸长, 因此 4℃ 条件下贮藏 60-90 d 时可将假鳞茎转移出冷库进行栽培。

低温引起植物细胞蛋白质的变化主要表现在可溶性蛋白和酶类的变化, 以及产生抗寒性蛋白<sup>[19]</sup>。可溶性蛋白具有较强的亲水性, 它能明显增强细胞的持水力, 而可溶性蛋白含量的增加可以束缚更多的水分, 减少低温条件下原生质因结冰而受伤害致死的机会<sup>[20]</sup>。也有研究表明, 低温贮藏中鳞茎可溶性蛋白质含量增加是解除休眠的原因之一, 通常鳞片可溶性蛋白质含量越高, 其休眠程度越低, 萌发所需时间越少<sup>[21]</sup>。本试验在低温贮藏后期, 云南独蒜兰和黄花独蒜兰假鳞茎可溶性蛋白有所增加, 此时也是两者芽开始萌动伸长的时间, 因此可能与两者假鳞茎休眠结束, 生理活动不断增强, 贮藏物质转化成可溶性蛋白有关。陈氏独蒜兰假鳞茎中可溶性蛋白并无明显差异, 试验所用的陈氏独蒜兰假鳞茎较另外两种更大, 可能与母球营养状况和不同种类有关, 具体原因还需进一步研究。

陈氏独蒜兰假鳞茎 SOD 活性在 120 d 时有明显下降但前期均较稳定, 可能与前期生理

活动不明显有关。黄花独蒜兰和云南独蒜兰低温贮藏 90 d 时 SOD 活性略有增加, 可能跟两者假鳞茎生理活动增强有关, 在贮藏 90 d 时假鳞茎的新芽开始伸长, 假鳞茎迅速消耗自己的养分, 以供给整个新芽的生长, 假鳞茎的生理活动迅速增加, SOD 的活性也随之增强, 此结果与百合的研究相似<sup>[8]</sup>。3 种独蒜兰的 POD 在贮藏 30-90 d 时均有下降趋势, 此时也是新芽开始萌动的时间。Benkeblia<sup>[22]</sup>研究洋葱的试验相似, 其研究表明 POD 活性的降低与洋葱的萌发一致, POD 活性的降低有利于鳞茎的萌发。王鹏等<sup>[23]</sup>在对马铃薯块茎休眠的研究表明, POD 在块茎休眠时活性较高, 随着休眠的解除和在顶芽萌动后, 其活性迅速下降, 推断 POD 可能是调控马铃薯块茎休眠的关键酶之一。本试验发现三种独蒜兰在 30-90 d 时 POD 活性降低可能促进三种独蒜兰属植物新芽的萌动, 此后 POD 升高可能与新芽生长、假鳞茎生理活动增强, 以清除自由基危害有关。

### 3.2 结论

母球的大小影响新芽的生长, 平均质量越大的母球, 产生的新芽越大, 且生长期芽伸长的更快。三种独蒜兰假鳞茎在 4℃ 低温冷藏 60 d 至 90 d 时芽开始萌动, 陈氏独蒜兰假鳞茎中可溶性蛋白总体略有下降, 但并无明显差异, SOD 活性在处理 120 d 时出现显著降低, 前期均无明显变化。云南独蒜兰和黄花独蒜兰假鳞茎可溶性蛋白呈逐渐增加趋势, SOD 活性无明显变化。三种独蒜兰的 POD 活性均呈现先下降后上升的趋势, 且下降时间与新芽开始萌动时间相近。

### 致谢

感谢美国德州农工大学生命科学推广研究中心 Genhua Niu 教授在论文写作中给予的指导和帮助。

### [参考文献] (References)

- [1] 自莉. 生药山慈菇成分研究(2)[J]. 国外医学中医中药分册, 1997, 19(6): 49-50.
- [2] 李洪林, 付志惠, 杨波. 独蒜兰的离体快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(5): 632.
- [3] 李晖. 台湾一叶兰之生长习性与生产[J]. 台湾省农业试验所特刊第 14 号, 1984: 53-64.
- [4] 滕蕙兰, 李晖, 蔡牧起. 球茎熟度、贮温与贮期对台湾一叶兰开花与碳水化合物含量之影响[J]. 中国园艺. 1985, 31(3): 174-187.
- [5] 李娜. 甘蓝耐抽薹性遗传分析及春化过程中的生理生化指标研究[D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- [6] Pinhero R G, Rao M V, Paliyath G, et al. Changes in activities of antioxidant enzymes and their relationship to genetic and paclobutrazol-induced chilling tolerance of maize seedlings [J]. Plant Physiology, 1997, 114: 695-704.
- [7] Taylor N L, Day D A, Millar A H. Targets of stress-induced oxidative damage in plant mitochondria and their impact on cell carbon/nitrogen metabolism [J]. Journal of Experimental Botany, 2004, 55(394): 1-10.
- [8] 高晓辰. 百合鳞茎发育和冷藏期间生理生化变化的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2002.
- [9] 曾纪晴, 刘鸿先, 王以柔, 等. 黄瓜幼苗子叶在低温下的光抑制及其恢复[J]. 植物生理学报, 1997, 23(1): 15-20.
- [10] Sancho M A, Forchetti S M, Pliego F, et al. Peroxidase activity and isoenzymes in the culture medium of NaCl adapted tomato suspension cells [J]. Plant cell, Tissue and Organ Culture, 1996, 44: 161-167.
- [11] 徐继忠, 史宝胜, 马宝焜, 等. 苹果不同矮砧与其对应中间砧植株 POD、IOD 酶活性的研究[J]. 中国农业科学, 2002, 04: 415-420.
- [12] 刘磊, 刘世琦. 2005. 植物春化作用条件及机理研究进展[J]. 西北农业学报, 14 (2): 178-182.
- [13] Trevaskis B, Hemming M N, Dennis E S, et al. The molecular basis of vernalization-induced flowering in cereals [J]. Trends Plant Science, 2007, 12(8): 352-357.
- [14] Phillip Cribb and Ian Butterfield. The Genus Pleione [M]. Miami: America Orchid Society, 1999.
- [15] 高俊凤. 植物生理学试验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [16] 张蜀秋. 植物生理学实验技术教程[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [17] 刘美蓉. 台湾一叶兰之分化与生长[D]. 台北: 台湾大学, 1982.
- [18] 滕蕙兰. 台湾一叶兰休眠生理之研究[D]. 台北: 台湾大学, 1985.
- [19] 王毅, 杨宏福, 李树德, 等. 园艺植物冷害和抗冷性的研究[J]. 园艺学报, 1994, 21(3): 239-244.
- [20] 沙伟, 刘焕婷, 谭大海, 等. 低温胁迫对扎龙芦苇 SOD、POD 活性和可溶性蛋白含量的影响[J]. 齐齐哈

尔大学学报, 2008, 24(2): 1-4.

[21] 陶贵荣. 低温作用影响鳞茎植物休眠的研究[J]. 西安教育学院学报, 1999, 40(3): 42-44.

240

[22] Benkeblia V, Shiomi N. Chilling effect on soluble sugars, respiration rate, total phenolics, peroxidase activity and dormancy of onion bulbs [J]. Scientia Agricola, 2004, 61(3): 281-285.

[23] 王鹏, 连勇, 金黎平. 马铃薯块茎休眠及萌发过程中几种酶活性变化[J]. 华北农学报, 2003, 01: 33-36.