



# 不同温度对独蒜兰开花和生长的影响

龙聪颖, 邓辉茗, 张筱秋, 李逸楠, 邢 婷, 苏明洁, 蔡仕珍\*

(四川农业大学 风景园林学院, 成都 611130)

**摘 要:** 该研究采用人工温室于 3 种培养温度(20 ℃/15 ℃、15 ℃/10 ℃、10 ℃/5 ℃)条件下, 分析独蒜兰生长开花进程以及假鳞茎中有机物质含量的动态变化。结果表明: (1) 于 20 ℃/15 ℃(模拟原生地开花期自然温度)处理下, 独蒜兰进入初花期的时间比 15 ℃/10 ℃、10 ℃/5 ℃处理下分别提前 24 d 和 53 d, 花期分别延长了 4 d 和 6 d。 (2) 独蒜兰的花色以 10 ℃/5 ℃处理较深, 但该处理中有哑蕾出现。 (3) 老假鳞茎生长开花过程中, 20 ℃/15 ℃处理的淀粉含量呈升高趋势, 15 ℃/10 ℃和 10 ℃/5 ℃处理先升高后降低; 3 种温度处理下, 可溶性糖均在花期含量最高, 且 10 ℃/5 ℃处理下可溶性糖含量、可溶性蛋白含量均保持较高水平。研究认为, 20 ℃/15 ℃和 15 ℃/10 ℃培养温度均有利于独蒜兰的生长和开花; 独蒜兰休眠的假鳞茎不需要经过低温诱导解除休眠, 随着温度上升, 相应的生长发育进程就会启动。

**关键词:** 独蒜兰; 开花; 生长; 有机物质

**中图分类号:** Q944.3; Q948.112<sup>+</sup>.2

**文献标志码:** A

## Effects of Different Temperature Treatments on Flowering and Growth of *Pleione bulbocodioides*

LONG Congying, DENG Huiming, ZHANG Xiaoqiu, LI Yi'nan,  
XING Ting, SU Mingjie, CAI Shizhen\*

(College of Landscape Architecture, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China)

**Abstract:** The experiment was carried out under artificial greenhouse condition to investigate the effects of growth and pseudobulb's organic matter content of *Pleione bulbocodioides* with three temperature treatments(20 ℃/15 ℃, 15 ℃/10 ℃ and 10 ℃/5 ℃). The results showed that: (1) compared with 20 ℃/15 ℃ treatment (simulate the natural temperature of the native place during the flowering period), the early flowering time with 15 ℃/10 ℃ and 10 ℃/5 ℃ treatments were advanced 24 days and 53 days respectively, while the flowering was prolonged 4 days and 6 days respectively. (2) With 10 ℃/5 ℃ treatment, the color of flower was deeper than that of other treatments, while many dumb flower buds were exist. (3) With the process of the old pseudobulb growth, the starch content showed a trend of increase under 20 ℃/15 ℃ treatment, and fall after rise under 15 ℃/10 ℃ and 10 ℃/5 ℃ treatments; Under the three temperature treatments, the maximum of soluble sugar content all appeared in flowering period; Both the soluble sugar and soluble protein were maintained high level under 10 ℃/5 ℃ treatment. Studies had shown that both 20 ℃/15 ℃ and 15 ℃/10 ℃ treatments were favorable to the growth and flowering of *P. bulbocodioides*, while 10 ℃/5 ℃ treatment not. The dormant pseudobulb of *P. bulbocodioides* doesn't need low

收稿日期: 2016-10-29; 修改稿收到日期: 2016-12-06

基金项目: 四川省大学生创新创业训练计划(2015-0451); 四川农业大学大学生创新训练计划(2015-0537)

作者简介: 龙聪颖(1992—), 女, 在读硕士研究生, 主要从事园林植物生理生态及栽培应用研究。E-mail: 594613984@qq.com

\* 通信作者: 蔡仕珍, 高级实验师, 主要从事野生观赏植物驯化、栽培和应用研究。E-mail: 415455088@qq.com

temperature induction break dormancy and would start the corresponding growth process when temperature rises.

**Key words:** *Pleione bulbocodioides*; flowering; growth; organic matter

温度是调节植物由营养生长向生殖生长转变的一个主要因子,也是调节植物成花的重要因素<sup>[1]</sup>。温度通过影响植物体内酶的活性而影响相应的生理生化反应,使植物体内的营养物质及结构物质的含量等产生变化,影响花芽分化和开花。利用温度调控花期在花卉的规模化生产中具有重要意义<sup>[2]</sup>。前人研究发现,通过温度控制风信子<sup>[3]</sup> (*Hyacinthus orientalis* L.)、郁金香<sup>[4]</sup> (*Tulipa gesneriana*)、唐菖蒲<sup>[5]</sup> (*Gladiolus gandavensis* Vaniot Houtt)等球根花卉的促成和抑制栽培,可以有效地调控植物的花期。郑宝强等<sup>[6]</sup>研究表明,卡特兰(*Cattleya hybrida*)花芽未分化期采用 25 ℃/20 ℃温度处理能使花期提前 56 d,而 35 ℃/30 ℃处理开花受到抑制。欧静等<sup>[7]</sup>发现,温度处理也可以使忽地笑(*Lycoris aurea*)提前开花和延长花期。

独蒜兰(*Pleione bulbocodioides*)为兰科独蒜兰属多年生草本植物,原生于高海拔地区,性喜温暖湿润半阴环境,生长于溪涧岩石壁或附生于树上<sup>[8]</sup>。自然花期在 4~5 月,花大而美丽,植株素雅高贵,具有极高的观赏价值<sup>[9]</sup>,是一种优良的园林及盆栽观赏植物。近年来,对独蒜兰的研究仅限于群落特征<sup>[8-9]</sup>、繁殖技术<sup>[9-11]</sup>、假鳞茎化学成分<sup>[12]</sup>等方面,而温度对独蒜兰生理和生长开花方面的影响则未见报道。本研究通过室内土壤盆栽试验,探讨不同的温度条件下,独蒜兰的生长和生理变化以及开花进程,以期对独蒜兰的促成栽培和花期调控提供技术参考,进而推动独蒜兰的引种驯化和产业化进程。

## 1 材料与方法

### 1.1 原生地概况

取材样地位于四川省雅安市龙苍沟风景区(102°49'22"~102°55'56"E,29°31'5"~29°38'55"N),亚热带湿润季风气候区,最高海拔 2 949.6 m,最低海拔 1 460 m,植被类型为亚热带常绿阔叶林,气候温和、雨量充沛,土壤为山地黄壤、黄棕壤、暗棕壤。年均温 12.4 ℃,最冷月 1 月均温-7 ℃,最热月 7 月均温 22 ℃,年降水量 2 300 mm,12 月为降雪期,积雪期为 12 月至次年 3 月,相对湿度 83%。

### 1.2 材料处理

2014 年 10 月下旬,从四川省雅安市龙苍沟风

景区采集带土的假鳞茎直径 2.0 cm 以上的独蒜兰株丛,采集时不损伤根系,带回实验室。每 60 粒种球为一组,分成 3 组,分别栽种于 3 个种植箱(长 40 cm×宽 35 cm×高 10 cm)中,箱内种植前装入 1.0~1.5 cm 深的营养土。独蒜兰属于高山春天开花植物,其开花时最高温度接近 20 ℃,本研究是完全在实验室条件下进行,考虑到独蒜兰原生地的自然条件与人工培养箱的差异较大,生长开花差异较大,同时若以原生地材料为对照,控制条件完全不一样,研究结果缺乏科学性和严谨性,再者试验取材和测试存在困难,从影响独蒜兰生长和开花的主导因子温度出发,20 ℃/15 ℃接近原生地开花时的温度,故以 20 ℃/15 ℃为对照,目的是探讨在冬季低温季节节能培养条件下种植和调控其生长开花的适合温度条件。实验设置 3 个昼/夜温度分别为 20 ℃/15 ℃、15 ℃/10 ℃和 10 ℃/5 ℃的温度处理。将栽植有独蒜兰种球种植箱分别放到 3 个温度梯度的培养箱中,培养箱的光照长度 16 h/黑暗 8 h、光照强度约 3 200 Lx、相对湿度 85%。培养过程中,保证培养室内及土壤的水分供给,使室内空气湿度和空气的流动。培养到假鳞茎开始长根、芽萌动时,每 5 d 浇灌一次营养液(施营养液时注意不要浇到芽上)。当叶芽和花芽长出时,对生长一致的假鳞茎进行编号标记,定株观察。

### 1.3 测定指标与方法

**1.3.1 形态指标和开花进程** 每处理选 20 株定株观察,每隔 2 d 测定独蒜兰叶、花的形态指标,记录开花进程。(1)叶片长和宽生长速率测定:叶片长至 30 mm,测定其长度(叶片基部到叶片顶端的垂直距离)、宽度(叶片中部的水平距离)。(2)花部的形态指标测定:花冠长度为外部花萼片的最大横向长度,宽度为花萼片之间的纵向长度;唇瓣的直径为唇瓣裂片最宽处的距离,长端为唇瓣裂片下基部至顶部的距离,短端为唇瓣裂片上基部至顶部的距离;花茎长至 50 mm 时,开始记录花茎长度(花序基部至花序顶端的垂直距离)。(3)开花进程的观测:单花开放进程中,记录单个植株从培养到现蕾的时间、现蕾到开花的时间及开花到花谢的时间;群体开花进程中,记录现蕾期(有 50%以上的植物现蕾)、初花期(有 10%以上的花朵已经完全开放)、盛花期(有

50%以上的花朵已经完全开放)、衰败期(有 50%以上的花朵已经完全衰败)<sup>[10]</sup>及开花率(开花数/总株数)。单花花期指进入群体花期植株中定株植株的花开到花谢的持续时间,群体花期指群体初花到群体衰败持续的时间。

**1.3.2 生理指标** 在 10 月底进行第一次生理指标的测定,每 2 个月取样 1 次,在独蒜兰长叶现蕾后,1 个月取样 1 次。每个处理从培养箱中随机选择长势一致、无病虫害的 3 个植株,从基质中挖出,洗净,吸干表面水分,切取假鳞茎中间部位进行测定。每处理取 1.0 g 鲜样,淀粉含量的测定采用蒽酮硫酸法<sup>[11]</sup>测定,可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法<sup>[12]</sup>测定,可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 法<sup>[13]</sup>测定。

1.4 数据统计分析

采用 Excel 2010 软件对试验原始数据进行初步计算,用 SPSS 11.0 软件进行单因素方差分析和差异显著性检验(LSD),采用 Excel 2010 绘制相关图表。

2 结果与分析

2.1 温度对独蒜兰开花进程的影响

**2.1.1 群体开花进程** 随处理温度的降低,独蒜兰群体开花进程中的现蕾时间延长,现蕾到初花时间缩短,群体花期缩短(表 1)。其中,在 20 ℃/15 ℃处理下,独蒜兰从培养到蕾期的时间为 98 d,蕾期到初花的时间是 13 d,花期 31 d,它与 15 ℃/10 ℃和 10 ℃/5 ℃处理相比,从培养到蕾期的时间分别缩短了

20 和 52 d,蕾期到初花期时间依次延长了 3 d 和 6 d,而花期则延长了 4 d 和 6 d。同时,20 ℃/15 ℃、15 ℃/10 ℃处理独蒜兰的开花率均达到 100%,而 10 ℃/5 ℃处理开花率仅为 40%;另外,独蒜兰进入初花期、盛花期、衰败期也随着处理温度的降低依次相应推迟,其中,与 20 ℃/15 ℃相比,15 ℃/10 ℃、10 ℃/5 ℃处理进入初花期的时间分别延迟了 23 和 52 d,进入盛花期时间分别延迟了 11 和 40 d,而进入衰败期的时间则分别延迟了 9 和 36 d,说明 20 ℃/15 ℃温度处理可以缩短独蒜兰开花前的栽培时间,促进开花和延长花期。

**2.1.2 单朵花开花进程** 独蒜兰植株单朵花从培养到现蕾时间、蕾期均随处理温度的降低而延长,花期缩短(表 2)。其中,20 ℃/15 ℃处理下从培养到现蕾的时间为 113 d,比 15 ℃/10 ℃、10 ℃/5 ℃处理提前了 16 和 45 d;10 ℃/5 ℃处理下蕾期最长为 17 d,与 20 ℃/15 ℃与 15 ℃/10 ℃处理差异显著( $P<0.05$ )。20 ℃/15 ℃处理下花期比其他 2 个处理长 2 d,但差异不显著( $P>0.05$ )。

2.2 温度对独蒜兰开花质量的影响

**2.2.1 花冠** 花冠尤其是唇瓣为独蒜兰重要的观赏部位。3 种温度处理下(表 3),花冠的长和宽差异不显著,筒状唇瓣的长短和短端以及唇筒的直径差异也不显著( $P>0.05$ ),但 20 ℃/15 ℃处理下的花色在花冠盛开时的颜色比其它 2 个处理略浅。10 ℃/5 ℃处理下,部分植株花蕾败育,部分植株出现花冠不能完全展开的现象(图 1,D)。说明 10 ℃/5 ℃处理不利于植株的正常开花。

表 1 不同温度处理下独蒜兰的开花进程

项目 Item	处理温度 Treatment temperature		
	20 ℃/15 ℃	15 ℃/10 ℃	10 ℃/5 ℃
开始培养时间 Start time (month/day)	10/22	10/22	10/22
培养到蕾期的时间 Time of start time to budding period/d	98.00±1.16 c	118.33±0.88 b	150.67±0.88 a
现蕾期 Budding period (month/day)	1/29~2/03	2/20~2/23	3/24~3/28
蕾期到初花期的时间 Time of budding period to initial flowering period/d	13.00±6.57 a	10.30±1.76 a	7.00±0.00 a
初花期 Initial flowering period (month/day)	2/07~2/14	3/02~3/06	3/31~4/03
盛花期 Full-blossom period (month/day)	3/02~3/06	3/12~3/15	4/10~4/16
衰败期 Fading period (month/day)	3/16~3/20	3/24~3/29	4/20~5/04
花期 Flowering period/d	31±1.20 a	27±0.33 b	25±1.86 b
开花率 Flowering rate/%	100	100	40

注:数据为平均值,差异显著性检验采用 LSD 法,表中同行不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ ),表 2 同  
Note: Date are means in the table, LSD method was used to significant difference, different normal letters within a line indicate significant differences among the temperature treatment( $P<0.05$ ),the same as Table 2

表 2 不同温度处理下独蒜兰的单花开花进程

Table 2 Single flower process of *P. bulbocodioides* under different temperatures

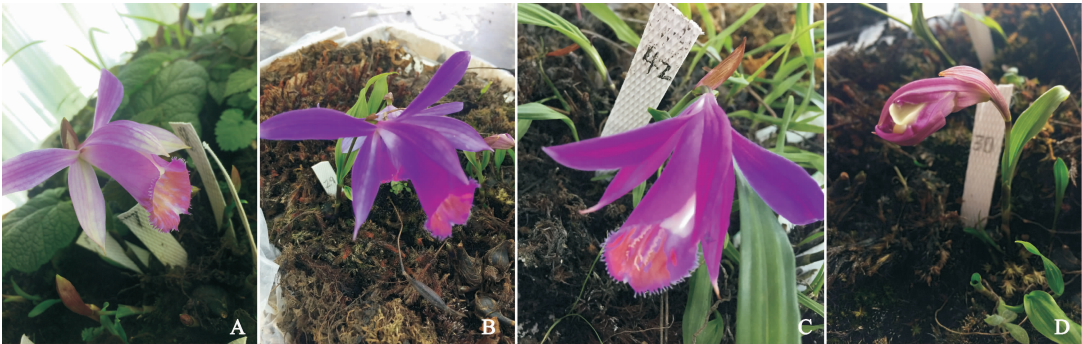
项目 Item	处理温度 Treatment temperature		
	20 ℃/15 ℃	15 ℃/10 ℃	10 ℃/5 ℃
开始培养时间 Start time (month/day)	10/22	10/22	10/22
培养到蕾的时间 Time of start time to budding period/d	113.33±9.53 b	129.33±1.20 b	158.67±2.18 a
现蕾期 Budding period (month/day)	1/26~2/28	2/25~3/01	3/26~4/02
蕾期 Time of budding period/d	13.67±0.88 b	13.00±1.00 ab	17.00±1.55 a
开花 Blooming period (month/day)	2/06~3/11	3/06~3/12	4/10~4/20
花期 Flowering period/d	22±1.77 a	20±2.45 a	20±2.22 a

表 3 不同温度处理下独蒜兰花冠质量

Table 3 Quality of *P. bulbocodioides* crown with different temperature treatment

处理温度 Treatment temperature	花冠 Corolla/mm		唇瓣 Lip/mm			颜色 Color
	长 Length	宽 Width	长端 Length	短端 Short	直径 Diameter	
20 ℃/15 ℃	58.00±1.58 a	47.67±0.88 a	41.71±1.38 b	36.18±0.95 b	21.77±1.92 a	淡紫色 Orchid
15 ℃/10 ℃	60.33±0.88 a	48.00±1.15 a	46.31±0.86 a	40.07±0.95 a	20.49±1.61 a	紫色 Violet
10 ℃/5 ℃	60.66±1.20 a	47.33±1.20 a	43.58±2.39 ab	36.79±1.32 b	18.70±1.90 a	深紫色 Modena

注:数据为平均值,差异显著性检验采用 LSD 法,表中同列不同小写字母表示不同测定日期间差异显著( $P<0.05$ ),下同  
Note: Data are means in the table, LSD method was used to significant difference, different normal letters within a column indicate significant differences among the different data( $P<0.05$ ), the same as Table 4



A~C 分别为 20 ℃/15 ℃、15 ℃/10 ℃和 10 ℃/5 ℃处理,D 显示 10 ℃/5 ℃处理下哑蕾现象  
图 1 不同温度处理下的独蒜兰花朵

A—C stand for treatments with 20 ℃/15 ℃,15 ℃/10 ℃ and 10 ℃/5 ℃, while D stand for dumb buds on 10 ℃/5 ℃ treatment

Fig.1 Flower of *P. bulbocodioides* with different temperature treatments

**2.2.2 花茎** 花茎的长短影响花的观赏价值。由图 2 可知,独蒜兰花茎的生长在 20 ℃/15 ℃和 15 ℃/10 ℃处理下其生长曲线比较平缓,而 10 ℃/5 ℃处理的曲线比较陡峭,各测定时间点的数值均以 20 ℃/15 ℃处理最小,略低于 15 ℃/10 ℃处理,10 ℃/5 ℃处理数值显著高于前二者。10 ℃/5 ℃处理下花茎比 20 ℃/15 ℃、15 ℃/10 ℃处理延迟约 6 d 停止生长,且最长长度达到 160 mm,为前二者的 2 倍。

**2.2.3 叶生长** 独蒜兰叶片呈近倒披针形,其叶长和叶宽的生长曲线见图 3。其中,在 3 种处理温度下,以 10 ℃/5 ℃处理的叶长和叶宽曲线较陡峭,且

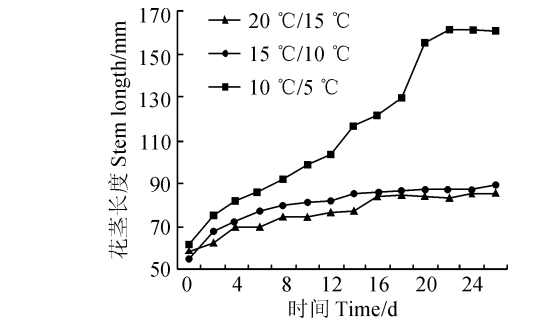


图 2 不同温度下独蒜兰花茎长度的生长曲线  
Fig.2 Growth curve of the stem length of *P. bulbocodioides* under different temperatures  
比 20 ℃/15 ℃和 15 ℃/10 ℃处理提前 4 d 左右达

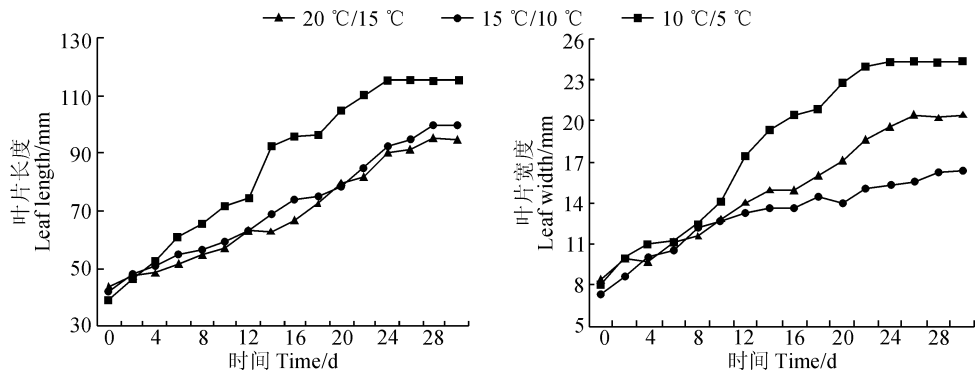


图 3 不同温度下独蒜兰叶片长度和宽度的生长曲线

Fig. 3 Growth curves of leaf length and width of *P. bulbocodioides* under different temperatures

表 4 不同温度处理独蒜兰假鳞茎内有机物含量变化

Table 4 Changes of different temperature treatments on organic substance contents of <i>P. bulbocodioides</i> pseudobulb									
测定日期 Measurement date/ (year-month)	淀粉含量 Starch content/%			可溶性糖含量 Soluble sugar content/(mg/g)			可溶性蛋白质含量 Soluble protein content/(mg/g)		
	20 °C/15 °C	15 °C/10 °C	10 °C/5 °C	20 °C/15 °C	15 °C/10 °C	10 °C/5 °C	20 °C/15 °C	15 °C/10 °C	10 °C/5 °C
2014-10	0.917±0.066 e	0.907±0.061 f	1.184±0.112 e	5.539±0.046 d	5.765±0.086 e	5.528±0.058 e	0.071±0.039 b	0.075±0.011 d	0.088±0.031 e
2014-12	2.480±0.153 d	2.159±0.066 e	1.290±0.103 e	3.789±0.334 e	4.350±0.306 d	4.589±0.091 d	0.085±0.021 b	0.057±0.005 d	0.039±0.005 f
2015-2	3.253±0.219 e	2.983±0.195 d	1.965±0.305 d	6.407±0.214 c	5.917±0.179 e	6.959±0.259 b	0.147±0.023 a	0.171±0.018 c	0.434±0.069 b
2015-3	4.451±0.306 b	4.980±0.317 c	3.345±0.427 c	10.048±0.783 a	7.548±0.359 a	5.713±0.641 c	0.096±0.006 b	0.320±0.61 a	0.509±0.028 a
2015-4	5.568±0.125 a	6.207±0.688 a	7.110±0.372 a	7.084±0.159 b	6.941±0.136 b	6.962±0.076 a	0.151±0.095 a	0.158±0.011 c	0.127±0.026 d
2015-5	萎蔫 Wilt	5.607±1.061 b	5.469±1.498 b	萎蔫 Wilt	4.136±0.154 d	5.385±0.125 c	萎蔫 Wilt	0.192±0.065 b	0.254±0.020 c

到最大叶长和叶宽,且叶片的长和宽数值也均明显大于后二者,而后二者差异不明显( $P>0.05$ )。

2.3 温度对独蒜兰老假鳞茎内有机物质含量的影响

淀粉是植物体内重要的贮藏物质。表 4 显示,20 °C/15 °C 处理下,老假鳞茎内淀粉含量呈升高趋势,而 15 °C/10 °C 和 10 °C/5 °C 处理下呈先升高后降低趋势,峰值均出现在 4 月。在老假鳞茎萌芽发育过程中,20 °C/15 °C 和 15 °C/10 °C 处理下老假鳞茎可溶性糖含量均呈先下降后上升再下降趋势,峰值均出现在 3 月,而 10 °C/5 °C 处理下可溶性糖含量呈升降升降升降趋势,主峰值在 4 月。3 个处理的可溶性糖均在花期含量最高。20 °C/15 °C 处理下 5 月假鳞茎萎蔫,营养已经耗尽,15 °C/10 °C 和 10 °C/5 °C 假鳞茎依然在为新鳞茎和新植株的生长提供营养。可溶性蛋白质是植物体内重要的结构物质和营养物质。3 种温度处理下独蒜兰老假鳞茎内可溶性蛋白质变化基本一致,在培育初期变化缓慢,后快速升高再下降,最后缓慢上升。20 °C/15 °C 在蕾期及花谢后可溶性蛋白质含量较高,15 °C/10 °C 和 10 °C/5 °C 分别在花期和蕾期前达峰值,10 °C/5 °C 处理最高为 0.509 mg/g,是 20 °C/15 °C 峰值的 2.2 倍。

3 讨 论

假鳞茎是独蒜兰贮藏营养的重要器官。独蒜兰假鳞茎的换代更新一般是一个老鳞茎只能更新为一个新鳞茎,且一年更新一次,如果连续几年花后授粉不成功或者没有其它因素如干旱等的干扰,其假鳞茎通常一年比一年大。材料来源地自然条件下,独蒜兰的生长和新老假鳞茎的更替规律如下:4 月底至 5 月,独蒜兰假鳞茎下位的新芽开始萌动,抽薹开花和长叶,叶片在花期尚幼小。花谢后,叶片快速生长,新芽基部膨大形成新的假鳞茎,老假鳞茎逐渐萎焉。新鳞茎经过一个生长季节的生长,9~10 月,新鳞茎发育成熟,并在鳞茎上形成一个新芽。10 月后温度降低,叶枯而落,假鳞茎进入休眠,来年温度上升时,抽薹开花,进入下一个生长季节。

温度是影响植物开花的重要环境因子。前人研究表明,唐菖蒲<sup>[7]</sup>、百合<sup>[13-14]</sup> (*Lilium* spp.) 等球根类花卉需要低温诱导才能解除休眠,进入生长阶段,而部分植物<sup>[15]</sup> 需要 25~30 °C 高温处理才有利于缩短花前成熟期。对于兰科植物而言,温度是花芽形成和花发育的关键因素<sup>[16]</sup>。独蒜兰的自然花期 4~5 月。本研究发现,20 °C/15 °C 和 15 °C/10 °C 处理独蒜兰花期分别提前到 2、3 月,表明独蒜兰开花不需经过低温诱导解除休眠,在自然条件下的冬季低

温休眠是一种被动式休眠,一旦温度上升,相应的生长发育进程就会启动,生产上可以利用这种习性,通过温度调节而调节生长发育进程和调控花期,达到促成或抑制裁培的目的。在 10℃/5℃处理下独蒜兰能够存活,也能形成花蕾,但开花受阻,出现花败育和哑蕾现象,开花率仅 40%,但此温度下独蒜兰花茎长且硬,叶面积大、叶片生长速率快,这可能与花朵败育导致假鳞茎贮藏的营养物质优先供给到花茎、叶器官相关,与独蒜兰长期适应高山冷凉环境是分不开的,同时也表明独蒜兰植株有较强的低温忍耐能力。实验中还发现,独蒜兰的花茎在蕾期生长至花期时一般会暂时停止长长,此时花茎均不会太高,若花朵授粉不成功,则花茎永久停止生长,若授粉成功,在果期会再度长高。一般不结实植株的子代假鳞茎的生长速度和质量均优于结实植株。这种花茎生长方式可能是独蒜兰将假鳞茎中贮藏的营养物质优先分配到最有利于其更新和繁衍的器官的分配机制相关。

淀粉作为假鳞茎的一种能量贮存物质,在维持鳞茎碳水化合物供需平衡中起着重要作用<sup>[17]</sup>,为假鳞茎萌发和生长过程中的代谢活动提供能源<sup>[18]</sup>。

参考文献:

[1] 鲜小林,陈睿. 温度与光强对高山杜鹃催花期间花芽营养物质积累的影响[J]. 西北植物学报, 2015, **35**(5): 991-997.  
XIAN X L, CHEN R. Effects of different temperatures and light intensities on nutrients in *Rhodoendron hybrides* forcing [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2015, **35**(5): 991-997.

[2] 王磊,汤庚国,刘彤,等. 球根花卉花期调控的研究进展[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2004, **28**(1): 66-70.  
WANG L, TANG G G, LIU T, *et al.* The research advance of flowering time regulator in bulb flowers[J]. *Journal of Nanjing Forestry University* (Natural Sciences Edition), 2004, **28**(1): 66-70.

[3] 刘建敏,耿凤梅,魏洪杰. 风信子的栽培与花期调控技术[J]. 北方园艺, 2007, (3): 124-125.  
LIU J M, GENG F M, WEI H J. Cultivation and flowering regulation technology of *Hyacinthus orientalis* L. [J]. *Northern Horticulture*, 2007, (3): 124-125.

[4] 梁顺祥,唐道城,王玉花,等. 温度和时间对郁金香种球芽发育及切花品质的影响[J]. 青海大学学报(自然科学版), 2007, **25**(3): 6-10.  
LIANG S X, TANG D C, WANG Y H, *et al.* Effects of time and temperature on bud development and flowering quality of Tulip bulbs[J]. *Journal of Qinghai University* (Nature Sci-

在发育过程中百合母鳞茎内淀粉先降低以供应初期生长,后上升,在地上部枯萎后达最大<sup>[19]</sup>。在植株开花过程中,老假鳞茎内代谢性养分可溶性糖的幅度供给可以加速花的开放<sup>[20]</sup>。在贮藏过程中淀粉与可溶性糖之间存在此消彼长的关系<sup>[21-22]</sup>。本实验中,从休眠到开花,独蒜兰老假鳞茎内淀粉含量一直不断增加,在花期后下降,而可溶性糖含量则呈先下降,蕾期上升,花期达最大值,花期降低趋势,淀粉和可溶性糖之间没有明显的此消彼长关系,这可能与独蒜兰假鳞茎特殊的更新换代机制有关。老假鳞茎内的营养物质在花期和花后新鳞茎快速生长期大幅度被消耗,以供应开花和新鳞茎的生长,与前人<sup>[20]</sup>研究结论一致。可溶性糖与可溶性蛋白质是植物细胞内重要的渗透调节物质<sup>[23]</sup>,在低温胁迫下,很多植物体内会积累可溶性糖、可溶性蛋白质等渗透调节物质以适应寒冷,保护体内组织免受伤害<sup>[24]</sup>。本实验条件下,10℃/5℃处理的独蒜兰假鳞茎内可溶性糖含量、可溶性蛋白含量均保持较高水平,结合该处理下有花苞不能正常开花的现象,推测可能是独蒜兰在此温度下的保护性调节反应。

ence), 2007, **25**(3): 6-10.

[5] 孙延智,义鸣放. 贮藏温度对唐菖蒲球茎打破休眠和萌芽的影响[J]. 河北农业大学学报, 2004, **27**(5): 46-50.  
SUN Y Z, YI M F. Influence of storing temperatures on breaking corm dormancy and germination of *Gladiolus* [J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2004, **27**(5): 46-50.

[6] 郑宝强,王雁,彭镇华,等. 不同温度处理对杂种卡特兰开花的影响[J]. 北京林业大学学报, 2011, **33**(1): 155-158.  
ZHENG B Q, WANG Y, PENG Z H, *et al.* Effects of different temperature treatments on flowering of *Brassolaelio Cattleya* Sung Ya Green\*Green World\* [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2011, **33**(1): 155-158.

[7] 欧静,韦小丽,雷德宇,等. 不同贮藏温度和时间对忽地笑花期的影响[J]. 西南农业学报, 2011, **24**(4): 1 508-1 511.  
OU J, WEI X L, LEI D Y, *et al.* Effect of different storage temperature and days on flowering period of *Lycoris aurea* [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2011, **24**(4): 1 508-1 511.

[8] 吴沙沙,周育真,兰思仁,等. 福建省台湾独蒜兰分布及居群特征[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2014, **43**(4): 379-384.  
WU S S, ZHOU Y Z, LAN S R, *et al.* Distribution of *Pleione formosana* Hayata in Fujian Province and its population char-

- acteristics[J]. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University* (Natural Science Edition), 2014, **43**(4): 379-384.
- [9] 吴沙沙, 周育真, 李淑娟, 等. 台湾独蒜兰种群动态与繁殖方式研究[J]. 福建林学院学报, 2014, **34**(4): 297-303.  
WU S S, ZHOU Y Z, LI S S, *et al.* Population dynamics and reproductive modes of *Pleione formosana* Hayata[J]. *Journal of Fujian College of Forestry*, 2014, **34**(4): 297-303.
- [10] 杨友联, 刘作易, 朱国胜. 独蒜兰种子共生萌发研究[J]. 微生物学通报, 2008, **35**(6): 909-912.  
YANG Y L, LIU Z Y, ZHU G S. Study on symbiotic seed germination of *Pleione bulbocodioides* (Franch) Rolfe[J]. *Microbiology*, 2008, **35**(6): 909-912.
- [11] 胡晓丽, 成倩, 王莹莹, 等. 秋花独蒜兰原球茎液体快速增殖和分化培养研究[J]. 四川大学学报(自然科学版), 2009, **46**(2): 503-508.  
HU X L, CHENG Q, WANG Y Y, *et al.* Rapid PLBs proliferation and regeneration in liquid culture of *Pleione maculata* Lindl[J]. *Journal of Sichuan University* (Natural Science Edition), 2009, **46**(2): 503-508.
- [12] 刘新桥, 万定荣, 袁桥玉. 中药独蒜兰的化学成分[J]. 中国医院药学杂志, 2011, **31**(19): 1 649-1 650.  
LIU X Q, WAN D R, YUAN Q Y. Chemical constituents of the herb of *Pleione bulbocodioides* (Franch) Rolfe[J]. *Chinese Journal of Hospital Pharmacy*, 2011, **31**(19): 1 649-1 650.
- [13] 宁云芬, 龙明华, 叶明琴. 不同低温处理对百合鳞茎萌芽及花期的影响[J]. 北方园艺, 2010, (13): 69-72.  
NING Y F, LONG M H, YE M Q. Effect of different low temperature treatments on germination and flowering stage of *Lilium* spp[J]. *Northern Horticulture*, 2010, (13): 69-72.
- [14] 周晓音, 王路永, 沈洪涛, 等. 切花百合鳞茎低温处理效应初探[J]. 浙江农业科学, 2001, (5): 240-242.  
ZHOU X Y, WANG L Y, SHEN H T, *et al.* A preliminary study on the effect of low temperature treatment on bulb of *Lilium* spp[J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2001, (5): 240-242.
- [15] 盛爱武, 刘 念, 张施君, 等. 温度调控对南岭莪术根茎开花与花芽分化的影响[J]. 中国农业科学, 2011, **44**(2): 379-386.  
SHENG A W, LIU N, ZHANG S J, *et al.* Effects of temperature regulation on flowering and bud differentiation of *Curcuma kwangsiensis* var *nanlingensis* N. Liu et X. Y. Ma Rhizomes[J]. *Scientia Agriculture Sinica*, 2011, **44**(2): 379-386.
- [16] 黄国林, 肖远志, 李卫东, 等. 兰花花期调控研究进展[J]. 湖南农业科学, 2015, (5): 146-148, 151.  
HUANG G L, XIAO Z Y, LI W D, *et al.* Research progress in the regulation of orchid flowering[J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2015, (5): 146-148, 151.
- [17] 王 存, 尹俊梅, 杨光穗, 等. 黄花美冠兰花芽分化过程中假鳞茎的代谢特征研究[J]. 热带作物学报, 2015, **36**(3): 546-550.  
WANG C, YIN J M, YANG G S, *et al.* Study on metabolic characteristics of Pseudobulbs of *Eulophia flava* during the floral bud differentiation[J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2015, **36**(3): 546-550.
- [18] 刘 芳, 田忠平, 蔡英杰, 等. 细叶百合低温解除休眠过程中鳞茎细胞淀粉粒及花芽分化的变化[J]. 草业学报, 2015, **24**(9): 154-162.  
LIU F, TIAN Z P, CAI Y J, *et al.* Change in starch grains and flower bulb differentiation of *Lilium pumilum* bulbs during breaking of dormancy under refrigerated conditions[J]. *Acta Prataculturae Sinica*, 2015, **24**(9): 154-162.
- [19] 郭 燕, 董 丽, 刘 春. 盆栽百合鳞茎发育与碳水化合物变化的关系[J]. 河南农业科学, 2012, **41**(5): 117-120.  
GUO Y, DONG L, LIU C. The Relationship between development of bulb and changes of carbohydrates of Pot Lily[J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2012, **41**(5): 117-120.
- [20] 夏宜平, 郑慧俊, 黄春辉, 等. 东方百合鳞茎更新发育的碳同化物积累与分配[J]. 核农学报, 2006, **20**(5): 417-422.  
XIA Y P, ZHENG H J, HUANG C H, *et al.* Accumulation and distribution of  $^{14}\text{C}$ -photosynthate during bulb development of *Lilium oriental* hybrid[J]. *Journal of Nuclear Agriculture Sciences*, 2006, **20**(5): 417-422.
- [21] 孙红梅, 李天来, 李云飞. 不同贮藏温度下兰州百合种球淀粉代谢与萌发关系初探[J]. 园艺学报, 2004, **31**(3): 337-342.  
SUN H M, LI T L, LI Y F. Starch metabolism and sprouting of Bulb in *Lilium davidii* var *unicolor* stored at different cold temperatures[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2004, **31**(3): 337-342.
- [22] 王中轩, 杨 森, 杜运鹏, 等. ‘黄天霸’百合鳞茎低温解除休眠过程中形态和生理的变化[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2013, **42**(1): 29-34.  
WANG Z X, YANG S, DU Y P, *et al.* Changes of morphological and physiological indexes during low temperature storage for the bulbs of *Lilium* OT hybrids ‘Manissa’ [J]. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University* (Natural Science Edition), 2013, **42**(1): 29-34.
- [23] 杨华庚, 杨重法, 陈慧娟, 等. 蝴蝶兰不同耐热性品种幼苗对高温胁迫的生理反应[J]. 中国农学通报, 2011, **27**(2): 144-150.  
YANG H G, YANG Z F, CHEN H J, *et al.* Response of physiology of phalaenopsis cultivars with different heat tolerance to high temperature stress at seedling stage[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2011, **27**(2): 144-150.
- [24] 张 凯, 慕小倩, 孙晓玉, 等. 温度变化对油菜及其伴生杂草种苗生长和幼苗生理特性的影响[J]. 植物生态学报, 2013, **37**(12): 1 132-1 141.  
ZHANG K, MU X Q, SUN X Y, *et al.* Effects of temperature change on seed germination, seedling growth and physiological characteristics in rape and companion weeds[J]. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2013, **37**(12): 1 132-1 141.

(编辑: 裴阿卫)