

高温贮藏对生态休眠期中国水仙的影响

叶如梦, 姚婷婷, 魏弋莘, 潘东明* (福建农林大学园艺产品贮运保鲜研究所, 福建福州 350002)

摘要 [目的]探究高温贮藏能否抑制中国水仙种球的物质消耗, 延后中国水仙的花期。[方法]以室温贮藏的种球和高温(30 ℃)贮藏处于生态休眠期的中国水仙3年生种球为试验材料, 对比分析其重量、贮藏形态及定植后分蘖数、叶长、叶宽、花朵数、花朵开放时间等相关生长指标。[结果]高温贮藏可缩小中国水仙种球贮藏前后表观形态差异, 延长其生态休眠的进程; 与室温贮藏相比, 高温贮藏使中国水仙种球的观赏期延后近2个月。[结论]该研究为中国水仙的抑制栽培提供了借鉴。

关键词 中国水仙; 温度; 贮藏; 休眠

中图分类号 S682.2⁺1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)07-0046-05

Effects of High-temperature Storage on *Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* Roem. in Ecological Dormant

YE Ru-meng, YAO Ting-ting, WEI Yi-xin et al (Institute of Storage Science and Technology of Horticultural Products, Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract [Objective] To explore whether the high temperature storage could inhibit material consumption during the ecological dormant time of *Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* Roem., and to postpone the flowering phase of *N. tazetta*. [Method] With bulb stored at room temperature and the three-year-old bulb at Ecological Dormant stored at high temperature (30 ℃) as the test materials, comparative analysis was carried out on bulb weight, storage form, tiller number, leaf length and width, flower number, flowering time and other correlated growth index. [Result] High-temperature storage could make *N. tazetta* keep the same modality, and delay the progress of its ecological dormancy. Compared with room-temperature storage, high-temperature storage delayed the ornamental period of *N. tazetta* bulb for near 2 months. [Conclusion] This research provided references for the inhibiting cultivation of *N. tazetta*.

Key words *Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* Roem.; Temperature; Storage; Dormancy

中国水仙(*Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* Roem.)为多花水仙(*Narcissus tazetta*)的一个变种, 花香怡人、花色雅秀, 为我国“十大名花”之一, 具有极高的观赏价值、药用价值和经济价值^[1-3]。属典型的球根类花卉, 具冬春开花、夏季休眠特性, 休眠期从春末一直延续到当年的8月初^[4]。球根类花卉的休眠属植物休眠的一大类, 指植物生长极为缓慢或分生组织活动停止的一种现象, 是其为了适应外界不良环境条件, 长期演化出的具有自身保护性的生物学特性, 由环境条件和内源各种信号转导网络共同调节^[5-8]。根据休眠的深度和原因, 分为强迫休眠/生态休眠和生理休眠, 生态休眠是环境条件不适宜引起的, 即植物具有生长发育的特性而缺乏生长所需的水分、土壤等环境条件, 生理休眠是由于植物自身的原因, 不会因环境改变而改变^[9-10]。中国水仙在自然环境下, 每年5—9月完成生理休眠及花芽分化过程^[11]。因其最适宜生长的温度为10~18 ℃, 所以生产上常在10月下旬进行栽种, 观赏期集中于次年的1—2月^[12-13]。为错开其观赏期, 使花卉周年供应, 前人做了许多相关研究, 其中最重要的措施是通过对中国水仙的花期调控。即通过人为的改变环境条件或利用适当的栽培措施促使花卉提前开花的促成栽培和使其花期延后的抑制栽培的一项技术^[14]。

如对多花水仙提早起球并经一定高温和烟熏处理或乙烯气浴将花期提前至9—10月, 通过先低温贮藏种球后高温贮藏的方法使其在8—10月开花^[15-17]; 适当雕刻水仙种球, 或利用适宜浓度赤霉素处理使花期提前^[18-19]。然而, 前人的研究仍存在一定不足, 即都只侧重于中国水仙的促成栽培,

对中国水仙抑制栽培的研究相对较少, 仅有的报道是通过调控开花期间环境的温度和追肥使花期延长10 d左右^[18], 这远不能解决中国水仙观赏期过于集中这个问题。

因此, 探究一种延长中国水仙花期的技术尤为重要。研究发现, 温度作为一种重要的环境因子, 无论在中国水仙生长期还是休眠期都占主导作用^[6, 11]。一定程度的高温能抑制其生理代谢, 促使其休眠, 当月均温高于25 ℃时, 中国水仙不能正常生长, 处于休眠状态^[12, 20]; 休眠期适当的高温, 会促进水仙花芽分化的启动, 而当其解除休眠后, 高温会抑制花芽的分化^[15]; 30 ℃高温处理贮藏前期的水仙种球使中国水仙的休眠程度加深, 并且定植后的发芽时间也会随之延后, 而在一定的低温(15 ℃)贮藏下, 种球休眠时间会延缓或者休眠程度会下降^[6]; 在种球休眠解除后, 用一定的低温(18 ℃)处理的种球较高温(29 ℃)处理的种球先开花^[15]。综上所述, 高温对中国水仙的生长有延缓作用, 并对休眠有促进作用。能否通过一定高温贮藏的方法来延缓水仙的生长和代谢消耗、延迟花期的相关研究还未见报道。

根据高温延缓中国水仙生长这一现象, 笔者将正处于生态休眠期的三年生中国水仙种球置于30 ℃高温贮藏, 并以其为试验组, 室温贮藏为对照组, 探究高温贮藏能否抑制中国水仙种球的代谢消耗, 并推迟中国水仙的花期, 以填补中国水仙抑制栽培的试验空白, 为后人探究中国水仙的抑制栽培提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为三年生中国水仙种球, 品种为“金盏银台”, 于2015年11月购于福建漳州龙海市九湖镇田中央村。此时的水仙种球已完成了花芽分化并且处于生态休眠期。

1.2 材料处理 选取大小相近、无病虫害、无残缺的种球于

2015 年 12 月 1 日进行处理,除去种球上一年生和二年生的侧鳞茎;将种球随机分成 2 组,即试验组和对照组,对其进行随机编号排序,称量记录每个种球的初始重量。将对照组中国水仙种球置于室温条件贮藏,试验组置于人工气候箱(MGC-350HPY、光照 12 h、30 ℃、相对湿度 40%)内贮藏。

2016 年 3 月 15 日,即处理 105 d 后从 2 组处理各取 15 个种球依次种植于相同自然环境下,定期浇水,保证 2 组除种植种球处理不同外,其他条件相同。待到 2 组处理在自然环境条件下都不能进行生长时,即 5 月中旬时将 2 组各取种球 15 个定植于人工气候箱(MGC-350HPY、光照 12 h、25 ℃、相对湿度 50%)中观察。

1.3 试验方法

1.3.1 不同贮藏条件鳞茎重量变化对比。从 2015 年 12 月 1 日开始,记为第 0 次取样,以后每隔 15 d 进行 1 次取样,依序称量 15 个种球重量并记录。对 2 组处理前后每个种球重量的变化进行对比并作图。将 2 组处理种球每次取样重量的平均值减去初始重量的平均值再除以后者,得到的结果以百分数的形式显示,即得出 2 组处理种球失重速率的差异。

1.3.2 不同贮藏条件种球形态对比。通过处理后后期随机取样拍照进行对比。

1.3.3 定植后生长状态对比。待种球定植后全部花苞都显现时,用刻度为 0.1 cm 的直尺测量每棵水仙植株主芽及带花侧芽的叶长(鳞茎顶端苞片边缘至叶尖的长度)、叶宽(叶片最宽处宽度)、花茎长(鳞茎顶端苞片边缘至子房节点处的长度)、花葶长(子房节点处到花茎与花茎节点处长度)。并记录每个种球侧鳞茎数目、总叶片数、花朵数及定植日期到开花日期所需时间。

1.4 数据分析 采用 Excel 2007 和 SPSS 软件进行数据录入和作图分析。

2 结果与分析

2.1 高温贮藏对中国水仙种球重量的影响 由图 1 可知,2 组处理种球重量变化曲线波动都较大,且均为下降趋势,高温处理种球重量下降幅度比室温大。进一步比较种球失重速率得到图 2,结果显示 2 组处理种球失重速率变化幅度区别显著,试验组的失重速率大于对照组,且都呈现上升趋势。在处理 160 d 时,2 组处理水仙种球失重速度相等。

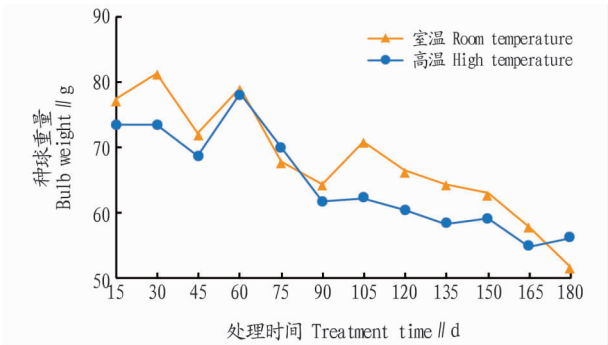


图 1 2 组处理水仙种球重量变化趋势

Fig.1 Change trend of *N. tazetta* bulb weight in two treatments

2.2 高温贮藏对中国水仙种球表现形态的影响 处理135 d

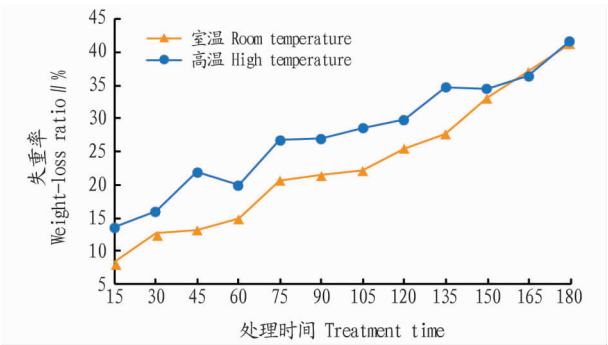
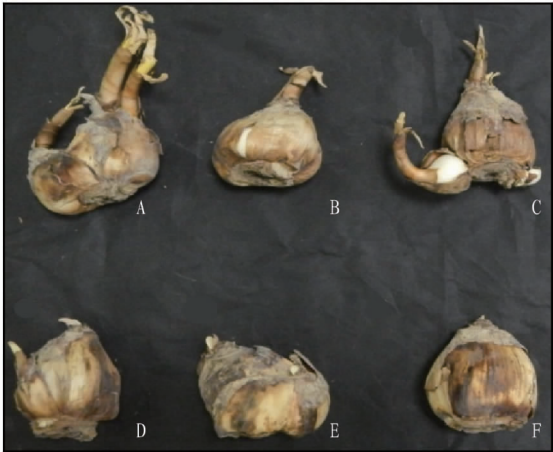


图 2 2 组处理水仙种球失重率变化趋势

Fig.2 Change trend of weight-loss ratio of *N. tazetta* bulb in two treatments

后,2 组处理中国水仙种球的形态进行了对比(图 3)。室温贮藏的水仙种球在贮藏期间仍有叶片生长的迹象,而高温贮藏的种球基本保持了贮藏前的形态,叶芽在贮藏过程中未生长。因此,高温在一定程度上抑制了中国水仙种球的生态休眠进程。



注:A、B、C 为对照组;D、E、F 为试验组

Note:A,B and C were control groups;D,E and F were test groups

图 3 贮藏后期水仙种球的形态差异

Fig.3 Morphological difference of *N. tazetta* bulbs at late storage period

2.3 高温贮藏对中国水仙种球定植后相关生理指标的影响

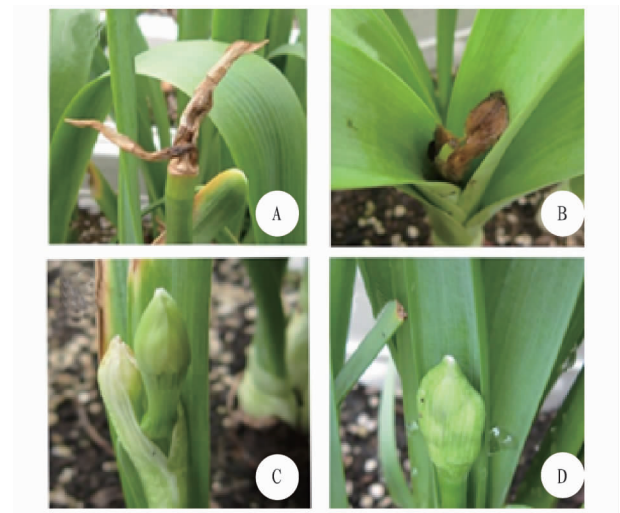
2.3.1 高温贮藏对开花时间及数量、花苞形态和叶片数的影响。由表 1 可知,对照组从定植到初花所需时间较短,即高温贮藏延长了中国水仙定植到初花的时间。2 组处理样品定植后初花到盛花的时间不变。随着处理时间的延长,对照组种球长出的花朵数明显减少,处理 135 d 后对照组定植的水仙植株能正常营养生长,但花朵不能正常开放,花苞枯萎或者腐烂(图 4),而试验组仍能正常生长并开花。4 月 29 日定植的水仙种球,对照组失去生长能力,试验组仍能正常生长并开花,但花朵数减少。5 月 14 日定植的 2 组处理种球在自然环境条件下叶片与花均失去生长能力。此时定植外界的环境较高,对试验结果有一定影响。因此,取 2 组处理各 15 个种球定植于 25 ℃培养箱中,结果显示对照组仍不生长,试验组营养生长正常,但抽出的花梗不能正常开花。图 5 对

比试验组种球定植初期和后期花苞形态,得出试验组在定植前期花器官发育正常,定植后期花器官才逐渐坏死。

表 1 2 组处理种球定植后相关指标比较
Table 1 Comparison of the related indices of two treatments of bulbs after planting

定植日期 Planting date	处理时间 Treatment time d	常温 Room temperature				高温 High temperature			
		定植到初花时间 Period from planting to initial flowering//d	定植到盛花时间 Period from planting to full blooming//d	时间间隔 Interval d	花朵数 Flower number 朵	定植到初花时间 Period from planting to initial flowering//d	定植到盛花时间 Period from planting to full blooming//d	时间间隔 Interval d	花朵数 Flower number 朵
03-15	105	17(04-01)	25(04-08)	8	188	26(04-19)	34(04-27)	8	169
03-30	120	15(04-14)	23(04-21)	8	38	21(04-20)	30(04-29)	9	103
04-14	135	—	—	—	—	30(05-14)	38(05-22)	8	141
04-29	150	—	—	—	—	30(05-29)	39(06-07)	9	61
05-14	165	—	—	—	—	—	—	—	—

注:括号内数据表示测量记录日期,时间间隔为初花到盛花期时间间隔,花朵数为样品总花朵数
Note:Data in the bracket were date of measurement;interval was the interval from initial flowering to full blooming;flower number was the total flowers of sample



注:A、B 为室温贮藏组;C、D 为高温贮藏组
Note:A and B were room-temperature storage group;C and D were high-temperature storage group

图 4 2 组处理种球定植后期花苞形态比较
Fig. 4 Morphological comparison of buds of two treatments in late planting stage

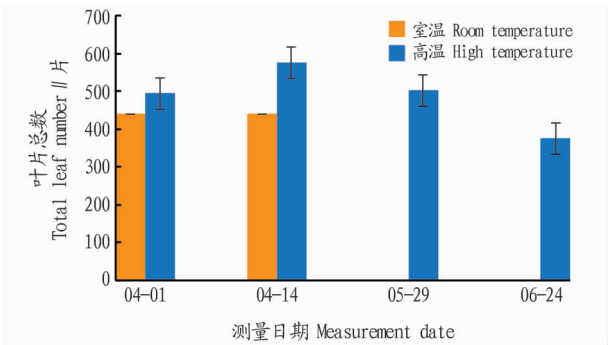
由图 6 可知,高温和室温种球定植后叶片数存在显著差异,高温贮藏有利于增加定植后植株的叶片数。
2.3.2 高温与室温贮藏对中国水仙种球定植后形态学相关指标的差异分析。表 2 对 2 组处理种球定植后相关指标进行差异分析,结果显示 2 组处理贮藏方式对定植后水仙植株营养生长相关指标的影响差异不显著,而生殖生长在花葶长度、花茎长度上存在显著性差异。因此,高温贮藏种球对中国水仙定植后的生殖生长的影响较大。

3 结论与讨论

(1) 高温贮藏可延长中国水仙的生态休眠进程。从 2 组处理种球贮藏后期表观形态差异可得,高温贮藏可延长中国水仙的生态休眠进程。但种球的重量不断下降显示,外界的高温不能使生态休眠期的中国水仙种球被迫休眠,水仙种球内部水分等物质一直在丧失。该时期水仙具体生理生化变化仍需进一步深入研究。林小苹等^[15]研究了高温贮藏处于生理休眠期的中国水仙,并认为由于高温处理的种球成花率



图 5 定植培养箱后试验组初期(E)和后期(F)花苞形态比较
Fig. 5 Morphological comparison of buds in test group at early stage(E) and late stage(F) after planted in incubator



注:叶片总数为 2 组样品总的叶片数
Note:Total leaf number was the total leaves of two groups

图 6 2 组种球定植后叶片总数比较
Fig. 6 Comparison of the total leaf number of two bulb groups after planting

高,花枝数较多,鳞茎中养分与水分的消耗也就较大,所以失重较快。但该试验处理理论上已经完成花芽分化过程,说明温度导致失重的具体原因尚不明确。种球重量变化曲线的起伏情况显示,可能由于种球的水分损失到了一定程度,种

表 2 中国水仙种球不同温度处理相关生理指标独立样本 *t* 检验结果

Table 2 The *t* test result of independent sample of related physiological indexes of *N. tazetta* under different temperatures

序号 Code	变量 Variable	室温处理 Room temperature treatment				30 ℃ 处理 30 ℃ treatment				<i>t</i> 值 <i>t</i> value	显著性 Significance
		测量日期 Measurement date	均值 Mean	标准差 Standard deviation	均值标准误差 Standard error of mean	测量日期 Measurement date	均值 Mean	标准差 Standard deviation	均值标准误差 Standard error of mean		
1	叶长	04-01	41.34	3.73	0.42	04-10	40.41	4.01	0.46	1.5	0.14
2	叶宽	04-01	1.94	0.44	0.05	04-10	1.93	0.44	0.05	0.19	0.85
3	叶长	04-14	38.73	9.30	1.01	04-20	36.27	44.49	4.85	0.50	0.62
4	叶宽	04-14	1.93	0.50	0.05	04-20	3.73	18.81	2.05	-0.88	0.38
5	分蘖数	04-01	9.29	4.27	1.14	04-01	9.57	4.78	1.28	-0.17	0.87
6	花茎长	04-01	4.09	0.89	0.13	04-10	4.82	1.15	0.18	-3.43	0.00*
7	花葶长	04-01	36.53	4.05	0.60	04-10	32.97	3.65	0.56	4.29	0.00*
8	花朵数	04-01	3.93	1.58	0.24	04-10	3.79	1.42	0.22	0.45	0.65
9	分蘖数	04-14	9.90	5.26	1.36	04-14	14.20	11.89	3.07	-1.29	0.21
10	花茎长	04-14	5.21	1.27	0.42	04-20	3.65	1.28	0.24	3.22	0.00*
11	花葶长	04-14	43.15	2.42	0.81	04-20	23.21	5.31	1.00	10.84	0.00*
12	花朵数	04-14	4.22	1.92	0.64	04-20	3.55	1.57	0.29	1.06	0.30

注:独立样本 *t* 检验的置信区间为 95%, * 表示差异显著
Note:The confidence interval of *t* test of independent sample was 95%, and * indicated significant difference

球内产生抵抗失水的机制,阻碍水分进一步丧失,使重量下降变缓慢;重量之后又上升的原因可能是抵抗失水的应激机制有限。植物在高温的胁迫下会产生一系列的生理生化反应称为热胁迫响应。如改变体内氧化系统重建细胞内平衡、调节渗透来保持细胞膨胀、上调植物组织内的 ABA 含量等生理反应,或是促进细胞内一些抗性基因的表达,热激蛋白的上调等分子反应,更有可能通过 DNA 的甲基化、组蛋白修饰、染色质重塑和小分子 RNAs 等表观遗传修饰的变化来适应外界的高温^[21-23]。

温度是影响水仙休眠的一种因素,但该试验证明 30 ℃ 高温处理生态休眠期的水仙不能使中国水仙种球内部生理运动停止,不能迫使水仙休眠,原因也许是水仙种球在生态休眠期间,内部诱导休眠的基因无法重新转录表达,或是由于生态休眠期的种球已解除了休眠,处于生理旺盛期,无法重新休眠。

(2) 高温贮藏可推迟中国水仙的花期、延长种球生长的功能。前人主要通过物理、化学调控及栽培手段调控等措施促进或抑制花芽分化,达到花期提前或延后的目的^[24-25]。对球根类花卉而言,温度是控制花期的主要因素,常表现为低温诱导成花、适温促进花的发育、超温抑制开花^[26]。如武文琪等^[27]通过对荷兰水仙进行 5~7 ℃ 的低温处理,促进了定植后植株的提前开花;赵海军等^[28]和孙延智等^[29]利用一定时间的低温处理,解除牡丹、唐菖蒲的休眠;2 ℃ 的低温则可打破或者延长百合种球的休眠^[30]。每种花卉都有其最适宜的萌发和开花温度,如果将温度控制在最适温度的范围则可加速植株的萌发与开花。而超温对植株是一种胁迫,会抑制或延缓植物正常的生长发育。

从定植后开花情况可知,试验组在 4 月末定植仍能正常开花,这极大延长了中国水仙的花期。结果显示,在 6 月初试验组进入盛花期,与对照组相比将中国水仙的开花期延长了近 2 个月。这对中国水仙花卉产业实际生产上关于延迟花期抑制栽培发展具有重大的借鉴意义。

定植后开花时间对比结果显示,高温贮藏不能延长花朵的开放时间,从初花到花萎蔫的整个开放过程时间保持不变;试验组是通过延长植株定植到初花的时间来推迟花期,可见高温对花器官的发育有一定的抑制作用。相关研究表明,高温会迫使花卉花粉中糖类、柱头组织中 ATP 含量和花粉管的延伸速度降低,更会使促进花粉发育的相关基因不表达^[23]。

试验组延长了种球正常生长的时间。后期定植的对照组不再进行生长时,高温处理的样品仍旧继续生长。当对照组和试验组在自然环境下均不生长时,都分别定植于适宜温度培养箱中,结果显示对照组依旧不生长,说明室温贮藏的种球内部正常的功能结构已经遭到破坏,而高温贮藏组的种球依旧正常生长,因此试验组与对照组相比延长了种球的生长功能。

(3) 高温贮藏对定植后水仙的生殖生长的影响较大。2 组处理种球定植后营养生长的差异主要表现在叶片数不同,高温处理增加了种球定植后的叶片数。2 组处理的分蘖数差异不显著,即高温通过促使每个分蘖数中叶片数增多而增大整个植株的叶片数,而理论上中国水仙叶芽和花芽的分化在 9 月前已经完成^[31],试验得到的叶片数差异可能是由于高温处理使得叶片定植后生长速度增加。2 组处理的叶长和叶宽差异不显著,这与张雪平等^[11]利用温度贮藏休眠期水仙鳞茎所得出的贮藏温度越高,定植后叶片长度越长,植株生长速率越快这一结论相驳,可能是由于处理样本休眠时期不同所致。

高温和室温贮藏的种球在定植后花茎、花葶长度的显著差异显示,贮藏期的温度对水仙定植后生殖生长的影响要大于营养生长。研究表明,在植物生长发育的整个周期中,基因的表达基本分为 2 个部分,一部分是营养生长阶段,即根、茎、叶生长阶段;另一部分是包含胚胎发育的生殖生长阶段,其中花色素和花色素苷合成所需的 9 种特殊的酶需要不同

阶段的光照和低温才能诱导^[32]。即高温可通过影响生殖生长过程中相关酶的活性从而影响中国水仙的生殖生长。2 组处理种球后期定植长出的植株花朵数都减少,花苞腐烂、干瘪出现哑花现象,其原因尚不明确。这可能是繁殖器官对失水较敏感,种球随着贮藏时间的延长,内部失水程度逐渐加重;也有可能是贮藏过程破坏了定植后花苞养分、水分输送的通路,造成哑花现象,这与雕刻水仙鳞茎过程中,破坏花梗,造成哑花现象类似^[12],而且实践证明在水培过程中如果水温过高也会造成哑花现象^[18]。这些都说明温度与水仙的开花直接相关,与该试验中高温贮藏水仙种球对其生殖生长的影响较显著一致。

该试验虽延长了中国水仙的花期,达到抑制栽培的目的,但研究仍然存在许多可改进的地方。例如今后可对 2 组种球进行进一步的分子层面对比分析,以更好地阐述高温贮藏对种球的影响;通过石蜡切片从细胞水平观察探究花苞为何出现哑花现象;通过可溶性糖、淀粉等相关生理数据的对比,探究高温如何抑制水仙生态休眠的进程;试验组失重情况和对照组都十分严重,应设定一定梯度的温湿度进行预试验,探究出一个失重速率较小的温湿度条件,更大程度地延长水仙的花期。对植物休眠机理的研究已经逐渐成为当前的研究热点,温度是与大多数球根类花卉休眠关系最密切的环境因素之一,因此获得特定植株响应高温或低温的关键基因对研究该植物的休眠机理具有极大的促进作用。

参考文献

- [1] 洪林,梁国鲁. 水仙属植物遗传学及生物学特性研究进展(综述)[J]. 亚热带植物科学,2011,40(2):89-96.
- [2] 胡毅敏,阙国宁. 普陀水仙优良新品种组培繁殖技术研究[J]. 林业科学研究,1991(2):226-230.
- [3] 徐洪生,吴建忠,王大兴,等. 水仙的特征特性及水培技术[J]. 上海农业科技,2010(3):115-116.
- [4] LI X F,SHAO X H,DENG X J,et al. Necessity of high temperature for the dormancy release of *Narcissus tazetta* var. *chinensis* [J]. Journal of plant physiology,2012,169(14):1340-1347.
- [5] ROHDE A,BHALERAO R P. Plant dormancy in the perennial context[J]. Trends in plant science,2007,12(5):217-223.
- [6] 李小方,王洋,邓新杰,等. 温度、GA3 和乙烯对中国水仙休眠的解除[J]. 植物生理学通讯,2009,45(10):953-957.

- [7] FINCH-SAVAGE W E,LEUBNER-METZGER G. Seed dormancy and the control of germination[J]. New phytologist,2006,171(3):501-523.
- [8] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2002:37.
- [9] 刘芳,王家艳,周蕴薇. 球根植物休眠调控的分子机制研究进展[J]. 草业学报,2013,22(6):295-304.
- [9] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2002:376.
- [11] 张雪平,李小方,邓新杰,等. 中国水仙鳞茎萌发后生长发育的影响因素分析[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2012,29(2):66-71.
- [12] 叶季波. 中国水仙鳞茎催花技术机理及应用研究[J]. 中国园艺文摘,2009,25(7):26-28.
- [13] 包满珠. 花卉学[M]. 北京:中国农业出版社,2011:279.
- [14] 王巍,周月凤. 花卉促成与抑制栽培的光周期处理技术[J]. 农民致富之友,2012(15):50.
- [15] 林小苹,张凌霞. 不同贮藏温度对水仙花球生长发育的影响[J]. 福建热作科技,2008,33(2):5-7.
- [16] 宋建军,龙岳林,李莹. 薰烟和持续高温处理对中国水仙生长发育的影响[J]. 河南科技大学学报(农学版),2003,23(3):21-23.
- [17] 鲁涤非. 花卉学[M]. 北京:中国农业出版社,1998.
- [18] 李井会,朱丽丽. 水仙花期调控技术[J]. 黑龙江农业科学,2013(5):149-150.
- [19] 郑素兰,林莹. 不同浓度赤霉素处理对水仙生长开花的影响[J]. 福建热作科技,2014,39(2):1-2.
- [20] 张乔松,杨伟儿. 中国水仙花芽分化及贮藏期外界因子对花序数的影响[J]. 园艺学报,1987,14(2):139-143.
- [21] 刘军钟,何祖华. 植物响应高温胁迫的表观遗传调控[J]. 科学通报,2014,59(8):631-639.
- [22] 屠小菊,汪启明,饶力群. 高温胁迫对植物生理生化的影响[J]. 湖南农业科学,2013(13):28-30.
- [23] 夏广亮,张权,马志红. 高温胁迫对植物花器官发育和生殖过程的影响[J]. 现代农业科技,2012(6):284-285.
- [24] 田春元,张伟英. 仙客来与百合花期调控技术研究[J]. 现代农业科技,2015(17):192-193.
- [25] 程永生. 观赏植物花期调控技术研究进展[J]. 现代园艺,2011(2):6-8.
- [26] 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.
- [27] 武文琪,沈强,吴艳涛,等. 荷兰水仙鳞茎花芽分化与开花调节[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2007,25(5):445-450,454.
- [28] 赵海军,张万堂,郑国生,等. 牡丹深休眠特性和解除方法[J]. 山东林业科技,2000(5):44-46.
- [29] 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.
- [30] 杨琳,张延龙,牛立新. 低温对百合种球休眠的影响[J]. 陕西农业科学,2005(3):49-51.
- [31] 张晓晴,高健,彭镇华. 中国水仙花芽分化观察及储藏条件对花芽数的影响研究[J]. 植物研究,2012,32(5):549-553.
- [32] 安道昌. 植物生殖器官发育中的基因调控[J]. 高技术通讯,1993(6):32-35.

科技论文写作规范——缩略语

采用国际上惯用的缩略语。如名词术语 DNA(脱氧核糖核酸)、RNA(核糖核酸)、ATP(三磷酸腺苷)、ABA(脱落酸)、ADP(二磷酸腺苷)、CK(对照)、CV(变异系数)、CMS(细胞质雄性不育性)、IAA(吲哚乙酸)、LD(致死剂量)、NAR(净同化率)、PMC(花粉母细胞)、LAI(叶面积指数)、LSD(最小显著差)、RGR(相对增长率),单位名缩略语 IRRI(国际水稻研究所)、FAO(联合国粮农组织)等。对于文中有些需要临时写成缩写的词(如表及图中由于篇幅关系以及文中经常出现的词而写起来又很长时),则可取各主要词首字母写成缩写,但需在第一次出现处写出全称,表及图中则用注解形式在下方注明,以便读者理解。