

DOI:10.11937/bfyy.201702018

崇明水仙种球贮藏期内源激素变化规律

吕一帆, 张馨之, 晏 姿, 史益敏, 唐东芹

(上海交通大学 农业与生物学院, 上海 200240)

摘 要:以崇明水仙种球为试材,采用 ELISA 法(酶联免疫法),研究了内源激素含量的变化规律对分别贮藏于 20℃ 恒温和室温条件下,贮藏期内种球花芽分化的影响,以期为今后崇明水仙的花期调控等研究提供参考依据。结果表明:贮藏期间种球内的赤霉素(GA)含量均上升直至第 7 周,20℃ 处理组的峰值高出室温组 40.67%。生长素(IAA)含量在 2 种贮藏条件下的变化略有差异,室温组 IAA 含量在第 3~6 周均高于 20℃ 处理组,而 20℃ 处理组的花芽分化进程在这 4 周中明显快于室温组。室温组玉米素核苷(ZR)含量变化与 GA 趋势一致,但 20℃ 处理组的变化略有差异,直至取样结束,仍处于上升态势。2 组处理的脱落酸(ABA)含量基本均呈现出先降后升的变化趋势,都在第 3 周出现最低值,室温组最低值低于 20℃ 处理组 16.97%,随后 20℃ 处理组上升明显较室温组快。由此可知,相对低温可以加速水仙种球的花芽分化。20℃ 恒温贮藏对水仙花芽分化有促进作用,有利于 GA 含量的积累,且较高水平的 GA 含量可以加速花芽分化。高水平的 ZR 与促进花芽分化进程有密切关系。内源 IAA 和 ABA 水平则与花芽分化呈负相关。

关键词:崇明水仙;激素;贮藏温度;花芽分化

中图分类号:S 682.2⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)02-0076-04

水仙(*Narcissus*)是石蒜科具有地下鳞茎的多年生草本植物。全属约有 30 种,有许多变种、杂交种,其品种多达 1 万多个。大多数水仙原产在欧洲,称洋水仙(*Narcissus pseudonarcissus*),尤其是中欧和南欧及地中海区域,少数分布至北欧、东欧及北非^[1]。仅一个变种分布在中国沿海及日本,称为中国水仙(*Narcissus tazetta* L. var. *chinensis*)。

崇明水仙、福建漳州水仙与浙江普陀水仙均为中国水仙的主要栽培类型^[2]。崇明水仙为上海地方特色花卉,是上海唯一具有地理标志性的花卉品种资源。在上海崇明县已有 400 多年的栽培史。20 世纪 30—50 年代,曾风靡一时,因其馥郁的芳香、清雅的外形而著称于国内外的花卉市场。但由于历史、种源、效益等多种因素的影响,使得崇明水仙在花卉市场上消靡近 20 年。

目前,中国水仙生产中存在诸多问题,集中表现为:品种单一,花色单调^[3];繁殖主要依靠营养繁殖^[4],速度慢、引种难,球的花剑数减少,花径变小,植株退化^[5-6]。以上存在的问题,部分是由于花芽分化过程中受某些因素所影响而导致的。因此,现以崇明水仙作为试验材料,研究崇明水仙种球贮藏期内源激素的变化规律及其对花芽分化的影响,以期为其花期调控等研究提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试崇明水仙由上海市种业集团崇明花卉基地提供。

1.2 试验方法

选取种球周经 20 cm 左右,健康无病害、鳞片抱合紧密的种球,采收后清理干净,用 50% 多菌灵可湿性粉剂 800 倍液消毒后贮存。然后分别在 2 种温度条件下进行贮藏,一组放入 20℃ 恒温的天呈人工气候箱(型号: MGC-450HP)中贮藏(相对湿度 60%),另一组在实验室的室温条件下贮藏,共贮藏 8 周,每周取样。自种球从基地取回之日(2015 年 7 月 25 日)起,每周随机选取 3~5 个种球进行花芽分化进

第一作者简介:吕一帆(1989-),女,硕士,现主要从事球根花卉的栽培生理等研究工作。E-mail:494742322@qq.com.

责任作者:唐东芹(1971-),女,博士,副教授,现主要从事园林植物资源及应用等研究工作。E-mail:dqtang@sjtu.edu.cn.

基金项目:上海市科委崇明专项资助项目(13391912504)。

收稿日期:2016-09-27

程的观测(2015年8月9日记为第1周),同时切取部分鳞片立即用液氮处理,放入 -80°C 超低温冰箱中保存备用。每周观察崇明水仙花芽分化进程(数据未显示)时,分别取每组鳞茎的中部鳞片(第3~5层)、鳞茎盘和顶芽3部分混合样品用于内源激素的测定,存放于 -80°C 超低温冰箱内保存备用,3次重复,观察记录贮藏中生理指标的变化,以确定取样时间。内源激素采用ELISA法(酶联免疫法)测定。

2 结果与分析

2.1 水仙鳞茎贮藏过程中赤霉素含量的变化

在花芽分化过程中,于解剖取样时观察发现,室温组第1周为花序芽分化期,第2~4周为花被片原基分化期,于第5周出现雄蕊,第6~7周为雌蕊分化期,第8周进入副冠原基分化期。 20°C 组于第1周即出现花被片原基直至第3周,第4周出现雄蕊,第5周出现雌蕊,第7周进入副冠原基分化期。

图1表明,2组处理的赤霉素(GA)总含量于前6周逐步递增,在第7周出现峰值,然后急剧下降,总体呈现出的变化趋势相似。 20°C 处理组在副冠原基分化期(第7周)出现最高值为 $14.18\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,与花被片原基分化期(第1周)对比,增幅达到221%,第8周下降到 $8.29\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,降幅为42%。在室温处理组,最高值出现在雌蕊原基分化期,为 $10.08\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,与贮藏初期的营养生长期相比,增幅为128%,第8周下降至 $5.25\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 。

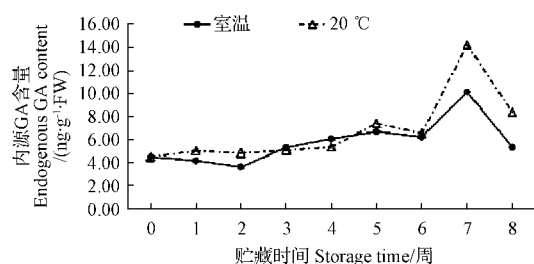


图1 鳞茎内源GA含量的变化

Fig. 1 Changes of endogenous GA content in bulbs

2.2 水仙鳞茎贮藏过程中生长素含量的变化

从图2可以看出,贮藏期间生长素(IAA)变化趋势与GA比较相似。前3周IAA水平波动不大,随后逐步上升至第6~7周。 20°C 恒温条件下,IAA逐步升高至第7周(副冠原基分化期),出现最高值($102.45\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$),与第1周(花被片原基分化期)的IAA水平对比,增幅高达534.37%,随后急剧下降到 $47.30\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 。室温贮藏条件下,IAA在第4周急剧升高,然后在第5周小幅下降后于第6

周出现峰值($88.69\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$),相比贮藏初期的营养生长期增幅达到254.76%。

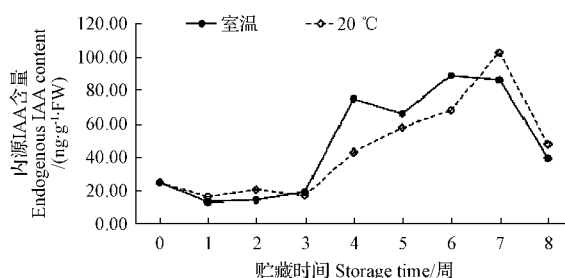


图2 鳞茎内源IAA含量的变化

Fig. 2 Changes of endogenous IAA content in bulbs

2.3 水仙鳞茎贮藏过程中玉米素核苷含量的变化

由图3可以看出,室温处理组的玉米素核苷(ZR)含量在第1~4周呈上升态势,副冠原基分化期(第7周)显著升高达到 $12.78\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,相比花序芽分化期(第1周)增幅为185.27%,随后迅速下降至 $5.19\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 。 20°C 处理下的变化为2次反复降低-升高的变化趋势,但是幅度较小,后2周不断上升至贮藏结束,最大值出现在第8周,为 $11.61\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 。

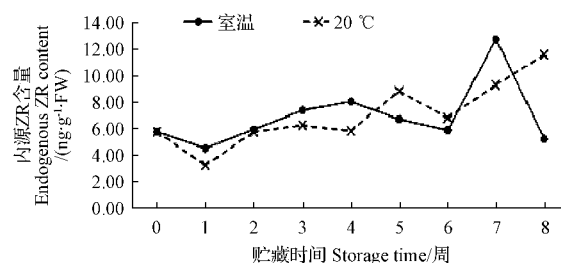


图3 鳞茎内源ZR含量的变化

Fig. 3 Changes of endogenous ZR content in bulbs

2.4 水仙鳞茎贮藏过程中脱落酸含量的变化

由图4可知,在整个分化过程中,2组处理的脱落酸(ABA)含量基本均呈现出先降后升的变化趋势,都在第3周出现最低值, 20°C 处理组最低值为 $33.94\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,而室温组最低值为 $28.18\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,随后2组处理的数值均呈上升态势。 20°C 处理组上升明显快于室温组,且幅度大,峰值分别出现于第8周(20°C)和第7周(室温)。到贮藏结束时, 20°C 组的ABA含量水平($151.72\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$)相当于室温组的($75.65\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$)2倍。

3 讨论

激素对植物的生长发育具有重要的调控作用,植物激素在低浓度下即可显著影响植物生长发育和

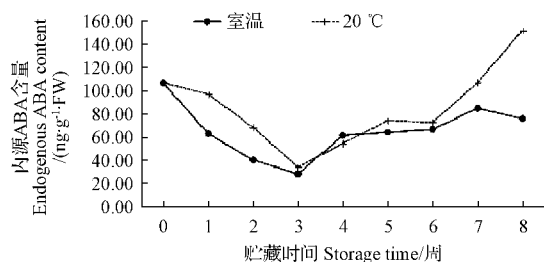


图4 鳞茎内源 ABA 含量的变化

Fig. 4 Changes of endogenous ABA content in bulbs

生理功能,是一类小分子化合物^[7-8]。有研究表明,赤霉素(GA)会抑制多种果树的花芽分化^[9],而脱落酸(ABA)、细胞分裂素(CTK)和乙烯(ETH)都会促进花芽分化,各种激素也因为植物种类的不同调节功能各异^[10-11]。

赤霉素是在花卉生产中应用较为广泛的一类植物激素,具有诱导开花、打破休眠、促萌发等作用。从该试验结果看,GA 含量在花芽分化过程中不断上升,20 °C 处理组于副冠原基分化期(第 7 周)的 GA 含量最高,而室温组同时时间则为雌蕊原基分化期,虽同为最高值时期,但数值却低于 20 °C 处理组,分化完成后含量迅速下降。由此可知,相对低温的环境有利于 GA 含量的积累,且较高水平的 GA 含量可以加速花芽分化,有促进开花的功能。这与李小方等^[12]发现 GA₃ 可以破除中国水仙的休眠并提高花芽分化率和蔡春侠^[13]在水仙种球储藏期生理生化的研究中表明,高含量的 GA₃ 会促进成花诱导等的研究结论相一致。可见 GA 对水仙的花芽形成具有重要调控作用。

一般来说,生长素(IAA)的合成部位是与植物体中细胞快速分裂部位相联系的,如茎尖分生组织、幼叶和发育着的果实等,另外成熟的叶和根也能合成少量 IAA^[14]。该研究发现,室温组 IAA 含量在第 3 周至雄蕊原基分化期(第 6 周)均高于 20 °C 处理组,而 20 °C 处理组的花芽分化进程在这 4 周中明显快于室温组。花芽分化至副冠原基分化期(第 7 周),2 组处理均上升至峰值,而 20 °C 处理组的 IAA 含量高于室温组。由此可知,20 °C 处理组中 IAA 含量较低,花芽分化速度越快;而室温组 IAA 含量较高,分化进程越慢。可知,IAA 对花芽分化有抑制作用,而相对低温的环境有利于花芽分化的完成。

ZR 是 CTK 的一种,促进细胞分裂、扩大和组织分化是其主要生理作用。该试验结果表明,室温处理组 ZR 含量变化与 GA 趋势一致,花芽分化过程

中不断上升,随后下降。20 °C 处理组中,在贮藏前 5 周,ZR 含量有个累积过程,随着贮藏时间延长,ZR 呈逐渐上升的趋势。这说明相对低温的环境对水仙花芽分化有促进作用,且高含量的 ZR 对开花诱导也有明显的促进作用。这与大多数学者认为 ZR 能够促进开花^[15-16]的结论相一致。

目前,对 ABA 与成花诱导的关系认识不一。曾骧^[17]认为 ABA 对成花可能有 2 个方面的作用:一方面与 GA 拮抗引起枝条停止生长,使 CTK、淀粉和糖积累,有利于成花,另一方面它又可诱导休眠,使生长点处于休眠状态而不能成花。HOAD^[18]分析了苹果、梨、李的果实中扩散出的 ABA,认为 ABA 与成花没有关系;而贾慧君等^[19]认为前期高的 ABA 促进花芽分化。从该试验可知,2 组处理中在贮藏前 3 周,ABA 含量逐渐下降,3 周后则又缓慢上升,并且整个过程中 20 °C 处理组中的 ABA 含量均高于室温处理组,这也证实了相对低温的环境能促进植物的花芽分化。通常 ABA 对器官的分化和发育具有抑制或负调控作用,而在 20 °C 处理期中 ABA 含量明显升高,可能是由于相对低温度的环境解除了 ABA 对花芽分化的抑制作用导致其含量的上升。

综上,植物的内源激素影响着植物营养物质的运输及分配,在植物生命活动的整个过程中起着重要的调控作用,植物的生长发育及对周围环境刺激的反应都受到体内多种激素的控制。它们相互制约又相互促进,就产生了一种平衡的状态,激素间的相互平衡比单一的一种激素更为重要,正是这种平衡状态,控制着各种营养物质(蛋白质、可溶性糖和淀粉、核酸)的代谢而综合影响水仙的开花状况。

参考文献

- [1] 刘金,叶季波.水仙[M].北京:中国农业出版社,1999:1-13.
- [2] 陈心启,吴应祥.中国水仙考[J].植物分类学报,1982,20(3):371-377.
- [3] 赵莺莺.水仙属植物形态学、解剖学、孢粉学初步研究[D].南京:南京林业大学,2003.
- [4] 陈振光.中国水仙组织培养快速繁殖研究初报[J].福建农学院学报,1982(1):9-13.
- [5] 宋建军,龙岳林,李莹.熏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,2003,23(3):21-23.
- [6] 阎芳,朱顶红(*Hippeastrum vittatum*)花芽分化与发育的形态学观察研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [7] 马崇坚.植物激素在果实与贮藏器官品质形成中的作用[J].韶关学院学报(自然科学版),2009,30(6):69-72.
- [8] GANSEL C R. Should slash pine seed orchard be moved south for early flowering[C]//Southern For Tree Improvement Conf,1973.
- [9] 黄昌贤.菠萝人工控制开花结果期试验[J].园艺通报,1957(1):35-42.

- [10] 罗士韦. 植物激素[M]. 上海:上海科技出版社,1963.
- [11] 童本群,郝忠颖. 核桃雌花芽分化的内源激素模式[J]. 林业科学,1991,27(4):401-409.
- [12] 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.
- [13] 蔡春侠. 温度对水仙花球贮藏期间生理生化变化影响研究[D]. 福州:福建农林大学,2009.
- [14] KRISHNAMOORTHY H N. Plant growth substance inducing application in agriculture[C]. Tata McGraw Hill Co, NewDelhi, 1981.
- [15] BRIX H, PORTLOK F T. Flowering response of western hemlock seedlings to gibberellin and water stress treatments[J]. Can J For Res, 1981,12(1):6-8.
- [16] 曹尚银,张俊昌,魏丽华. 苹果花芽孕育过程中内源激素的变化[J]. 果树科学,2000,17(4):244-248.
- [17] 曾襄. 果树生理学[M]. 北京:北京农业大学出版社,1992.
- [18] HOAD G V. Hormonal regulation of fruit-bed formation in fruit trees[J]. Acta Hortie, 1984,149:13-23.
- [19] 贾慧君,郑槐明. 盆栽紫薇花芽分化中内源激素的变化[J]. 植物生理学通讯,1993,29(1):39-41.

Change Law of Endogenous Hormone During Storage Period of Chongming Narcissus (*Narcissus tazetta* var. *chinensis*) Ball

LYU Yifan, ZHANG Xinzhi, YAN Zi, SHI Yimin, TANG Dongqin

(School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240)

Abstract: The bulbs of Chongming narcissus (*Narcissus tazetta* var. *chinensis*) was used as test material, which were stored at 20 °C and room temperature, respectively, were used to analyze the level of endogenous hormones in bulbs for materials, by the method of ELISA (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay) during storage. The related research results could be provided references for the study of flowering regulation of Chongming narcissus in the future. The results showed that GA content increased gradually up to the 7th week during storage, and the peak at 20 °C was higher than room temperature observed by 40. 67%. IAA content was changed slightly different in the two storage conditions, IAA content at room temperature were higher than 20 °C in the 3rd week to the 6th week, and the flower bud differentiation process of 20 °C was significantly faster than the room temperature in these four weeks. The change of ZR content in room temperature was consistent with the trend of GA, but slightly different changes in 20 °C, until the end of the sampling, was still on the rise. ABA content in two groups showed the trend down first and up later, all appeared lowest value in the 3rd week, and the minimum at room temperature was lower than 20 °C observed by 16. 97%, then 20 °C obviously rose faster than room temperature. Therefore, relatively low temperature could accelerate the flower bud differentiation of narcissus bulbs. 20 °C storage period could promote the narcissus flower bud differentiation, was conducive to the accumulation of GA content, and higher levels of the GA content could accelerate the flower bud differentiation. High levels of ZR had a close relationship with promoting the process of the flower bud differentiation. Endogenous IAA and ABA levels were negatively correlated with the flower bud differentiation.

Keywords: Chongming narcissus (*Narcissus tazetta* var. *chinensis*); hormone; temperature of storage; flower bud differentiation