

# 热激处理对东方百合种球 冷藏生理的影响

方少忠 郭文杰 蔡宣梅 张 洁

(福建省农业科学院 生物技术研究所 福建 福州 350003)

**摘要:**对“Siberia”百合种球在 30~45℃水中进行热处理 120 min,研究种球的冷藏效果及冷藏过程中的生理变化,并与未经热处理的种球对照,结果表明:40℃热处理能有效抑制冷藏过程中前期的呼吸强度;同时对 POD、CAT 活性产生了影响;降低了冷藏前期淀粉酶活性,延缓淀粉的降解速率,有效清除 MDA 累积,降低细胞膜透性,种球的冷藏品质得到改善;40℃热处理 120 min 可作为种球冷藏前的预处理技术加以应用。

**关键词:**种球;水浴;冷藏;品质

中图分类号:S682.2<sup>+</sup>9 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)06-1072-05

## Effects of Heat-treatment on Cold Storage Physiological Indexes of Oriental Lily Bulbs

FANG Shao-zhong, GUO Wen-jie, CAI Xuan-mei, ZHANG Jie

(Biotechnology Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China)

**Abstract:** The ‘Siberia’ lily bulbs were heat-treated for 120 minutes in 30–45℃ water to study the cold storage effect and the physiological change during the cold storage process compared with the control of bulbs without heat-treating. The results showed that the 40℃ heat-treatment could effectively inhibit the respiratory intensity in the early-middle period of the cold storage process; it also affected the activity of POD, SOD and CAT; it reduced the amylase activity in the early period of the old storage process; it delayed the degradation rate of starch and effectively eliminated the accumulation of MDA and also delayed the cell membrane permeability, the cold storage quality of bulbs was improved. The method of 40℃ heat-treatment for 120 minutes can be applied as a pretreatment technology before cold storage of bulbs.

**Key words:** bulbs; water bath; cold storage; quality

螨虫(*Mite Rhizoglyphus robinii*)是危害百合鳞茎的主要病虫害之一,也是目前国内百合种球生产中难以解决的一个问题<sup>[1]</sup>。国内目前比较广泛地采用化学药剂进行防治,但效果并不理想,而且农药不仅使百合螨虫产生了很强的抗药性,对环境也造成了相当程度的污染<sup>[2]</sup>。国内外有人采用温水处理来灭菌和杀除螨虫,效果不错<sup>[3-5]</sup>。为探索热处理对百合种球冷藏品质的影响,以自繁“Siberia”百合种球(围径14~16 cm)为实验材料,采用不同温度(30、35、40、45℃)水浴处理120 min,晾干1 d后,于(2±0.5)℃条件下贮藏,对种球贮藏过程中的呼吸强度、淀粉酶、淀粉含量、POD、CAT变化及MDA含量和膜透性进行研究。

收稿日期:2011-09-06 修回日期:2011-10-26

基金项目:福建省科技厅重点项目(2009R10035-8)

作者简介:方少忠(1969—),男,副研究员,主要从事园艺植物栽培研究, E-mail: fangsha6988@yahoo.com.cn。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验方法

选择围径 14 ~ 16 cm、大小均匀、成熟一致的自繁种球,洗净后进行处理。在预实验的基础上,分别选择温度为 30 °C (处理 1)、35 °C (处理 2)、40 °C (处理 3)、和 45 °C (处理 4) 的水浴浸泡 120 min,以清水处理为对照。处理结束后捞出种球,在室温条件下摊放,经 1 d 后,晾干表面水分,装入含水量为 55% 的锯末塑料袋里,置于 (2 ± 0.5) °C 中冷藏。每处理种球 30 粒,3 个重复。在贮藏过程中,每隔 15 d 从每个处理中随机抽取 3 个种球进行指标测定。

### 1.2 测定方法

气流法测定呼吸强度,具体测定过程参考文献 [6]。CAT、POD 活性,淀粉含量测定均按李合生<sup>[7]</sup>方法测定。淀粉酶活性测定参照陈毓荃<sup>[8]</sup>淀粉酶活力测定的方法。丙二醛 (MDA) 含量测定采用硫代巴比妥酸 (TBA) 法<sup>[9]</sup>。细胞膜相对透性采用 DDS-11 型电导率仪测定<sup>[10]</sup>。

### 1.3 数据处理

数据采用 SPSS 11.0 软件分析处理,进行邓肯氏新复极差测验。

## 2 结果与分析

### 2.1 热处理后在冷藏条件下对种球呼吸强度的影响

呼吸强度是衡量种球生理状态的重要标志。如图 1 所示,冷藏 45 d 内,各处理和对照种球的呼吸强度变化明显;在 15 d 内,除 45 °C 处理外,各处理均明显迅速下降至最低点,其中 35 °C、40 °C 处理显著低于 CK ( $P < 0.01$ ),30 d 时 30 °C 和 CK 迅速上升到一个高峰并维持在一个水平,45 d 后 35 °C、40 °C 处理的种球呼吸强度迅速上升,并于 90 d 时超越 30 °C 和 CK 处理,至 105 d 后开始处于平缓上升状态,在 120 d 时除 45 °C 处理外,其余处理无显著差异,结果说明热处理可以显著降低贮藏前期呼吸强度,抑制衰老。45 °C 处理后表现不正常,热处理后,呼吸强度前期很低,进入冷藏后迅速上升,至 15 d 时出现异常高峰后迅速下降,至 60 d 时降至低谷,经观察,此时种球 70% 已变软、芽发黑、鳞片腐烂。

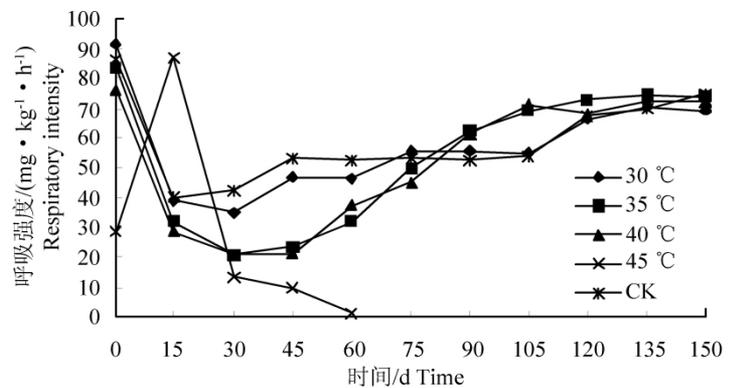


图 1 热处理对冷藏种球呼吸强度的影响

Fig. 1 Effect of heat-treatment on respiratory intensity of cold storage bulbs

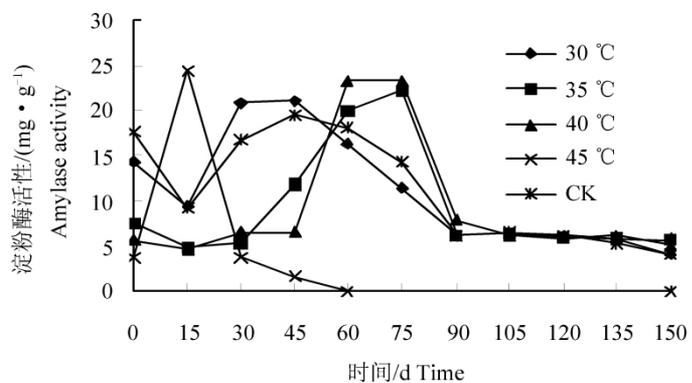


图 2 热处理对冷藏种球淀粉酶活性的影响

Fig. 2 Effect of heat-treatment on the amylase activity of cold storage bulbs

### 2.2 热处理对种球淀粉酶活性的影响

由图 2 可以看出,热处理温度越高,进入冷藏时检测的淀粉酶活性越低;本实验中淀粉酶各处理均有一个活性高峰出现,之后随冷藏时间延长,活性缓慢下降;30 °C 和 CK 处理高峰期出现在 30 ~ 45 d,而 35 °C、40 °C 处理则延迟至 60 ~ 75 d,在 45 d 内,35 °C、40 °C 和 45 °C 处理的淀粉酶活性远低于 CK ( $P < 0.01$ ),30 °C 处理与 CK 无显著差异;45 °C 处理的淀粉酶活性呈“迅速上升—高峰—迅速下降—平缓下降”模式,其余各处理呈“下降—上升—高峰—下降—平缓下降”模式。

### 2.3 不同温度水浴处理对种球冷藏过程淀粉含量的影响

如图3所示,冷藏过程中种球维持正常的生命活动,淀粉不断被消耗,含量均呈下降趋势;30,35,40℃处理的淀粉含量高于对照,45℃处理的淀粉含量高于对照( $P < 0.01$ )。45℃处理则迅速下降后,维持在最低水平;淀粉含量下降的趋势和淀粉酶活性变化的规律基本对应。淀粉酶活性急剧上升时,淀粉含量就随之开始出现急速下降。35℃和40℃处理淀粉含量急速下降期出现在45~75d,较30℃和CK处理15~45d推迟约30d;试验说明,35℃和40℃处理更有利于贮藏期间淀粉含量的保持,延缓淀粉的降解。

### 2.4 热处理对种球丙二醛(MDA)含量和膜透性的影响

MDA是脂类氧化的最终产物之一,含量越低,表示膜所受的破坏程度越小。从图4可知,热处理后进入冷藏之时,各处理之间MDA含量差异显著,热处理种球高于对照,处理温度越高,MDA含量也越高;贮藏30,35,40℃处理的MDA含量逐步下降,30d时降至低谷,此时40℃处理的MDA含量最低,35℃和40℃处理较CK有显著性差异( $P < 0.01$ ),30℃处理较CK无显著性差异;30d后各热处理MDA含量持续平缓上升,但35℃和40℃处理各时期均显著低于CK( $P < 0.01$ );在处理初期各处理含量高于CK,而随冷藏的继续,含量逐渐低于CK,这可能与热激解除后,各处理抗氧化酶激活后,其活性能在一段时期内维持较高的水平有关。

相对电导率是衡量细胞膜透性的指标。试验结果表明(图5),贮藏期间相对电导率有逐渐升高趋势,这和MDA含量变化趋势一致,30~45d时各处理相对电导率出现迅速上升。45℃处理出现异常,在30d期间,维持在一个高峰值,之后迅速下降,60d时种球已腐烂,这种现象的发生和热处理时细胞膜遭到严重破坏有关。进入冷藏第1天,除45℃处理外,各热处理的相对电导率明显低于CK,CK和30℃处理的相对电导率呈现先下降后上升趋势,35℃和40℃处理则没有低峰值。至90d前,各处理的相对电导率远低于CK,90d后各处理膜透性无差别,说明热处理能有效降低贮藏前期细胞膜透性。

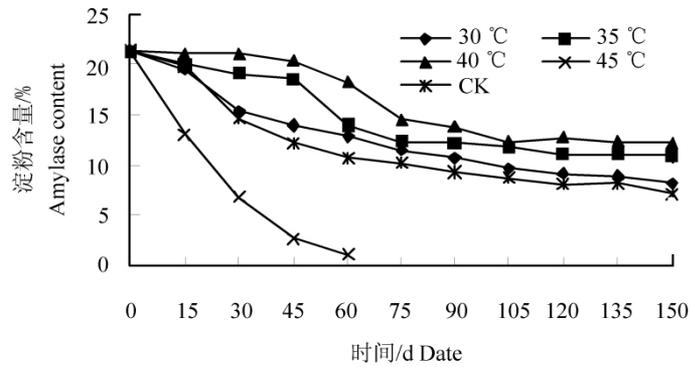


图3 热处理对冷藏种球淀粉含量的影响

Fig. 3 Effect of heat-treatment on the starch content of cold storage bulbs

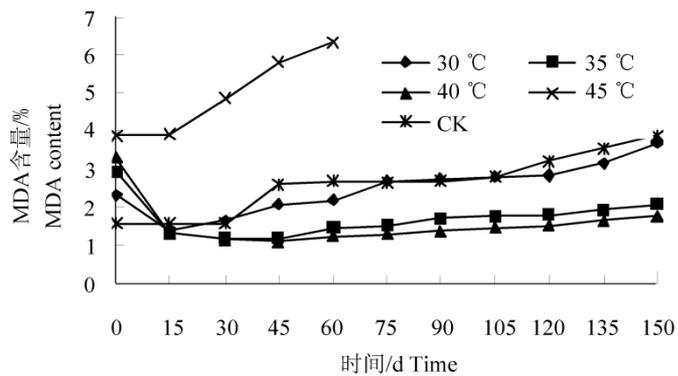


图4 热处理对冷藏种球MDA含量的影响

Fig. 4 Effect of heat-treatment on MDA content of cold storage bulbs

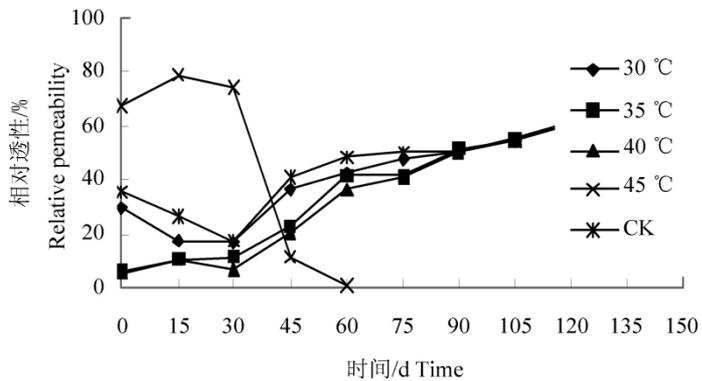


图5 热处理对冷藏种球细胞膜相对透性的影响

Fig. 5 Effect of heat-treatment on MDA content of cold storage bulbs

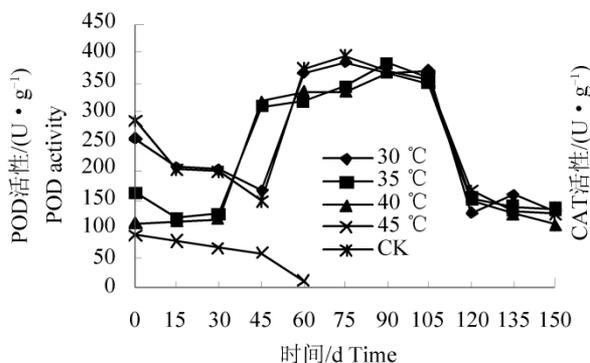


图6 热处理对冷藏种球 POD 活性的影响

Fig. 6 Effect of heat-treatment on POD activity of cold storage bulbs

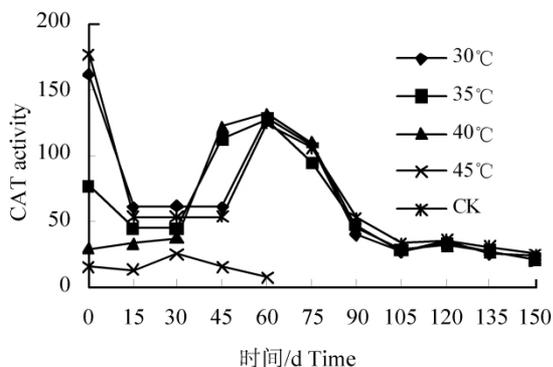


图7 热处理对冷藏种球 CAT 活性的影响

Fig. 7 Effect of heat-treatment on CAT activity of cold storage bulbs

### 2.5 热处理对种球冷藏过程 POD 和 CAT 活性的影响

POD 和 CAT 是植物组织重要的保护酶,可降低活性氧伤害。图6、7中显示,随热处理温度的提高,各处理入库冷藏时的 POD 活性和 CAT 活性迅速降低,在30 d内,除30℃处理外,各处理 POD 活性和 CAT 活性均显著低于 CK ( $P < 0.01$ );各处理 POD 活性和 CAT 活性都存在一个活性高峰期,35℃和40℃处理的 POD 活性和 CAT 活性,在30~45 d时段内出现迅速上升,较 CK 和30℃处理提早15 d左右,在90 d后各处理 POD 活性和 CAT 活性无显著差异,随贮藏时间延长,呈现下降的趋势;试验表明,经过热处理后,组织产生的活性氧自由基能力受到抑制,同时 POD 活性和 CAT 活性也处于较低水平,随着低温累积和种球的萌动,POD 活性和 CAT 活性迅速增加,因此 POD 活性和 CAT 活性变化拐点可作为种球解除休眠的参考指标之一。

## 3 讨论与小结

研究表明,采用水浴处理结合在  $(2 \pm 0.5)$ ℃ 条件贮藏,可明显改善百合种球低温处理的生理指标,对百合种球有很好的贮藏效果,黄作喜等<sup>[11]</sup>也认为热激结合冷藏处理能有效地促进百合种球发芽及植株生长,这可能是种球由于热处理刺激,产生相关植物蛋白,提高了种球的抗性,有关机理有待进一步研究确认。45℃处理,造成种球的细胞器膜结构遭到破坏、引起失水后,原生质分散成团块,形成一种不可逆的生理反应,从而引起种球的失水腐烂,和其他热处理相比较,起到相反的作用。

种球的呼吸强度不仅受外界环境条件的影响,还受组织内部生理状态的控制。本研究结果表明,百合种球在冷藏前期呼吸强度呈下降趋势,只在贮藏30 d时,种球休眠渐渐解除,其呼吸强度逐渐升高,无呼吸跃变峰出现。本试验结果表明,CK 和30℃处理使贮藏后期呼吸强度增强,而35℃和40℃处理降低贮藏期呼吸强度,抑制衰老。屠康等<sup>[12]</sup>研究也表明合适的热处理与直接贮藏相比可以减少贮藏中的西红柿呼吸作用。

种球的淀粉是衡量其品质的重要指标。种球中的糖分是由淀粉降解产生的,是代谢的中间产物,同时又作为呼吸底物而被消耗。试验结果表明,处理温度越高,淀粉含量下降幅度最大,30℃和40℃处理可以降低淀粉含量的下降,有利于保持种球冷藏质量。种球在冷藏过程中淀粉向糖的转化与淀粉酶活性呈显著相关<sup>[11]</sup>,在预实验中发现,在整个贮藏期间,经过热处理的种球能推迟淀粉酶活性高峰的到来,有效抑制种球在冷藏期间淀粉酶活性的升高。

不同温度处理冷藏处理的 MDA 含量的影响各不相同。而35℃和40℃处理有效抑制了冷藏春化期种球 MDA 含量的上升,减缓膜脂过氧化物的发生,降低了细胞膜的破坏程度;45℃处理加速了膜脂氧化的进程而使细胞膜受损<sup>[13]</sup>,使种球在贮藏中的 MDA 含量显著高于对照。采用热处理提高了 POD 和 CAT 在冷藏春化期间的活性,并使了 CAT 活性高峰的出现时间提早,活性能较长时间保持在较高水平;经过试验观测,POD 和 CAT 的活性和种球的休眠解除呈现对应关系,和师桂英<sup>[14]</sup>研究结果相符。

试验表明,采用35℃和40℃处理可使种球保持较好的生理性状,热处理的效应主要体现在种球

的冷藏中前期,后期生理变化主要由低温条件做为主导影响因子替代<sup>[15]</sup>。热水浴处理可以显著改善种球在冷藏中的各项生理指标。40℃的水浴热处理能有效抑制冷藏过程中前期的呼吸强度,改善氧化酶活性,降低膜透性,降低了冷藏前期淀粉酶活性,抑制淀粉的降解速率;种球的冷藏品质得到改善;可以在一定程度上延缓种球品质的下降。40℃热处理120 min可作为种球冷藏前的预处理技术加以应用。

参考文献:

- [1]刘雪凝,杨利平,马川.重复温汤处理对提高百合两品种耐热性的比较研究[J].河北农业大学学报,2010,33(2):5-8.
- [2]张丽华,车丽梅,李伟.不同杀螨剂对截形叶螨的毒力测定及田间药效试验[J].吉林农业科技学院学报,2011,20(1):10-11.
- [3]Con C G M. Hot-water treatment and cold storage to control the bulb mite *Rhizoglyphus robini* on lilies bulbs [J]. *Acta Hort*, 1992, 325: 797-804.
- [4]王祥宁,赵培飞,黎霞,等.种球热水除害设备研制及应用效果[J].安徽农业科学,2011,39(13):7680-7682.
- [5]刘雪凝,杨利平.热激锻炼对亚洲百合耐热性的诱导[J].东北林业大学学报,2011,39(5):64-66.
- [6]张桂.果蔬采后呼吸强度的测定方法[J].理化检验-化学分册,2005,41(8):596-597.
- [7]李合生,孙群.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:164-169.
- [8]陈毓荃.生物化学实验方法和技术[M].北京:科学出版社,2002:83-174.
- [9]林植芳,李卫腰,林植珠,等.水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及胰质过氧化作用的关系[J].植物学报,1984,28(6):608-615.
- [10]西北农生大学植物生理生化教研组.植物生理实验指导[M].西安:陕西科学技术出版社,1987.
- [11]黄作喜,丁忠贵.促进百合种球整齐发芽技术[J].林业科技开发,2001(6):13-14.
- [12]屠康,森本哲夫,桥本康.采后热处理对优化控制西红柿果实呼吸强度的影响[J].农业工程学报,2004,20(2):199-202.
- [13]陈碧华,罗庆熙,王广印,等.热激处理对甘蓝幼苗叶片细胞膜系统热稳定性的影响[J].华北农学报,2007,22(5):60-62.
- [14]师桂英,徐琼,贺新红,等.百合种球低温处理过程中抗氧化酶活性的变化及其与休眠解除的关系[J].中国农学通报,2010,26(7):156-165.
- [15]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.

(上接第1066页)

- [9]Gindaba J, Rozanov A, Negash L. Response of seedlings of two *Eucalyptus* and three deciduous tree species from *Ethiopia* to severe water stress [J]. *Forest Ecology and Management*, 2004, 201(1): 119-129.
- [10]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,2006:134-137.
- [11]李雪华,蒋得明,阿拉木萨,等.科尔沁沙地4种植物抗旱性的比较研究[J].应用生态学报,2002,13(11):1385-1388.
- [12]葛体达,隋方功,张金政,等.玉米根、叶质膜透性和叶片水分对土壤干旱胁迫的反应[J].西北植物学报,2005,25(3):507-512.
- [13]杨明,董怀军,杨文斌,等.四种沙生植物的水分生理生态特征及其在固沙造林中的意义[J].内蒙古林业科技,1994(2):4-7.
- [14]李向义,Thomas F M, Foetzki A, 等.自然状况下头状沙拐枣对水分条件变化的响应[J].植物生态学报,2003,27(4):516-521.
- [15]Chen L M, Zhang Z G, Yan J Y, et al. Effect of drought and rewatering on some physiological indexes of cotton leaves [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 1995, 10(4): 82-85.
- [16]李宁毅,刘冰,孙莉娟.烯效唑及水杨酸对矮牵牛穴盘苗生长及抗性生理指标的影响[J].上海农业学报,2010,26(4):64-68.
- [17]许大全.光合作用效率[M].上海:上海科学技术出版社,2002:43-44.
- [18]曹慧,许雪峰,韩振海,等.水分胁迫下抗旱性不同的两种苹果属植物光合特性的变化[J].园艺学报,2004,31(3):285-290.
- [19]王孝威,段艳红,曹慧,等.水分胁迫对短枝型果树光合作用的非气孔限制[J].西北植物学报,2003,23(9):1609-1613.
- [20]夏江宝,张光灿,刘刚,等.不同土壤水分条件下紫藤叶片生理参数的光响应[J].应用生态学报,2007,18(1):30-34.
- [21]Rodiyati A, Arisoelaningsih E, Isagi Y, et al. Responses of *Cyperus brevifolius* (Rottb.) HassK and *Cyperus kyllingia* Endl. to varying soil water availability [J]. *Environmental and Experimental Botany*, 2005, 53(3): 259-269.
- [22]尹丽,胡庭兴,刘永安,等.干旱胁迫对不同施氮水平麻疯树幼苗光合特性及生长的影响[J].应用生态学报,2010,21(3):569-576.