

冷藏对郁金香鳞茎碳水化合物含量及淀粉酶活性的影响

宁国龙, 刘迪, 艾博, 毛洪玉

(沈阳农业大学 辽宁 沈阳 110161)

摘要:以郁金香品种阿波罗、检阅、小黑人、普瑞斯玛、巴塞罗娜鳞茎为试材, 对不同时间的冷藏处理郁金香鳞茎不同部位的可溶性总糖含量、淀粉含量、淀粉酶活力的变化进行研究。结果表明: 郁金香鳞茎 5 个品种在冷藏处理期间可溶性总糖含量波动上升; 淀粉含量冷藏初期下降明显, 而后变化缓慢; 淀粉酶活力均上升; 相关分析表明淀粉与淀粉酶、可溶性总糖呈负相关, 淀粉酶与可溶性总糖呈正相关。

关键词: 郁金香; 鳞茎; 冷藏; 可溶性总糖; 淀粉; 淀粉酶

中图分类号: S 682.2⁺ 63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)21-0093-04

目前郁金香促成栽培或半促成栽培的应用越来越多^[1]。种球生理休眠的解除通常需经低温处理, 郁金香就是属于需接受一定时间的低温后, 其花茎才能得到充分生长, 并能开花的鳞茎植物^[2-3]。贮藏器官在低温下常常导致可溶性碳水化合物的积累^[4-5], 外观上没有形态和结构的显著变化。该试验研究了冷藏过程中郁金香鳞茎不同部位的淀粉、淀粉酶、可溶性总糖代谢规律, 为进一步研究郁金香种球的冷藏提供理论指导, 以期探讨鳞茎休眠解除的生理生化标志及揭示休眠机理提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为阿波罗 (Apeldoorn)、检阅 (Parade)、小黑人 (Nigrita)、普瑞斯玛 (Purissima)、巴塞罗娜 (Banja Luka) 5 个郁金香品种。选取鳞片抱合紧密、无病虫害、鳞茎盘无损伤的鳞茎。

1.2 试验方法

将郁金香种球放于 -5℃ 的恒温冷冻箱中低温冷藏处理, 处理 9 周, 每周取样 1 次, 每次每个郁金香品种取鳞茎 20 个, 分为外鳞茎、内鳞茎 (第 2~3 层) 和鳞茎盘 3 个部分, 各部分混合取样各 30 个, 样重 0.5 g。所取试材用液氮速冻后存于超低温 (-78℃) 冰箱中。分别对其进行可溶性总糖含量、淀粉含量、淀粉酶活力的测定。

可溶性总糖含量、淀粉含量、淀粉酶采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定^[6-7]。

2 结果与分析

2.1 不同时间冷藏处理对郁金香鳞茎可溶性总糖影响

不同时间冷藏处理对郁金香鳞茎各部分的可溶性糖含量的影响除巴塞罗娜鳞茎盘与内外鳞茎存在显著差异外, 其它 4 个品种均无明显差异。低温冷藏期间, 各个品种郁金香鳞茎不同部位的可溶性总糖含量呈增加的态势。

外鳞茎在冷藏处理的 1~6 周时间内, 可溶性糖含量增加的幅度较平稳。阿波罗、检阅、小黑人、普瑞斯玛、巴塞罗娜可溶性总糖分别增加了 18.58、28.41、28.91、22.68、26.20 mg/gFW。第 6 周以后, 可溶性糖含量增加较为显著。阿波罗在第 7 周时含量达到最大值 73.24 mg/gFW, 然后逐渐下降。检阅、小黑人、普瑞斯玛可溶性总糖在第 7 周出现 1 个波峰后, 检阅可溶性总糖含量迅速下降, 小黑人可溶性总糖迅速下降后又上升, 普瑞斯玛可溶性总糖缓慢下降后急剧上升达到最大值 87.53 mg/gFW。而巴塞罗娜可溶性总糖第 1~7 周持续上升, 第 8 周有所下降, 第 9 周达到最大值, 总体保持平稳的变化趋势。

内鳞茎在第 1~4 周, 小黑人、检阅、阿波罗、可溶性总糖含量迅速上升后下降, 在第 3 周出现 1 个小波峰, 普瑞斯玛平稳上升。第 4~6 周, 可溶性总糖含量上升幅度比 1~4 周明显变大, 普瑞斯玛、小黑人近直线上升, 检阅、阿波罗在第 5 周上升幅度大, 之后放缓, 形成第 2 个小波峰。第 6~9 周, 可溶性总糖含量上升幅度进一步加快, 在第 7 周上升幅度最大, 第 8 周又有所下降, 其中阿波罗下降最大, 4 个品种均在第 9 周达到最大值。而

第一作者简介: 宁国龙 (1979-), 男, 硕士, 现从事园林植物生理生态与栽培工作。E-mail: ngl-521@163.com。
通讯作者: 毛洪玉 (1974-), 女, 博士, 副教授, 现从事园林植物栽培生理研究工作。E-mail: maohongyu74@163.com。
收稿日期: 2010-07-22

巴塞罗娜在第 1~7 周可溶性总糖含量近直线上升,并在第 7 周达到最大值与外鳞茎保持一致的变化趋势。

鳞茎盘在第 1~5 周,除检阅可溶性总糖含量在第 5 周下降明显,其它 4 个品种可溶性总糖含量的变化趋势基本一致;在第 6~8 周,检阅、阿波罗、普瑞斯玛可溶性总糖含量变化较巴塞罗娜、小黑人平缓,但变化趋势一致。巴塞罗娜鳞茎盘可溶性总糖含量在第 7 周达到峰值后缓慢下降,其它 4 个品种在第 9 周可溶性总糖含量达到最大值。

在 9 周冷藏处理中,阿波罗、检阅、小黑人、普瑞斯玛、巴塞罗娜外鳞茎、内鳞茎、鳞茎盘可溶性总糖含量均分别增加。普瑞斯玛外鳞茎可溶性总糖含量升幅最大,为 59.03 mg/gFW,检阅外鳞茎可溶性总糖含量升幅最小,为 30.53 mg/gFW;内鳞茎普瑞斯玛可溶性总糖升幅最大,为 59.44 mg/gFW,巴塞罗娜内鳞茎可溶性总糖升幅最小,为 38.64 mg/gFW;鳞茎盘可溶性总糖升幅最大的是检阅,为 61.15 mg/gFW,升幅最小的是普瑞斯玛为 21.41 mg/gFW。

2.2 不同时间冷藏处理对郁金香鳞茎淀粉含量的影响

不同时间冷藏处理郁金香鳞茎各部分的淀粉含量均显著下降,5 个品种淀粉含量均表现为内鳞茎、外鳞茎与鳞茎盘存在着明显的差异,且内鳞茎淀粉的平均含量均高于外鳞茎的淀粉含量。在冷藏处理 1~9 周,郁金

香 5 个品种各部分淀粉含量的变化趋势以内鳞茎淀粉含量变化最为平稳,鳞茎盘变化波动最大,外鳞茎次之。淀粉含量变化最大的是外鳞茎。郁金香外鳞茎各品种淀粉含量在第 1~3 周下降最快,第 3 周淀粉含量与第 1 周淀粉含量比较,阿波罗、检阅、小黑人、普瑞斯玛、巴塞罗娜分别下降了 45%、23%、34%、21%、33%。检阅、小黑人外鳞茎淀粉含量持续下降到第 8 周后上升,淀粉含量上升幅度较大。其它 3 个品种在贮藏过程中淀粉含量波动变化较大的是普瑞斯玛、巴塞罗娜,波动最小的是阿波罗。内鳞茎检阅、普瑞斯玛淀粉含量在第 1~6 周内变化比阿波罗、小黑人、巴塞罗娜缓慢,第 6 周后淀粉含量迅速下降。小黑人内鳞茎淀粉含量在第 5 周开始变化趋于平稳,阿波罗内鳞茎淀粉含量在第 7 周稍有上升后继续下降,第 9 周又迅速上升。巴塞罗娜内鳞茎淀粉含量在第 6 周开始迅速上升后下降。鳞茎盘的淀粉含量在第 1~3 周迅速下降,在第 3~6 周内淀粉含量回升后继续下降,在第 6~9 周除阿波罗外,4 个品种淀粉含量在第 7 周出现峰值后下降。阿波罗在第 6、7 周淀粉下降缓慢,第 9 周升高。在冷藏处理结束时阿波罗、检阅、小黑人、普瑞斯玛、巴塞罗娜外鳞茎淀粉含量分别下降了 180.72、129.4、97.94、161.67、139.07 mg/gFW,外鳞茎淀粉含量下降幅度达到了 67%、46%、37%、60%、

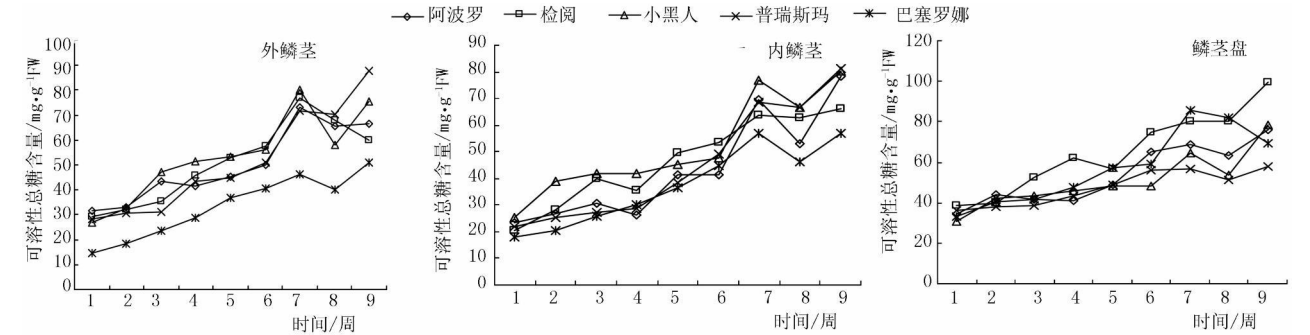


图 1 不同品种不同贮藏时期郁金香鳞茎各部分可溶性总糖含量变化

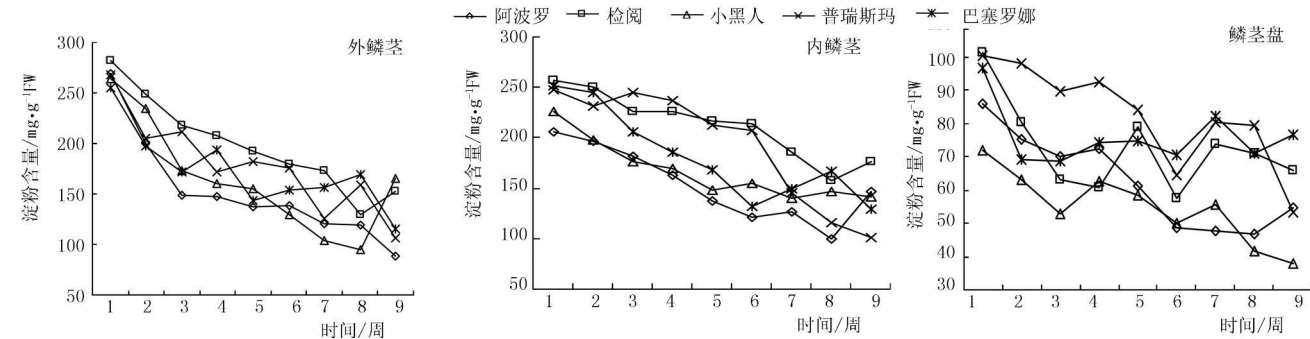


图 2 不同品种不同贮藏时期郁金香鳞茎各部分淀粉含量变化

55%；内鳞茎淀粉含量分别下降了 59. 14、79. 94、84. 83、146. 85、122. 49 mg/gFW，内鳞茎淀粉含量下降幅度达到了 29%、31%、37%、59%、49%；鳞茎盘淀粉含量分别下降了 30. 80、35. 49、34. 29、46. 96、19. 88 mg/gFW，鳞茎盘淀粉含量下降幅度达到了 36%、35%、48%、47%、21%。

2.3 不同时间冷藏处理对郁金香鳞茎淀粉酶活力影响
不同时间冷藏处理郁金香鳞茎各部分的淀粉酶活力平稳上升，5 个品种淀粉酶活力均表现为内鳞茎> 外鳞茎> 鳞茎盘。阿波罗、巴塞罗娜内鳞茎、外鳞茎与鳞茎盘淀粉酶活力存在着明显的差异；小黑人内鳞茎淀粉

酶活力与外鳞茎、鳞茎盘存在着明显的差异；普瑞斯玛鳞茎内、外、盘淀粉酶活力均达到显著性水平。在冷藏处理 1~9 周，5 个郁金香品种外鳞茎淀粉酶活力的变化最大的是小黑人，与贮藏初期比较上升了 3.64 mg · g⁻¹ · min⁻¹ FW，变化最小的是普瑞斯玛，仅上升了 1.89 mg · g⁻¹ · min⁻¹ FW；内鳞茎淀粉酶活力的变化最大的是普瑞斯玛，上升了 3.05 mg · g⁻¹ · min⁻¹ FW，变化最小的是检阅，上升了 2.30 mg · g⁻¹ · min⁻¹ FW；鳞茎盘淀粉酶活力的变化最大的是小黑人，上升了 6.30 mg · g⁻¹ · min⁻¹ FW，巴塞罗娜上升最小，为 1.34 mg · g⁻¹ · min⁻¹ FW。

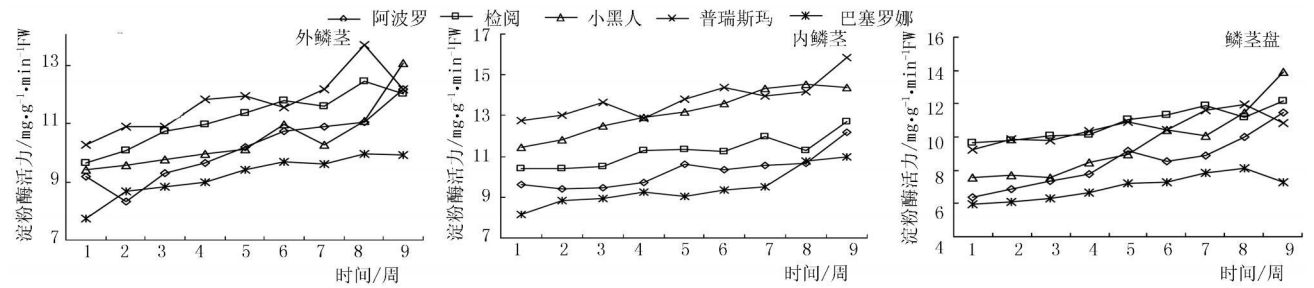


图 3 不同品种不同贮藏时期郁金香鳞茎各部分淀粉酶活力变化

2.4 不同时间冷藏处理郁金香鳞茎可溶性总糖、淀粉与淀粉酶活力相关分析
用 SPSS 17.0 对淀粉酶、可溶性总糖、淀粉数据进

行处理，由表 1 可见，郁金香鳞茎各部分淀粉酶与可溶性总糖存在着显著的正相关，与淀粉呈负相关。可溶性总糖与淀粉呈负相关。

表 1		郁金香鳞茎各部分淀粉酶、淀粉、可溶性总糖相关性								
品种	部位	淀粉			可溶性总糖			淀粉酶		
		外	内	盘	外	内	盘	外	内	盘
阿波罗	外	-0.771 *			-0.800 **			0.871 **		
	内		-0.584			-0.631			0.894 **	
	盘			-0.771 *			-0.896 **			0.865 **
检阅	外	-0.992 **			-0.880 **			0.876 **		
	内		-0.754 *			-0.938 **			0.837 **	
	盘			-0.422			-0.564			0.929 **
小黑人	外	-0.420			-0.798 **			0.684 *		
	内		-0.934 **			-0.828 **			0.916 **	
	盘			-0.868 **			-0.779 *			0.876 **
普瑞斯玛	外	-0.721 *			-0.905 **			0.762 *		
	内		-0.806 **			-0.972 **			0.866 **	
	盘			-0.507			-0.883 **			0.768 *
巴塞罗娜	外	-0.888 **			-0.866 **			0.925 **		
	内		-0.721 *			-0.918 **			0.793 *	
	盘			-0.219			-0.153			0.793 *

3 结论与讨论

植物体内糖类含量的变化是低温条件下植物代谢较为敏感的生理指标之一^[89]，淀粉在维持碳水化合物供需平衡中起着重要作用。该试验中淀粉在向可溶性糖转化过程中并不是持续下降，在冷处理过程中淀粉含

量有升高的现象。分析原因可能是淀粉分解缓慢，向糖转化受阻所致。这种现象在孙焱^[4]、孙红梅^[10]等人的研究中有报道。各品种郁金香在 9 周的冷藏中内鳞茎、外鳞茎与鳞茎盘淀粉含量存在着明显的差异，且内鳞茎淀粉的平均含量均高于外鳞茎的淀粉含量。但冷藏 9

周时与冷藏 1 周相比淀粉含量变化最大的是外鳞茎,内鳞茎次之,鳞茎盘最小。分析原因,外、内鳞茎作为主要的营养贮藏器官,淀粉的降解过程中是由外鳞茎先开始的。

鳞茎细胞内淀粉酶的活性与淀粉降解紧密相关。郁金香在冷藏过程中外鳞茎、内鳞茎、鳞茎盘淀粉含量均下降,其中以外鳞茎淀粉含量下降幅度最大,内鳞茎次之,鳞茎盘最小。在冷藏过程中淀粉含量下降,可溶性总糖含量上升,淀粉酶活力增大。相关分析表明,淀粉含量与淀粉酶、可溶性总糖含量存在着显著的负相关,而淀粉酶与可溶性总糖含量之间存在着显著的正相关。说明郁金香鳞茎淀粉在低温处理过程中逐渐转化为可溶性糖,这种低温糖化反应主要是淀粉酶作用的结果。

5 个郁金香品种,外鳞茎、内鳞茎、鳞茎盘冷藏第 7 周均出现明显的波峰,可溶性总糖含量增加显著,分析原因可能是 5 个品种郁金香在第 7 周打破休眠。有研究显示糖能够以类似植物激素的方式作为一种信号分子存在,在植物的生长、发育、成熟和衰老等许多过程中发挥调控作用^[11]。

参考文献

[1] 王意成.郁金香[M].南京:江苏科学技术出版社,2000.

- [2] 王蕾,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,2004,28(1):66-70.
- [3] Walch K, van Hasselt P R. The influence of low temperature on the phospholipids composition and flowering capacity of tulip bulbs[J]. Physiol-Plant, 1992, 85(3): 407-410.
- [4] 孙巍,张延龙,牛立新.低温贮藏期间不同含水量郁金香种球的几种生理生化指标变化[J].植物生理学通讯,2008,44(2):240-242.
- [5] 唐楠,张露,唐道城.不同温度处理对郁金香鳞茎中水分及干物质含量的影响[J].青海大学学报,2009,27(6):65-69.
- [6] 郝建军,刘延吉.植物生理学试验技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2001:138.
- [7] 薛应龙.植物生理学试验手册[M].上海:上海科学技术出版社,1985:138-139.
- [8] Miller O, Kiplinger D C. Interaction of temperature and time of vernalization on northwest easter lilies[J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1966, 88: 635-645.
- [9] Imanishi H. Sleeper occurrence after chilling in relation to depth of dormancy and bulb storage in easter lily bulbs[J]. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 1997, 66(1): 157-162.
- [10] 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.
- [11] KOCH K E, YING Z, WU Y, et al. Multiple paths of sugar sensing and a sugar/oxygen overlap for genes of sucrose and ethanol metabolism[J]. J Exp Bot, 2000(51):417-427.

Effect of Cold Storage on Carbohydrate Contents and Amylase Activities of Tulip Bulb

NING Guo-long, LIU Di, AI Bo, MAO Hong-yu

(Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: Taking Tulip bulbs of Apeldoorn, Parade, Nigrita, Purissima, Banja Luka as test materials, cold treatment for different times in different parts of Tulip bulbs total soluble sugar content, starch content and amylase activity were studied. The results showed that the five varieties of Tulip bulbs during cold treatment in the total soluble sugar content increased volatility; starch content decreased significantly early days of storage, then change slowly; amylase activity were increased. Correlation analysis showed that the starch and amylase, was negatively correlated with total soluble sugar, amylase and total soluble sugars were positively correlated.

Key words: Tulip; bulb; low temperature storage; total soluble sugar; starch; amylase