

刘芳,汪志强,盛云燕,等. 淀粉代谢及呼吸代谢对百合鳞茎破眠的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(18):139-141.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.18.034

# 淀粉代谢及呼吸代谢对百合鳞茎破眠的影响

刘芳<sup>1</sup>,汪志强<sup>2</sup>,盛云燕<sup>1</sup>,景艳莉<sup>1</sup>,王彦宏<sup>1</sup>,廉华<sup>1</sup>,靳亚忠<sup>1</sup>

(1. 黑龙江八一农垦大学农学院,黑龙江大庆 163319; 2. 黑龙江八一农垦大学信息学院,黑龙江大庆 163319)

**摘要:**以细叶百合休眠鳞茎为试验材料,研究百合鳞茎低温冷藏过程中,淀粉代谢及呼吸代谢对鳞茎休眠的影响。结果表明,百合鳞茎中部鳞片细胞的淀粉粒数量及淀粉含量在低温冷藏过程中逐渐减少或降低。鳞茎冷藏过程中线粒体数量总体上呈逐渐上升的趋势,在冷藏 36 d 后线粒体发生缢裂现象。冷藏后期,圆球形线粒体数量大幅度增加,鳞茎冷藏 12~24 d 内呼吸速率下降,36~84 d 内呼吸速率随冷藏时间的延长呈递增趋势。活跃的呼吸代谢及淀粉代谢为鳞茎破眠提供了能源保障。

**关键词:**细叶百合;鳞茎;休眠;淀粉代谢;呼吸代谢

**中图分类号:** S682.2<sup>+</sup>65.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)18-0139-02

百合是一种观赏性及经济性较强的植物,其鳞茎在秋季采收后会进行生理休眠,人们通常用低温冷藏的方法打破百合鳞茎的自然休眠。在百合休眠期间,养分主要靠鳞茎内部贮藏的大量糖类物质提供,淀粉占相当大的比例。在低温处理打破休眠过程中,鳞茎内发生低温糖化现象<sup>[1]</sup>,主要贮藏物质——淀粉发生水解,淀粉向可溶性糖转化,可溶性碳水化合物得到积累<sup>[2]</sup>。鳞茎不同部位的淀粉含量各有差异<sup>[3]</sup>,糖类化合物的代谢规律也因百合种类的不同而存在差异<sup>[4]</sup>。休眠过程中呼吸作用影响着细胞的生理代谢水平,糖类代谢与呼吸代谢之间的联系对百合鳞茎休眠破除的影响对揭示百合鳞茎休眠的生理机制具有重要的意义。有关百合鳞茎休眠破除过程中淀粉代谢与呼吸代谢之间的关系的研究尚未见报道,本研究旨在揭示百合鳞茎休眠过程中呼吸代谢动态对淀粉代谢的影响,为进一步明确百合鳞茎休眠破除的生理机制提供理论支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料是从辽宁省凌源市引种的细叶百合,鳞茎周径 4~6 cm。

### 1.2 试验方法

2014 年 10 月下旬收获百合鳞茎,用 50% 多菌灵可湿性粉剂清洗后置于 5℃ 冰箱中保存。冷藏阶段,每 12 d 随机取样 1 次,共 8 次。每次取 5 个鳞茎,中部鳞片一部分参照曾小鲁的方法<sup>[5]</sup>做石蜡切片观察淀粉粒数量,另一部分参照李合生的方法<sup>[6]</sup>测定淀粉含量;茎尖部分参照孟凡娟等的方法<sup>[7]</sup>制作超薄切片观察线粒体变化。再取 5 个鳞茎参照王晶英等的方法<sup>[8]</sup>测定呼吸速率,以单位时间单位质量叶片产生的

CO<sub>2</sub> 质量计。淀粉粒及线粒体数量的观察每次取 3 个视野,每个视野 5 个细胞。各指标测定均重复 3 次。

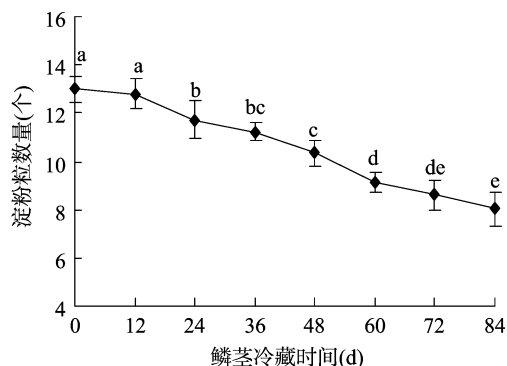
### 1.3 数据分析

试验数据采用 Excel 处理并用 SAS 软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 百合鳞茎破眠过程中细胞淀粉粒数量的变化

由图 1 可知,百合鳞茎中部鳞片细胞的淀粉粒数量在低温冷藏过程中逐渐减少。冷藏 0~12 d 内下降幅度不大,鳞茎在冷藏 24 d 后淀粉粒数量下降趋势明显,淀粉粒数量在冷藏 24 d 时显著低于冷藏 0、12 d。冷藏 84 d 时细胞淀粉粒只有 8 个,冷藏 84 d 时淀粉粒数量与冷藏 0~60 d 相比差异均显著( $P < 0.05$ )。



不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,图 2、图 3、图 5 同

图 1 冷藏过程中淀粉粒数量的变化

### 2.2 百合鳞茎破眠过程中淀粉含量的变化

由图 2 可知,百合鳞茎低温冷藏过程中,随着冷藏时间的延长,中部鳞片淀粉含量呈现逐渐下降的趋势。冷藏 0~12 d 下降缓慢,冷藏 24 d 时下降幅度增大,在冷藏 24 d 时百合鳞茎中淀粉含量显著低于冷藏 0、12 d。冷藏 36 d 时淀粉含量下降幅度缓和,冷藏 60 d 后下降幅度有所增大。冷藏 60~80 d 时淀粉含量与冷藏过程中其他取样时间相比差异均显著( $P < 0.05$ )。

收稿日期:2016-04-21

基金项目:大庆市指导性科技计划(编号:zd-2016-105);黑龙江八一农垦大学校内培育课题资助计划(编号:XZR2015-01)。

作者简介:刘芳(1980—),女,黑龙江哈尔滨人,博士,实验师,主要从事园艺植物种质资源研究。E-mail:byndliufang@163.com。

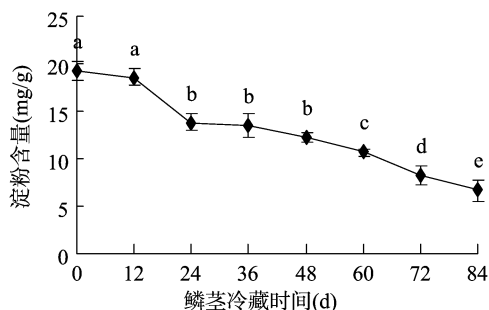


图2 冷藏过程中淀粉含量的变化

### 2.3 百合鳞茎破眠过程中细胞线粒体的变化

由图3可知,百合鳞茎的线粒体数量较多,采收时每个细胞内可达16.3个。鳞茎冷藏过程中线粒体数量总体上呈逐渐上升的趋势,冷藏0~36 d内线粒体数量变化差异不显著,

从冷藏48 d开始线粒体数量与冷藏0 d时相比差异显著( $P < 0.05$ )。百合鳞茎冷藏期间,线粒体内嵴数量有所增加,在冷藏24 d后很多线粒体发生缢裂现象;冷藏后期,圆球形线粒体数量大幅度增加(图4)。

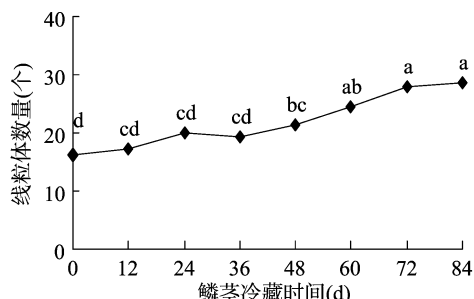
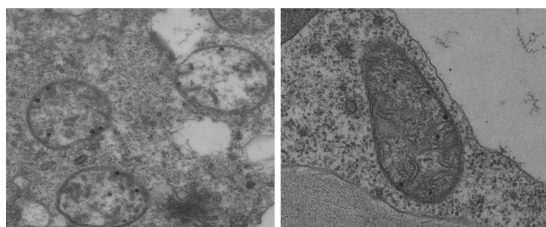


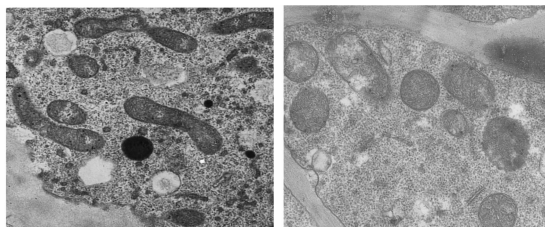
图3 冷藏过程中茎尖细胞线粒体数量的变化



冷藏 0 d

冷藏 24 d

图4 冷藏过程中百合鳞茎茎尖细胞线粒体的超微结构



冷藏 48 d

冷藏 84 d

### 2.4 百合鳞茎破眠过程中鳞茎呼吸速率的变化

由图5可知,鳞茎采收时呼吸速率最高,为13.84 mg/(kg·h),显著高于其他冷藏时期( $P < 0.05$ )。鳞茎冷藏过程中呼吸速率下降,在冷藏12~24 d内,呼吸速率下降较快,冷藏至24 d时呼吸速率降至最低。冷藏36 d后呼吸速率逐渐上升,冷藏36~84 d内呼吸速率随冷藏时间的延长呈递增趋势,冷藏84 d时鳞茎的呼吸速率与其他时期相比差异均显著( $P < 0.05$ ),此时呼吸速率已上升到冷藏期的最大值,可达7.5 mg/(kg·h),但仍比采收时鳞茎的呼吸速率低,可能是因为整个冷藏过程中的温度比采收时室外日平均温度低。

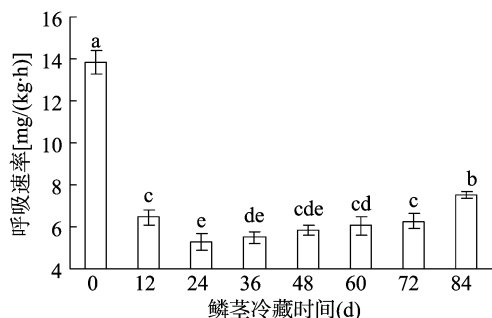


图5 冷藏过程中鳞茎呼吸速率的变化

## 3 讨论

鳞茎是百合休眠期营养物质的贮藏器官,在细叶百合鳞茎低温处理的整个过程中,鳞茎休眠的程度和状态与鳞茎内的淀粉代谢和呼吸代谢的水平密切相关。生物膜是植物生理生化代谢活动的中心,细胞内很多生理生化活动都是在生物膜上或周围空间内进行的。在鳞茎冷藏12~84 d内,线粒体的数量及管泡状内嵴的数量都有所增加,由于线粒体是有氧

呼吸的主要场所,因此,线粒体内各种酶活动接触的生物膜面积大大增加。

淀粉是百合休眠鳞茎的主要贮藏物质,鳞片是百合鳞茎的主要结构,储存着大量的糖类化合物,鳞茎冷藏过程中,鳞片内淀粉粒数量逐渐减少,淀粉逐渐降解,前期研究可知,在此过程中促进淀粉分解的 $\alpha$ -淀粉酶、 $\beta$ -淀粉酶以及淀粉磷酸化酶在冷藏36~60 d内活性上升均较快<sup>[9]</sup>,本研究中淀粉含量的逐渐降低与之相一致,鳞茎休眠解除进程中淀粉蔗糖代谢活跃,蔗糖合成方向代谢关键酶蔗糖合成酶(SS)、蔗糖磷酸合成酶(SPS)活性均呈上升趋势,糖类代谢酶类调控基因 $\alpha$ -淀粉酶基因<sup>[10]</sup>、 $\alpha$ -葡萄糖苷酶、糖基转移酶、腺嘌呤核苷三磷酸(ATP)合成酶等<sup>[11]</sup>在这个过程中也有较高的表达量。而这些酶类的变化过程与细胞器的变化有密切关系,冷藏过程中百合鳞茎细胞高尔基体分泌囊泡数明显增多<sup>[12]</sup>,不断有新的高尔基体合成,这些重要的糖代谢酶在核糖体中合成后要通过内质网和高尔基体的转运与加工,冷藏过程中大量增加的内质网桥为其转运提供了通道,酶类合成和在细胞内外运输过程中需要消耗大量的能量,线粒体数量的增加为其提供了能源保障。

### 参考文献:

- [1] Miller W B, Langhans R W. Low temperature alters carbohydrate metabolism in Easter lily bulbs [J]. HortScience, 1990, 25 (4): 463-465.
- [2] Shin K S, Chakrabarty D, Paek K Y. Sprouting rate, change of carbohydrate contents and related enzymes during cold treatment of lily bulblets regenerated in vitro [J]. Scientia Horticulturae, 2002, 96 (1): 195-204.

郑定华,袁淑娜,陈俊明,等. 橡胶林下间作广金钱草的生长及产量[J]. 江苏农业科学,2017,45(18):141-144.

doi:10. 15889/j. issn. 1002-1302. 2017. 18. 035

# 橡胶林下间作广金钱草的生长及产量

郑定华,袁淑娜,陈俊明,黄坚雄,潘 剑,李 娟,周立军

(中国热带农业科学院橡胶研究所/农业部儋州热带作物科学观测实验站,海南儋州 571737)

**摘要:**为初步了解广金钱草在橡胶林下的间作发展潜力,以广金钱草的露地栽培为对照,对不同橡胶林下间作广金钱草的主要生长及产量进行比较研究。结果表明,除叶片长度和宽度相对稳定外,广金钱草的自然高、主茎长、分枝数、叶面积指数及单位面积地上部产量整体上表现为:露地栽培 CK > 全周期间作模式胶园间作 > 中幼林间作 > 传统成龄胶园间作;其中自然高、主茎长、分枝数两两间的正相关均达 0.01 水平显著,且三者分别与单位面积地上部产量、叶产量、茎产量间的正相关也均达到 0.01 水平显著。说明广金钱草虽可耐受较大的阴蔽但喜阳,光照不足会显著影响橡胶林下间作广金钱草的生长及产量,其在海南进行露地栽培较具潜力,也可作为全周期间作模式胶园的备选间作物。

**关键词:**广金钱草;橡胶林;间作;备选作物;光照;生长;产量

**中图分类号:** S725;S344.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)18-0141-04

橡胶林是我国种植面积最大的热带经济林,是热区林业经济收入的重要来源。长期以来,除幼龄胶园外,成龄胶园林下蕴含的大量土地资源没有得到有效利用。近年来,橡胶价格持续低迷,胶园效益低下,利用林下土地资源发展林下经济受到高度关注。进行林下间作是林下经济的首选,但目前成龄胶园林下可选的间作物太少,从而制约了成龄胶园间作的发展,筛选新的间作物及开发新的间作模式成为研究热点。林位夫等在宽窄行种植的基础上,通过选植直立疏朗型橡胶品种结合胶树株行距调整的方法,推出全周期间作模式胶园并进行多年的研究<sup>[1]</sup>,前期研究结果表明<sup>[2]</sup>,与传统的成龄胶园相比,全周期间作模式胶园在不显著减少橡胶株产的前

提下,可提高林下土地和光照资源的利用率,该模式为解决成龄胶园间作这一难题开辟了新的思路和模式。

广金钱草[*Desmodium styracifolium* (Osborne) Merr.]为豆科山蚂蝗属植物的干燥地上部分<sup>[3]</sup>,具清热祛湿、利尿通淋、排石的功效,用于尿路感染、泌尿系结石、胆囊结石、肾炎浮肿、黄疸型肝炎、小儿疮积、痈肿等症<sup>[4]</sup>。其中,广东、广西是广金钱草种植面积较大的区域<sup>[5]</sup>;海南省较适合广金钱草的生长<sup>[5-6]</sup>,有栽培种及野生种分布<sup>[5-8]</sup>,有研究指出采自海南的广金钱草中夏佛塔苷的含量高于其他地区<sup>[5]</sup>。橡胶林下发现有广金钱草<sup>[5,9]</sup>,也曾有报道在橡胶林<sup>[10]</sup>及油茶林<sup>[11]</sup>下间作广金钱草,但笔者并未发现其跟踪报道。本试验对不同橡胶林下间作广金钱草的主要生长及产量指标进行比较研究,并初步评价广金钱草在橡胶林下的间作发展潜力。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况与试验材料

试验地点位于中国热带农业科学院试验场三队(19°32'55"N,109°28'30"E),为典型的热带海洋季风气候区,年均温度 20.8~26.0℃,每年旱季、雨季较分明,雨季在 5—10 月,主要集中在 7—9 月,年降水量约 1 600 mm。

收稿日期:2017-02-16

基金项目:海南省自然科学基金(编号:20163139);中国热带农业科学院基本科研业务费专项(编号:1630022017018);现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-34-GW4)。

作者简介:郑定华(1981—),男,硕士,助理研究员,研究方向为橡胶林下间作及资源综合利用。Tel:(0898)23306692;E-mail:zheng810830428@163.com。

通信作者:周立军,博士,副研究员,硕士生导师,研究方向为橡胶林下间作及资源综合利用。

[3]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.

[4]涂淑萍,穆 鼎,刘 春. 百合鳞茎低温解除休眠过程中的生理生化变化研究[J]. 江西农业大学学报,2005,27(3):404-407.

[5]曾小鲁. 实用生物学制片技术[M]. 北京:高等教育出版社,1989:75-84.

[6]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,2000:204-205.

[7]孟凡娟,庞洪影,王建中,等. NaCl 和 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 胁迫下两种刺槐叶肉细胞叶绿体超微结构[J]. 生态学报,2011,31(3):734-741.

[8]王晶英,敖 红,张 杰,等. 植物生理生化实验技术与原理

[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2003:72-74.

[9]刘 芳. 细叶百合鳞茎休眠解除过程的生物学分析[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2014.

[10]Sato A, Okubo H, Saitou K. Increase in the expression of an alpha-amylase gene and sugar accumulation induced during cold period reflects shoot elongation in hyacinth bulbs [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2006, 131(2): 185-191.

[11]马春莲. 低温解除百合鳞茎休眠过程中抑制性差减 cDNA 文库构建及 EST 分析[D]. 武汉:华中农业大学,2012:45-55.

[12]贺晓芳. 龙牙百合低温解除休眠中茎尖的显微和超微结构变化[D]. 南昌:南昌大学,2006:18-22.