

## 寒地百合小鳞茎膨大发育过程中碳水化合物的变化研究

景艳莉<sup>1,2</sup>, 刘芳<sup>1</sup>, 周蕴薇<sup>2</sup>

(1. 黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 东北林业大学 园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

**摘要:** 对 2 个百合品种的小鳞茎膨大发育过程中碳水化合物变化进行了研究。结果表明: 百合鳞茎和新鳞茎中淀粉含量始终高于茎叶和根; 小鳞茎中淀粉含量苗期前降低, 苗期至半枯期持续增加, 半枯期至采收期淀粉含量稍下降; 鳞茎中可溶性糖含量于栽植期最高, 栽植期至苗期迅速下降, 此后其含量基本稳定; 鳞茎中还原糖从栽植期至现蕾后 24 d 始终呈下降趋势, 而后稳中有升; 茎叶中淀粉和可溶性糖含量从栽植期至半枯期始终呈上升趋势; 苗期后, 根系中还原糖含量几乎始终呈上升趋势。

**关键词:** 寒地; 百合; 小鳞茎; 膨大; 碳水化合物

**中图分类号:** S 682.2<sup>+</sup>9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)07-0074-03

百合是(*Lilium* spp.)世界著名的园艺植物, 百合花花姿高雅, 花型独特, 寓意美好, 享有“球根花卉之王”的美誉, 成为世界五大鲜切花之一。目前, 我国百合种球的生产尚处于探索阶段, 由于受气候条件、繁育技术等方面的限制, 生产用种球大多依赖于进口。关于百合种球的发育已有很多报道, 但国内外对于百合小鳞茎的膨大发育生理研究很少<sup>[1-3]</sup>, 膨大发育机理尚不明确。该试验以周径为 4~6 cm 的百合小鳞茎为试材, 研究其膨大发育过程中碳水化合物变化, 以期揭示百合小鳞茎膨大发育机理和种球繁育提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料为亚洲百合品种‘普瑞头’(Prato)和亚铁杂交种‘耀耀’(Evening Star), 鳞茎周径 4~6 cm, 平均单球重分别为 2.63 g 和 2.72 g。

### 1.2 试验方法

试验于东北林业大学林场苗圃中进行, 露地高床种植, 株行距为 10×15 cm, 栽植深度 6~7 cm。种植前用 50% 多菌灵可湿性粉剂和敌克松药剂浸球 30~60 min, 阴干。生长期间分别于 7 月和 8 月各进行 1 次叶面追肥, 7 月上旬现蕾期除蕾。

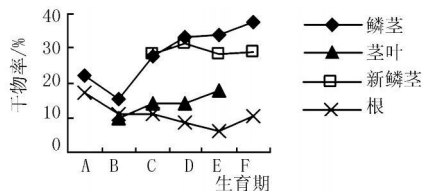
在百合小球生长发育过程中, 分别于栽种期(5 月 7 日)、苗期(6 月 4 日)、蕾期(7 月 12 日, 除蕾)、除蕾 24 d(8 月 5 日)、半枯期(8 月 26 日)和采收期(10 月 2 日)取

样。每次取样株 10 株, 分成鳞茎、新鳞茎、茎叶和根 4 部分, 混合取样, 液氮速冻, 于 -80 ℃ 低温冰箱保存, 实验室中测定各项生理指标。总糖和还原糖含量的测定采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法<sup>[3]</sup>; 淀粉和可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法<sup>[3-4]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 百合小鳞茎膨大发育过程中干物质含量变化

由图 1 可见, ‘普瑞头’百合小鳞茎的干物率除苗期前下降外, 苗期后至采收期其干物率始终呈上升趋势, 这说明百合小鳞茎中的干物质充实累积始终持续在进行, 是地下生长中心。新鳞茎自现蕾期形成后, 其干物率增长不明显, 这说明在百合小鳞茎膨大发育过程中, 新鳞茎的干物质累积能力不如其母体小鳞茎。茎叶干物率呈稳中有升趋势, 而根系中干物率基本呈下降趋势, 但半枯期后上升。



A—栽植期; B—苗期; C—现蕾期; D—蕾后 24 d; E—半枯期; F—采收期

图 1 ‘普瑞头’百合小鳞茎膨大发育过程中干物质含量变化

### 2.2 百合小鳞茎膨大发育过程中淀粉含量变化

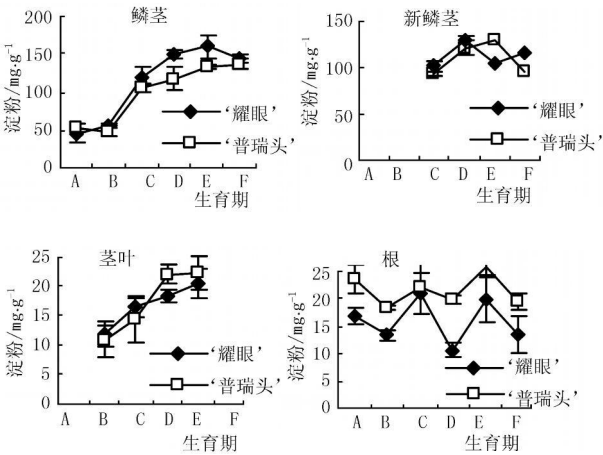
由图 2 可见, 百合鳞茎和新鳞茎中淀粉含量始终高于茎叶和根。百合鳞茎中淀粉含量苗期前稍降低, 苗期至半枯期迅速提高, 半枯期后, 其含量下降。

‘耀耀’和‘普瑞头’百合新鳞茎中淀粉含量于现蕾后 24 d 内迅速提高, 此后 2 品种淀粉含量变化相反。

第一作者简介: 景艳莉(1974), 女, 讲师, 现主要从事植物栽培生理研究工作。E-mail: byndjyl@163.com。

基金项目: 教育部留学回国人员科研启动基金资助项目; 哈尔滨市留学回国人员基金资助项目(2003AFLXJ003)。

收稿日期: 2009-12-25

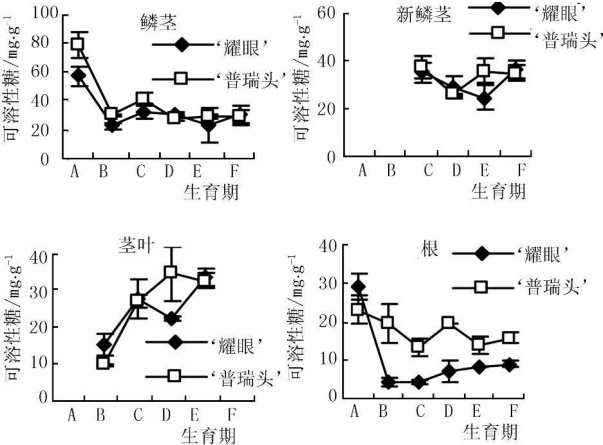


A—栽植期 B—苗期 C—现蕾期 D—蕾后 24 d E—半枯期 F—采收期  
图 2 百合小鳞茎膨大发育过程中各部分淀粉含量变化

百合茎叶的鲜重和干重现蕾期后即逐渐下降,但其干物率和淀粉含量从苗期至半枯期却始终呈上升趋势;而根系中淀粉含量则在一定范围内呈折线形变化。

2.3 百合小鳞茎膨大发育过程中可溶性糖含量变化

可溶性糖主要包括葡萄糖、果糖和蔗糖,是植物体内可直接利用和运输的营养物质,其含量高低可反映植物体内的代谢。由图 3 可见,2 个百合品种的小鳞茎中可溶性糖含量于栽植期最高,苗期前期含量迅速降低消耗,供植物生长需要;苗期至现蕾期其含量又所有提高,以后基本保持稳定,这说明运转来的可溶性糖不断转化为淀粉等贮藏物质,使鳞茎不断膨大充实。



A—栽植期 B—苗期 C—现蕾期 D—蕾后 24 d E—半枯期 F—采收期  
图 3 百合小鳞茎膨大发育过程中各部分可溶性糖含量变化

从现蕾期新鳞茎形成后其可溶性糖含量就开始下降,‘耀眼’百合新鳞茎自半枯期可溶性糖含量有所提高,‘普瑞头’百合可溶性糖含量现蕾后 24 d 至半枯期提高,而后保持稳定。

‘普瑞头’百合茎叶中可溶性糖含量从苗期至半枯期始终呈上升趋势,说明光合作用不断合成可溶性糖;

‘耀眼’百合茎叶中可溶性糖含量于半枯期最高,现蕾后 24 d 内其可溶性糖含量降低。

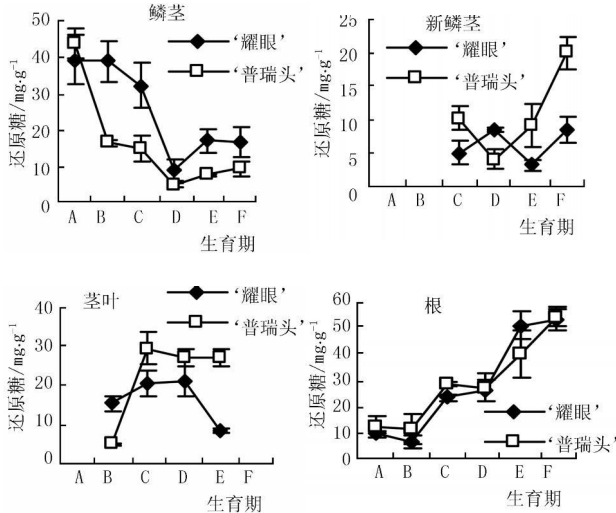
根系中可溶性糖含量于栽植期最高,而后迅速下降,现蕾期后其含量稳中有升。

2.4 百合小鳞茎膨大发育过程中还原糖含量变化

由图 4 可见,百合小鳞茎中还原糖含量于栽植期最高,栽植期至蕾后 24 d 内其含量下降,此后上升。

2 个百合品种新鳞茎中还原糖含量变化规律不同。‘普瑞头’百合新鳞茎中还原糖含量先降后升,转折点在蕾后 24 d;而‘耀眼’百合还原糖变化曲线呈“N”字形。这可能与 2 个百合品种新鳞茎分化数量不同而产生不同代谢水平有关,‘普瑞头’百合新鳞茎产生数量多,平均每球产新鳞茎 4.3 个,而‘耀眼’百合平均每球产新鳞茎仅 1.3 个。

2 个百合品种茎叶中还原糖含量变化曲线也不相同。‘普瑞头’百合苗期至现蕾期迅速提高,此后,其含量稳中微降;而‘耀眼’百合 8 月份茎叶中还原糖迅速下降。根系中还原糖含量基本上呈曲折上升趋势,收获时 2 个百合品种根系中还原糖含量均达 54 mg/g,为全生育期最高值。



A—栽植期 B—苗期 C—现蕾期 D—蕾后 24 d E—半枯期 F—采收期  
图 4 百合小鳞茎膨大发育过程中各部分还原糖含量变化

3 讨论与结论

百合鳞茎的膨大发育是个复杂的生理过程,碳水化合物变化与百合鳞茎发育密切相关<sup>[5]</sup>。掌握百合小鳞茎膨大发育阶段碳水化合物的变化规律,对于解决种球培育问题、制定高产优质种球栽培技术具有重要意义。前人研究表明,百合鳞茎本身的糖类物质是初期萌发和生长的物质基础<sup>[6]</sup>,这与该试验的结果相一致。孙红梅<sup>[6-7]</sup>研究表明,出苗后 20 d 和植株现蕾期,分别是不同规格百合鳞茎总糖、蔗糖和还原糖含量变化的关键时期和转折点;蔗糖是百合鳞茎中可溶性糖的主要形态,还

原糖的变化体现了碳水化合物的供应以及转化。周厚高<sup>[8]</sup>研究表明,花芽发育和开花引起新铁炮百合物质代谢和积累方向的重要变化;此期百合鳞茎的干物率快速增长,而茎叶的干物率快速下降;茎叶、鳞茎淀粉含量,茎叶蛋白质含量、呼吸氧化酶活性均明显降低;新鳞茎一旦形成,干物质含量一直呈增加趋势,物质积累没有停止。

该试验结果表明,周径为4~6 cm的百合小鳞茎生长发育过程中,苗期以后小鳞茎中的干物质累积就持续进行;苗期至半枯期,百合小鳞茎中淀粉含量也持续提高;而新鳞茎的干物率变化平缓,干物质累积也较少,淀粉含量较小鳞茎少。这表明,在百合生长发育过程中,小鳞茎始终是重要的生长发育中心,是最重要的营养贮藏“库”;苗期以后,其膨大、充实发育始终贯穿着百合的生长过程。研究发现,由于鳞茎规格较小,现蕾期其现蕾率不足35%,而且按照种球的栽培管理适时除蕾后,又及时降低了花发育的营养消耗,使其物质代谢和积累方向始终利于小鳞茎的膨大发育,这可能是百合小鳞茎与开花球生长发育过程不同的主要原因之一。观察研究发现,苗期至现蕾期是百合茎叶生长的主要时期,此后,其鲜重迅速降低,干物质累积明显减少;但是从其干物率变化和淀粉含量变化来看,却始终呈上升趋势,这与百合开花球<sup>[8]</sup>进程不同。百合根系的干物率始终较低,淀粉含量在12 mg/g左右波动,这表明根系中淀粉为临时性贮藏物质,随着百合展叶、生根、花芽分化和鳞茎膨大的生育进程而分解消耗或者积累。

苗期是百合鳞茎中可溶性糖含量变化的拐点,苗期前可溶性糖被大量消耗,供植物展叶生根需要;苗期至现蕾期百合光合面积迅速提高,可溶性糖合成迅速,除供自身生长发育消耗,转化为淀粉等贮藏物质外,鳞茎

中可溶性糖含量也有所提高;现蕾期以后,百合鳞茎中可溶性糖含量在24~31 mg/g间变化,表明其物质合成和转化的生理平稳状态。根系中可溶性糖含量苗期后变化相对平稳。

还原糖包括单糖和大部分双糖,是植物体代谢基础物质和结构物质。该试验研究表明,鳞茎中还原糖从栽植期至蕾后24 d内始终呈下降趋势,这表明还原糖不断被百合生长发育所利用消耗,或者转化为贮藏物质;8月份以后至采收前,还原糖含量才逐渐上升。研究表明,8月份哈尔滨最热时期2个百合品种的生物量增加缓慢或停滞,而鳞茎和新鳞茎中的还原糖含量却开始提高,这可能是植物体对逆境的一种生理反应。此外,根系中的还原糖含量全生育期中几乎始终呈上升趋势,采收期时根系中还原糖含量几乎为鳞茎和新鳞茎中还原糖含量的2.5倍,这是否表明根系中的还原糖在百合鳞茎膨大发育过程中起着更重要的作用,还有待于进一步试验论证。

#### 参考文献

- [1] 周蕴薇,刘芳.百合种球发育及膨大的研究进展[J].北方园艺,2007(2):53-56.
- [2] 郑慧俊,夏宜平,黄春辉,等.东方百合鳞茎的山地膨大发育与养分积累研究[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2006,32(5):535-540.
- [3] 陈毓基.生物化学实验方法和技术[M].北京:科学出版社,2002.
- [4] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2002.
- [5] 丁伟国,王常荣.百合鳞茎的形成及成熟阶段体内干物质的变化[J].内蒙古农业科技,2005(7):213-219.
- [6] 孙红梅,汪可心,王春夏,等.百合鳞茎发育过程中可溶性糖含量的变化[J].河北农业大学学报,2008,31(5):25-29.
- [7] 孙红梅,李天来,李云飞.百合鳞茎发育过程中碳水化合物含量及淀粉酶活性变化[J].植物研究,2005,25(1):59-63.
- [8] 周厚高,宁云芬,张施君,等.新铁炮百合生长发育过程的一些生理生化变化[J].广西植物,2003,23(4):357-361.

## Study on Carbohydrate Metabolism Changes of Enlarging Lily Bulblet in Cold Region

JING Yan-li<sup>1,2</sup>, LIU Fang<sup>1</sup>, ZHOU Yun-wei<sup>2</sup>,

(1. Heilongjiang August First Reclamation University, Daqing, Heilongjiang 163319; 2. Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

**Abstract:** The changes of carbohydrate metabolism in enlarging lily bulblet were studied with two lily species. The results indicated that the contents of starch in lily bulblet and daughter bulblet were always higher than those of stem leaves and roots. The contents of starch in lily bulblets decreased during seedling stage and continued to increase from seedling stage to half-withered stage, and then a slightly decline. The soluble sugar content in lily bulblet was highest in planting time and decreased quickly to seedling stage, after which the content of soluble sugar kept basically stability. The reducing sugar content in lily bulblet was kept falling from planting time to 24 days-after-budding stage, and then steadily increasing. The contents of starch and soluble sugar in stem leaves were always on the rise from plant time to half-withered stage. The reduce sugar content in roots was always increaseing after seedling stage.

**Key words:** cold region; lily; bulblets; enlargement; carbohydrate