

蝴蝶兰催花及开花过程中可溶性糖含量变化的研究

王桂兰, 陈超, 李艳梅, 乔永旭, 李文龙

(唐山师范学院 生命科学系 河北 唐山 063000)

摘 要: 根据蝴蝶兰的生长发育状态将蝴蝶兰催花及开花过程分为 4 个时期: 抽梗前期, 抽出花梗期, 出现花苞期, 开花期。对蝴蝶兰花梗诱导及开花过程中可溶性糖在植株各器官间的分布进行了研究。结果表明: 在蝴蝶兰花梗诱导及开花过程中不同器官的可溶性糖含量有各自的变化规律。

关键词: 蝴蝶兰; 催花及开花期; 可溶性糖

中图分类号: S 682.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)10-0151-04

蝴蝶兰(*Phalaenopsis*)为兰科蝴蝶兰属热带兰珍品,素有“洋兰皇后”的美誉,可作切花和盆栽观赏,以其独特的花形、优美的身姿、艳丽的色彩越来越受到人们的喜爱,发展前景广阔。目前蝴蝶兰花产业在我国整个兰花产业中所占的比例越来越大,但对蝴蝶兰的研究还不够深入,由于生产和供花的需要,有必要开展蝴蝶兰开花生理机制、物质条件、生化过程的深入研究,将为花期调控技术研究奠定扎实的理论基础^[1]。以避免造成栽培措施使用的盲目性。该研究通过对蝴蝶兰植株各器官在蝴蝶兰花梗诱导期和开花期的可溶性糖含量的测定,拟揭示可溶性糖在该过程中的代谢变化规律及对开花的影响,从而有针对性的制定施肥方案指导生产。国内外关于植物可溶性糖的研究多集中在与环境的适应性^[2-3]、植物的品质^[4]、植物的开花关系^[5-8]等几方面。关于蝴蝶兰催花及开花过程中植株可溶性蛋白的分布及转运已有研究报道^[9],植株某一叶片可溶性糖的变化与腋芽的关系也有报道^[10]。而蝴蝶兰整株植物各器官可溶性糖的分布及转运与成花关系的研究尚未见报道。

1 材料与方法

1.1 试验材料

蝴蝶兰(*Phalaenopsis*) V30[®] 白花克隆苗,由唐山师范学院生命科学系现代化温室提供,选取生长健壮、整齐一致的植株为试材。栽培条件为温度: 15 ~ 35℃; 湿度: 60% ~ 100%; 光照: 最高 30 000 lx。

1.2 试验方法

第一作者简介: 王桂兰(1965-),女,教授,现从事观赏植物细胞工程及植物资源利用方面的研究工作。E-mail: wglan6518@126.com。

基金项目: 河北省科技厅生物工程资助项目(04547008D-2)。

收稿日期: 2010-02-22

蝴蝶兰可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定^[11]。经过多年的观察,在唐山地区栽培温室内该品种 10 月 17 日后进入自然催花期,依据花的发育状态将蝴蝶兰催花及开花过程分为 4 个时期: 抽梗前期(25 ~ 46 d),抽出花梗期(47 ~ 67 d),出现花苞及花苞生长期(68 ~ 93 d),开花期(94 ~ 116 d)。其中植株未抽出花梗前的阶段为抽梗前期,抽出花梗期是指抽出花梗但未长出花苞前的一段时期,出现花苞及花苞生长期是指第 1 个花苞出现到第 1 朵花开放之前的一段时期,开花期是指第 1 朵花开放后的一段时期。

抽梗前期: 根取根尖(3 cm)和根段(去除根尖后剩余部分中部 3 cm),茎取去除叶片和根部的剩余部分,叶取植株各叶的全叶。抽出花梗期: 花梗长度小于 30 cm,将花梗均分为顶部和基部 2 部分,其余器官取材方法同上。开花期: 花梗长度大于 40 cm,将花梗均分为上、中、下 3 段取材。以第 1 个花朵为第 1 花,由下往上,每隔 1 个花朵(花苞)取 1 个花朵(花苞),即取第 1、3、5、7、9 花朵(花苞)进行测定。其余器官取材方法同上。2008 年 11 月 11 日进行第 1 次测定,以后每隔 7 d 测定 1 次。开花后,每隔 3 ~ 6 d 测定 1 次。最后 1 次测定时期为 2009 年 2 月 9 日,共测定 14 次,每次测定取 3 株生长一致的植株进行 3 次重复。对各器官测定结果进行偏差分析的差异显著性的比较。对差异显著的以“>”排序,不显著的用“=”表示相互关系。

2 结果与分析

2.1 可溶性糖在蝴蝶兰植株各器官间的分布

2.1.1 抽梗前期可溶性糖的分布 图 1 显示,抽出花梗前可溶性糖含量: 根尖>根段>茎。各叶片: 第 1 叶>第 3 叶>第 2 叶>第 6 叶>第 5 叶>第 4 叶。植株各器官此时期以营养生长为主。根部生长迅速,形态建成需大量的可溶性糖,故含量较高。此时茎仅起运输可溶性

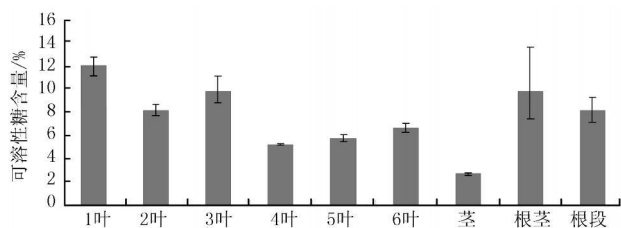


图1 植株的各器官抽出花梗前可溶性糖的分布

糖的作用, 本身并不积累, 故可溶性糖含量很低。花梗由第1叶叶腋处抽出, 第1~3叶要为花梗的抽出提供营养物质, 故积累可溶性糖。第5、6叶为嫩叶, 主要进行营养生长, 其合成的可溶性糖一方面供给自身生长需要, 另一方面也要供给花梗抽出对可溶性糖的需要, 因此第1~3叶可溶性糖含量大于第4~6叶。

2.1.2 抽出花梗期可溶性糖的分布 图2显示, 抽出花梗期可溶性糖含量: 花梗>根>茎; 第1叶>第2叶>第3叶>第6叶>第4叶>第5叶。此时期第3叶对花梗的抽出和生长起主要作用。叶中的可溶性糖主要供应花梗的生长, 其中花梗上部代谢强度大于花梗下部, 故可溶性糖含量花梗上部>花梗下部; 根部次之, 茎的含量最低。

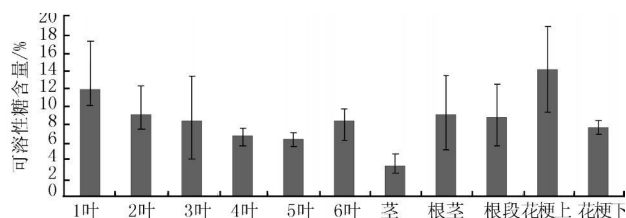


图2 植株各器官花梗期可溶性糖的分布

2.1.3 开花期可溶性糖的分布 图3显示, 开花期叶片中可溶性糖含量第1叶=第2叶=第3叶>第4叶>第6叶>第5叶; 花梗>花>根>茎 其中花梗上>花梗中>花梗下; 根尖>根段。此时植株主要进行生殖生长, 花梗及花为生长中心。叶片合成的可溶性糖主要供应花梗的生长和花的开放, 故花梗和花的可溶性糖含量比其它器官要高。花梗是花开放时所需可溶性糖的最直接来源, 因此花梗中积累大量的可溶性糖, 一方面供花梗自身的生长, 另一方面供花苞的生长和花的开放。第1、2、3叶是最靠近花梗的3片叶子, 是花梗获得可溶性糖的最直接来源, 其上端第6、5、4叶合成的可溶性糖向下运输是花梗可溶性糖积累的另一来源。以上3个时期, 茎并不像其它器官那样合成、消耗或积累可溶性糖, 只起转运和分配的作用, 因此茎中可溶性糖含量在各器官中一直是最低的。

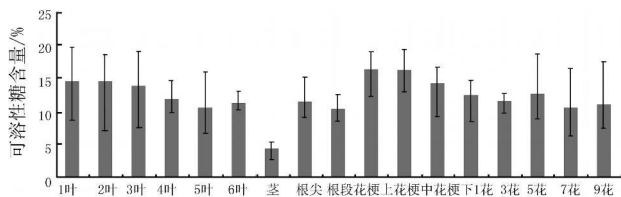


图3 植株各器官开花期可溶性糖的分布

2.2 蝴蝶兰花梗诱导及开花过程中植株不同部位可溶性糖含量的动态变化

2.2.1 叶中可溶性糖含量的变化规律及分析 图4显示, 25~46 d 为抽梗前期, 是腋芽由营养生长向生殖生长的转化期。此时期各叶片主要进行营养生长, 合成代谢旺盛, 生成并积累大量可溶性糖, 故第1、2、3、6叶片可溶性糖含量均持续升高, 第4、5叶略有升高。47~67 d 为抽出花梗期, 植株从第46天开始在第1叶和第3叶之间抽出花梗, 各叶可溶性糖含量呈现不同变化趋势。此时第1、2、6叶可溶性糖含量开始大幅下降, 说明其对花梗的抽出和生长起主要作用。第4叶的作用较小, 第5叶对花梗的抽出几乎不起作用, 仍以营养生长积累养分为主。花梗抽出后的53~60 d, 第3叶开始对花梗的生长发挥重要作用, 此时其可溶性糖含量出现大幅度降低。说明第3叶内积累的可溶性糖开始大量的供应花梗的生长。同时第1、2叶的可溶性糖含量继续下降, 说明其继续向花梗供应可溶性糖。而第4、6叶在此时期内则不再对花梗的生长起作用, 可溶性糖开始积累升高。第5叶对花梗生长依然无作用, 继续以营养积累为主。从61~67 d, 第1、2、4、6叶不再对花梗的生长起很大作用, 不再向花梗供应大量可溶性糖, 其叶内可溶性糖开始积累升高。此时, 位于花梗同侧的第3、5叶对花梗生长发挥主要作用, 由第3、5叶向花梗供应可溶性糖维持花梗的生长, 故可溶性糖含量下降。67~93 d 为出现花苞及花苞生长期, 68~86 d 第2、3叶可溶性糖含量下降, 说明其为花苞的出现提供营养。而其余各叶内可溶性糖开始积累。86~93 d, 各叶片可溶性糖含量均大幅升高, 说明其在为花的开放积累营养物质。从93~96 d 为第1、2朵花开放时期, 所有叶片中的可溶性糖都供应第1、2花的开放及其余花苞的生长, 叶片内可溶性糖均大量消耗, 故各叶片可溶性糖含量均大幅下降。第2花开放后, 各叶可溶性糖含量很低。从96~99 d, 各叶片又开始合成并迅速积累大量可溶性糖, 为后续花苞的开放做准备, 因此各叶片可溶性糖含量此时大幅上升。从99~105 d 为第3、4、5花开放阶段, 此时各叶片积累的可溶性糖又供应第3、4、5花的开放, 故各叶片的可溶性糖含量又均大幅下降。105 d 第5花开放后, 从105~108 d, 第2、3、5叶又开始合成并积累大量可溶性糖, 而第1、4

叶略下降,从而为第 6 花以后花苞的生长和开放准备。108~116 d 为第 6、7、8、9 花开放时期。在此阶段第 1~5 叶片将自身积累的可溶性糖供应第 6~9 花的开放,故此阶段各叶可溶性糖含量成下降趋势。

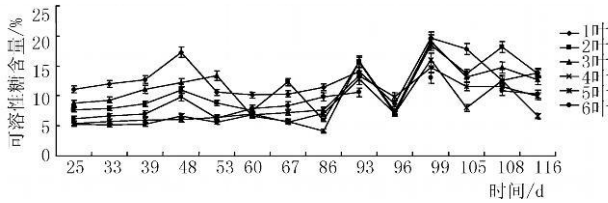


图 4 植株不同叶片不同天数可溶性糖的分布

2.2.2 花梗可溶性糖含量的变化 图 5 显示,从 67~86 d,此时刚出现花苞,叶片将可溶性糖运输到花梗并在花梗大量积累。故花梗上部和下部可溶性糖含量均升高。从 86~93 d,此时期为花苞生长期,叶片继续将可溶性糖运送到花梗,花梗下部继续积累可溶性糖,但花梗上部将大部分可溶性糖供应花苞的生长。因此呈现花梗上部可溶性糖含量下降,花梗下部可溶性糖含量上升的现象。从 93~105 d,花梗上、中、下 3 部分可溶性糖含量走势相同,均呈下降—上升—下降趋势,与此阶段叶片可溶性糖含量的走势相同。93~96 d 为第 1、2 花开放阶段,消耗了花梗大量的可溶性糖,所以花梗 3 部分的可溶性糖含量都下降。97~99 d,叶片开始为第 2 花后的花苞开放合成并积累可溶性糖,并将可溶性糖运输到花梗,所以花梗 3 部分可溶性糖含量都上升。100~105 d 为第 3、4、5 花开放期,大量消耗了花梗积累的可溶性糖,故花梗 3 部分可溶性糖含量均下降。从 105~116 d 因花梗上部不断长出新的花苞,可溶性糖被花苞的生长和花的开放不断消耗,故花梗上部的可溶性糖含量持续下降。从 105~108 d,叶片为第 6~9 花的开放积累可溶性糖,同时将可溶性糖运输到花梗,故花梗下、中部可溶性糖含量略有上升。108~116 d 为第 6~9 花的开放期,消耗掉了花梗积累的可溶性糖,故花梗中下部的可溶性糖含量均下降。可见,花梗上、中、下 3 部分的可溶性糖含量都随着花苞的出现、生长和开放而呈波浪状起伏,其走势与叶片的走势基本相同。

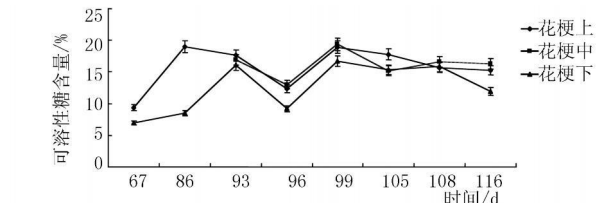


图 5 植株花梗不同部位不同天数的可溶性糖分布

2.2.3 根中可溶性糖含量的变化 图 6 显示,根中可溶性糖含量根尖>根段,根尖和根段中可溶性糖含量的变

化规律大致相同,均为上升—下降—上升—下降—平缓—上升—下降—上升—下降。初期叶中的可溶性糖主要供应根部和幼叶的生长,所以开始时根中的可溶性糖含量升高。花梗抽出后,花梗成为植株的生长中心,运输到根的可溶性糖减少,故根中可溶性糖含量下降并持续处于较低水平。93 d 开花后,叶片产生的可溶性糖在茎中的分配,发生一定的变化,根中的可溶性糖含量随茎同步升降。

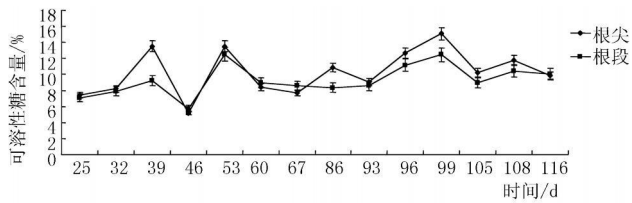


图 6 植株根不同部位不同天数可溶性糖的分布

2.2.4 茎中可溶性糖含量的变化 图 7 显示,46 d 前茎中可溶性糖含量逐渐升高,在第 46 天达到峰值。此时植株以营养生长为主,叶片光合作用生成的部分可溶性糖在茎内积累,则茎的可溶性糖含量升高。从 46~86 d 为花梗抽出期。叶片通过茎运输的可溶性糖供应花梗的出现和生长,不在茎中积累,茎以前积累的可溶性糖也因花梗的生长而被消耗,所以此阶段茎中可溶性糖含量持续降低。从 86~93 d 为花苞出现和生长期,叶片为花的开放合成并积累了较多的可溶性糖,通过茎运输的可溶性糖增多,茎也积累部分可溶性糖,故茎的可溶性糖含量连续升高。94~99 d 为第 1、2 花开放期,各叶内可溶性糖含量先下降后上升,通过茎运输大量的可溶性糖供开花的需要,故茎内可溶性糖含量也随之变化。100~105 d 为第 3~5 花开放期,叶通过茎运输的可溶性糖不够花开放的需要,故茎内储存的可溶性糖向外输出,因此造成茎中可溶性糖含量的下降。106~108 d 叶片为第 6 花的发育期,所需的可溶性糖主要由花梗上部提供。叶由茎运输的可溶性糖增多,故茎中积累一些可溶性糖,从而使含量升高。108~116 d 为第 6~9 花开放期,消耗了叶片、茎内和花梗中积累的可溶性糖,故茎积累减少可溶性糖含量下降。

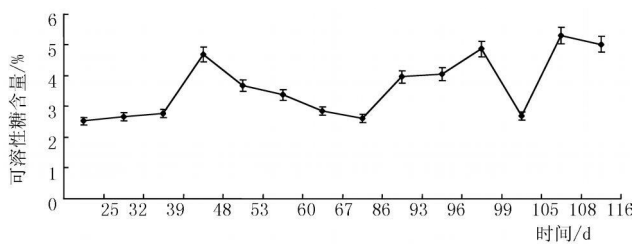


图 7 植株茎不同天数可溶性糖的分布

2.2.5 花中可溶性糖含量的变化 图 8 显示,各花可溶

性糖含量存在一定的变化规律。第 1 花自 93 d 开放后上升, 在 105 d 第 5 花开放时可溶性糖含量达到最大值, 然后下降。第 3 花开放后可溶性糖含量一直下降。第 5 花开放后可溶性糖含量从 93 ~ 96 d 下降, 96 ~ 105 d 上升, 然后下降。第 7 花开放后可溶性糖含量从 93 ~ 96 d 下降, 96 ~ 108 d 持续上升, 然后下降。第 9 花开放后可溶性糖含量呈下降—上升—下降—上升—下降的走势。

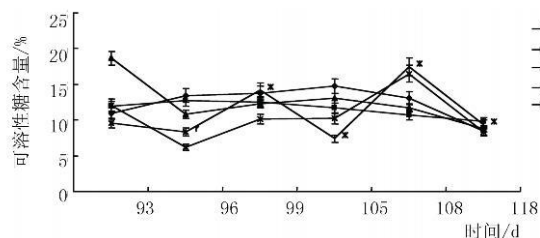


图 8 植株不同花朵不同天数可溶性糖的分布

3 结论与讨论

营养物质假说认为适宜的诱导处理会导致大量的同化产物向顶端分生组织积累从而诱导开花^[2]。该试验结果表明蝴蝶兰植株从自然催花开始到 46 d (抽梗前期), 叶片中的可溶性糖含量一直处于升高之中, 这与黄胜琴等^[10]的结论基本一致。与刘晓蓉等^[7]可溶性糖含量先下降后上升的结果不同。试验显示抽出花梗后, 不同叶片的可溶性糖含量分别出现不同变化趋势, 首先提供可溶性糖的叶片中含量是下降的。这一点与黄胜琴等^[10]指出的花梗抽出后各叶片又迅速积累营养物质且碳水化合物增多的结论是不同的。李晖等^[8]指出可溶性糖含量在花芽发育时期发生变化是因为此时花芽为生长中心, 所以从无花芽期至开花期叶片中的可溶性糖含量逐渐降低, 有可能因为可溶性糖大多分配到花芽中的缘故。这与该试验结论也是不同的。

研究结果表明, 蝴蝶兰每次重大的发育过程都伴随着可溶性糖的先积累升高后消耗下降的波浪变化, 这一过程中各器官既有一致性又有协同性。这可能是蝴蝶兰成花和开花过程中营养提供方式的特点, 是处于积累—消耗—积累的不断变化之中, 并非一次积累多次消耗的过程。该研究以植株的各器官作为试验材料研究可溶性糖对开花过程的影响, 而前人的工作多集中在以单片叶可溶性糖的测定, 来研究蝴蝶兰整个植株可溶性糖的变化, 所得数据有失偏颇。

参考文献

- [1] 王永强, 杜丽, 王四清. 蝴蝶兰花期调控研究进展[J]. 北方园艺, 2005 (3): 34-36.
- [2] 刘艳红, 安黎哲, 郭凤霞, 等. 高山冰缘植物粗脂肪、可溶性糖和类黄酮的含量变异与环境适应关系的研究[J]. 冰川冻土, 2007, 29(6): 947-952.
- [3] 刘凤荣, 陈火英, 刘杨, 等. 盐胁迫下不同基因型番茄可溶性物质含量的变化[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2004, 31(1): 99-104.
- [4] 史春余, 王汝娟, 梁太波, 等. 食用型甘薯块根碳水化合物代谢特性及与品质的关系[J]. 中国农业科学, 2008, 41(11): 3878-3885.
- [5] 丰亚南, 郑国生, 王宗正, 等. 牡丹开花前后碳水化合物的分配与光合速率的关系[J]. 园艺学报, 2007, 34(1): 153-156.
- [6] 陈厚彬, 黄辉白, 刘宗莉. 荔枝树成花与碳水化合物器官分布的关系研究[J]. 园艺学报, 2004, 31(1): 1-6.
- [7] 刘晓荣, 王碧青, 朱根发, 等. 高山低温诱导蝴蝶兰花芽分化过程中的生理变化[J]. 中国农学通报, 2006, 22(4): 310-313.
- [8] 李晖, 李嘉慧. 蝴蝶兰花芽诱引和花序发育时的碳水化合物变化[J]. 中国园艺(台湾), 1996, 42(3): 262-275.
- [9] 王桂兰, 乔永旭, 陈超, 等. 蝴蝶兰催花及开花过程中可溶性蛋白含量变化的研究[J]. 北方园艺, 2007(4): 121-124.
- [10] 黄胜琴, 李永涛, 吕翠婷, 等. 蝴蝶兰花芽诱导过程中碳水化合物在叶与腋芽中的分配变化[J]. 园艺学报, 2007, 34(6): 1515-1519.
- [11] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理实验指导[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2003: 127-133.
- [12] Bemier G. The control of floral evocation and morphogenesis. Annu [J]. Rev. Plant Physiol Plant Mol Biol, 1988, 39: 175-219.

Study on Change of Soluble Sugar Content in Plant of *Phalaenopsis* During Flower Induction and Blooming Period

WANG Gui-lan, CHEN Chao, LI Yan-mei, QIAO Yong-xu, LI Wen-long
(Life Science Department, Tangshan Normal College, Tangshan, Hebei 063000)

Abstract: According to the development state of flower, the process of floral induction and blooming in *Phalaenopsis* was divided into four periods: pre-peduncle period, peduncle period, the bud appearing period, the blooming period. The distribution and cotransport of soluble sugar during floral induction and blooming period of *Phalaenopsis* was studied. The results showed that during this period, the soluble sugar content of different organs had their own regularity for change respectively.

Key words: *Phalaenopsis*; induction and blooming period; soluble sugar