

龙葵花芽分化形态解剖学研究

祁宏英, 姚美玲, 徐洪国

(齐齐哈尔大学 生命科学与农林学院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:以龙葵(*Solanum nigrum* L.)为试材,利用石蜡切片技术,对龙葵花芽分化的过程进行了形态及解剖学观察。结果表明:龙葵幼苗出土后 13 d 花芽分化开始进行,幼苗出土后 48 d 花芽分化完成,整个花芽分化过程约需 35 d。花芽分化全过程共划分为花芽分化初期、萼片原基分化期、花瓣原基分化期、雌雄蕊原基分化期、子房与花药分化期和雌雄蕊成熟期 6 个时期。

关键词:龙葵;石蜡切片;花芽分化;形态解剖学特征

中图分类号:S 567.21⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)09-0135-04

龙葵(*Solanum nigrum* L.)属茄科(Solanaceae)茄属(*Solanum*)一年生直立草本植物,又名天茄菜、黑星星,具有极强的耐寒和抗病特性,其食用器官为浆果和叶子,具有很高的药用价值。龙葵为我国最传统的中草药,其药理作用明显,在我国各地均有其植株的分布,一般多生长于田边路旁的草地上^[1]。目前,龙葵在抗肿瘤方面的应用引起了国内外学者的广泛关注^[2-4],有关龙葵花芽分化的时期及

花芽形态解剖学观察的研究尚鲜见报道,该研究通过对龙葵形态及解剖学观察,确定龙葵的花器官分化进程及结构特点。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试龙葵(*Solanum nigrum* L.)种子采自齐齐哈尔大学植物园。

供试仪器:切片机(上海医疗器械四厂)、101-1-BS 型电热恒温鼓风干燥箱(上海跃进医疗器械厂)、HW-8C 型微量恒温器(绍兴市卫星医疗设备制造有限公司)、SZX6745-J3 型解剖镜(苏州倍特嘉光电科技有限公司)、JNOEC 型显微镜(桂林市迈特光学仪

第一作者简介:祁宏英(1976-),女,硕士,副教授,研究方向为园艺植物遗传育种。E-mail:qihongying1976@163.com.

责任作者:徐洪国(1977-),男,博士,讲师,研究方向为园艺植物生物技术。E-mail:xuhongguo1997@163.com.

收稿日期:2016-12-13

Abstract: Taking *Dendrobium candidum* as test material, the tissue culture seedling of *Dendrobium candidum* was potted in this experiment, and pine bark and mulberry rod were used as substrate. The effects of potting on growth and antioxidative physiology characteristics dynamics of *Dendrobium candidum* tissue culture seedling were studied in the cultivation process. The results showed that in the cultivation process, the activities of POD, SOD, CAT and the proline content of potted *Dendrobium candidum* tissue culture seedling with two different substrate was significantly higher than that before transplanting. Also the MDA content was slightly higher than that before transplanting, while the chlorophyll content was lower than that before transplanting. Moreover, the differences of the activities of POD, SOD, CAT were obvious between the two substrates. While the difference of the proline content, the MDA content, the chlorophyll content were not obvious. The survival rate of the *Dendrobium Candidum* tissue culture seedling was more than 90% of both the substrates, meanwhile, the growth was well. The plant height of the *Dendrobium candidum* tissue culture seedling was 56.18 cm and 61.42 cm respectively after transplantation two years of the two substrates which was closed to the effect of greenhouse seedbed cultivation.

Keywords: potting; *Dendrobium candidum*; growth; antioxidative physiology

器有限公司)、测微尺。

1.2 试验方法

2015年4月12日播种,从2015年5月6日(幼苗出土即第一片子叶未长平时)每隔7d进行定期的连续取样,直至完成花芽分化。取样部位为植株生长点和第一节位叶腋处的芽。每次取9个生长一致的芽,清洗干净,迅速投入已配好的FAA固定液的青霉素小瓶中,固定24h后,用70%酒精洗涤,共洗涤3次,每次洗涤5min,用70%酒精对试验材料在青霉素小瓶中加以保存。常规石蜡切片法制片,切片厚度为8 μm ,番红与固绿二重染色法进行染色。用JNOEC型显微镜观察并拍照。

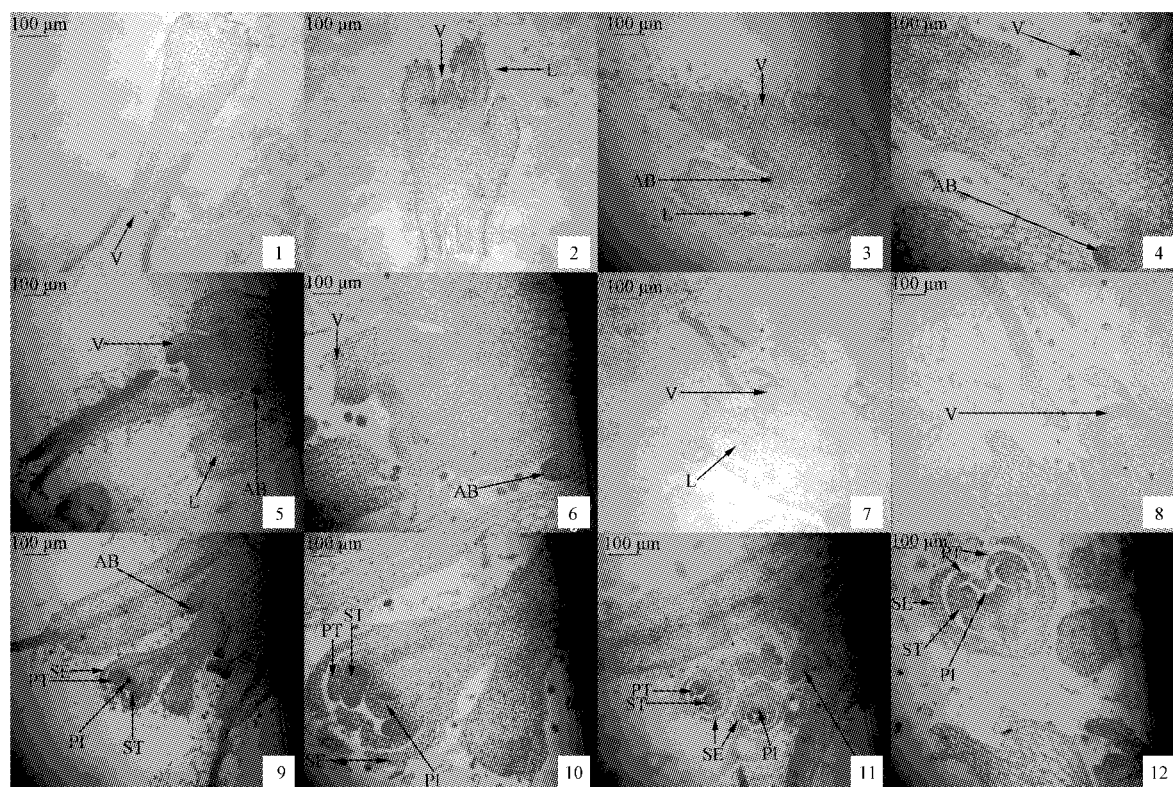
2 结果与分析

龙葵花芽形态分化过程分为花芽分化初期、萼

片分化期、花瓣分化期、雌雄蕊分化期、子房与花药分化期和雌雄蕊成熟期6个时期(图1)。

2.1 未分化期

5月6日(平均高温15.6 $^{\circ}\text{C}$,平均低温10.8 $^{\circ}\text{C}$,平均气温13.2 $^{\circ}\text{C}$),幼苗出土6d,即龙葵子叶展开之前,其芽的生长点尖而狭小。龙葵的花芽处于未分化时期,通过观察龙葵花芽的纵切片可以发现,此时的龙葵没有开始其花芽分化,仍然处于营养生长的状态,并且其顶芽细胞的形状相似,排列整齐,细胞活动开始活跃,芽的生长锥开始突起,但突起的生长锥较小,大致呈现圆锥形的形状,而芽基组织细胞与生长锥细胞则是明显不同的,芽基组织细胞一般排列的并不规则,其个体较大且分生组织排列于两侧。从花芽的石蜡切片中还可以看出,生长锥具有



注:1. 未分化期($\times 4$);2. 花芽分化初期($\times 4$);3. 萼片分化期($\times 4$);4. 萼片分化期($\times 10$);5. 花瓣分化期($\times 4$);6. 花瓣分化期($\times 10$);7. 雌雄蕊分化期($\times 4$);8. 雌雄蕊分化期($\times 10$);9. 子房与花药分化期($\times 4$);10. 子房与花药分化期($\times 10$);11. 雌雄蕊成熟期($\times 4$);12. 雌雄蕊成熟期($\times 10$)。V. 生长锥;L. 叶原基;AB. 腋芽;E. 萼片原基;PT. 花冠原基;ST. 雄蕊原基;PI. 雌蕊原基。

Note: 1. Flower bud undifferentiated stage($\times 4$); 2. Early flower bud differentiated stage($\times 4$); 3. Sepal primordial stage($\times 4$); 4. Sepal primordial stage($\times 10$); 5. Petal differentiated stage($\times 4$); 6. Petal differentiated stage($\times 10$); 7. Pistil and stamen differentiated stage($\times 4$); 8. Pistil and stamens differentiated stage($\times 10$); 9. Female ovary and anther differentiated stage($\times 4$); 10. Female ovary and anther differentiated stage($\times 10$); 11. Female stamens mature stage($\times 4$); 12. Female stamens mature stage($\times 10$); V. Vegetative cone; L. Leaf primordium; AB. Axillary bud; E. Sepal primordium; PT. Petal primordium; ST. Stamen primordium; PI. Pistil primordium.

图1 龙葵花芽过程

Fig.1 Development of flower bud differentiation of *Solanum nigrum* L.

原体和原套的结构,这也是生长锥的典型特征之一。通常未分化期顶芽表面的3~4层排列规则的细胞称作原套,而被原套包围的一团形状和排列均不规则的细胞称为原体(图1-1)。

2.2 花芽分化初期

5月13日(平均高温18℃,平均低温12.4℃,平均气温15.2℃),幼苗出土13d,即子叶展平时,龙葵花芽进入前分化期,也就是处于刚刚开始分化和初始分化的前期。时间大约为14d左右,与其它时期相比而言,时间较长。该时期大部分的龙葵花芽顶端生长点都开始由营养茎端向生殖茎端转变。同时,从花芽的石蜡切片中可观察到生长锥的顶端逐渐变阔、变圆,向上隆起,顶端较未分化期相比来说顶端变宽,且呈半球形状(图1-2),之后生长锥不断加宽生长,此时龙葵花芽的大小长1.11mm、宽0.73mm左右,颜色绿色。

2.3 萼片分化时期

5月20日(平均高温23℃,平均低温14.2℃,平均气温18.6℃),幼苗出土20d,即第1片真叶展开,大小约0.62cm×0.49cm,出现第2片真叶时,龙葵花芽的生长锥顶端变宽,大部分龙葵的花芽顶端生长点已能清楚地观察到2个突起,这2个突起的形状大致相同,呈扁圆球形状,但相对而言一个体积较大,一个体积较小;此突起即为花萼原基(图1-3、1-4),之后将不断膨大,并最终发育成为花萼。此时龙葵花芽的外观形态:大小长1.49mm、宽0.83mm左右,颜色绿色。

2.4 花瓣分化期

5月27日(平均高温24.3℃,平均低温10.5℃,平均气温17.4℃),幼苗出土27d时,即第1片真叶大小约1.4cm×0.9cm,第2片真叶大小约1.4cm×0.7cm时,龙葵花原基芽体的宽度进一步变宽,在萼片原基内侧各分化出1个与萼片相间排列的花瓣原基小突起,此时,龙葵花芽顶端的生长点已经能够清楚地观察到3~4个突起(图1-5、1-6),且各突起的形状相似,呈半圆形状,直到后期花瓣形成。此时龙葵花芽的大小长1.75mm、宽0.91mm左右,颜色绿色。

2.5 雌雄蕊分化期

6月3日(平均高温26℃,平均低温18.4℃,平均气温22.2℃),幼苗出土34d,即第1片大小约2.55cm×2.00cm,第2片真叶大小约1.40cm×0.78cm时,随着萼片原基和花瓣原基的不断生长,在花瓣原基的内侧出现多数雄蕊原基小突起,此时

龙葵花芽顶端生长点已经能够清楚地观察到4~5个突起(图1-7、1-8),随着雄蕊原基的不断伸长,最终发育成为雄蕊。此时龙葵花芽的大小长2.03mm、宽0.98mm左右。在幼苗出土38d,随着雄蕊原基的进一步发育,在雄蕊原基的内侧基部向上出现突起,即为雌蕊原基。此时龙葵花芽的大小长2.68mm、宽1.07mm左右。

2.6 子房与花药分化期

6月10日(平均高温29.6℃,平均低温23℃,平均气温26.3℃),幼苗出土41d,即第1片真叶大小约3.80cm×3.05cm,第2片真叶大小约1.61cm×0.80cm时,为雌、雄蕊形成后期,此时雌蕊的下部开始逐渐膨大,形成子房;其上部伸长、合拢形成柱头,同时形成子房室,室内有多个胚珠生于中轴座上,雄蕊再进一步生长,形成花药(图1-9、1-10)。此时龙葵花芽的外观形态:花芽较之雌雄蕊分化期增大迅速,先不断增宽,再不断伸长,大小长3.09mm、宽1.14mm左右。

2.7 雌雄蕊成熟期

6月17日(平均高温34℃,平均低温22℃,平均气温28℃),幼苗出土48d,即第1片真叶大小约4.00cm×3.05cm,第2片真叶大小约2.10cm×1.72cm时,龙葵花芽顶端生长点最下面的一个小花原基继续发育,该小花原基上的3个外轮花被原基逐渐生长变大,形状变的扁平,同时3个外轮花被原基内部顶端逐渐变平后,继续分化出3个小突起,这3个小突起即为内轮花被原基。花序原基最下面一个小花进一步发育,3个外轮花被原基及3个内轮花被原基逐渐生长、变大,同时花序原基之上的第2个小花原基也进一步发育,已经分化出外轮花被原基,同时3个外轮花被原基内部顶端逐渐变平,继续分化出3个内轮花被原基(图1-11、1-12)。此时龙葵花芽的大小长3.33mm、宽1.22mm左右。

3 讨论

关于龙葵花芽分化过程的形态解剖学研究,已受到人们越来越多的重视。从花芽石蜡切片观察和花芽外观形态的调查结果表明,龙葵花芽的形态分化始于5月中旬左右,至7月中旬左右基本完成分化。其花芽分化全过程共经历了花芽分化初期、萼片分化期、花瓣分化期、雌雄蕊分化期、子房与花药分化期和雌雄蕊成熟期6个时期;除此之外,各个分化时期之间还存在着一定程度的重叠现象,其整个

形态分化过程大约持续 60 d 左右。与郝敬虹等^[5]对薄皮甜瓜、王湘南等^[6]对茶花、郑群等^[7]对瓜尔豆等植物的花芽分化划分的时期基本相同,郝敬虹等^[5]没有划分花瓣分化期、子房与花药分化期和雌雄蕊成熟期,但是具有其花冠萼片原基分化期,这一时期类似于上述划分的花瓣分化期,对于雌雄蕊原基分化这一时期没有详细的进行划分。而该研究将这一时期划分为 3 个不同的阶段,雌雄蕊分化期、子房与花药分化期和雌雄蕊成熟期;与王家艳^[8]、宁云芬等^[9]对百合、郭菊叶^[10]对薑用大蒜等植物的划分时期不太一致。以上关于花芽形态分化时期划分的区别主要体现在花芽分化前期、花芽分化初期以及雌雄蕊原基形成期和雌雄蕊成熟期的时期划分上。通过对石蜡切片的观察发现,龙葵花芽的雌雄蕊原基几乎是同时产生突起的,即雌雄蕊大致是同步出现的,子房与花药随后继续发育而来。经过子房与花药的形成期后,雌雄蕊各生长器官继续长大和发育,即为雌雄蕊成熟期,这一时期相对前面的 5 个分化时期都要长,大约在 6 月中旬开始进入雌雄蕊成熟期。

该研究是根据龙葵花芽分化过程的形态解剖学观察来进行推测的,并未对龙葵花芽分化期间器官

内部生理物质的变化做深入的研究,而且关于龙葵这方面的文献报道还较少,有待后续进行更深一步的研究。

参考文献

- [1] 卢汝梅,谭新武. 龙葵的研究进展[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(7): 18-21.
- [2] 郝鑫,林柯,李延花,等. 龙葵抑菌活性研究[J]. 农产品加工(学术刊), 2014(4): 16-18.
- [3] 王丽,刘琪,罗志文,等. 龙葵毛状根诱导及其抑菌活性的研究[J]. 安徽农业科学, 2015(20): 63-65.
- [4] 李咏梅,王冰梅,艾金霞. 龙葵浓缩汁对小鼠细胞免疫功能的影响[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2005, 6(3): 231-233.
- [5] 郝敬虹,齐红岩,阎妮,等. 薄皮甜瓜花芽分化的形态解剖学研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2007, 38(4): 602-604.
- [6] 王湘南,蒋丽娟,陈永忠,等. 油茶花芽分化的形态解剖学特征观测[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(8): 22-23.
- [7] 郑群,吕国华,李天来,等. 瓜尔豆花芽分化过程的形态解剖学研究[J]. 石河子大学学报, 2012, 30(1): 5-11.
- [8] 王家艳. 细叶百合花芽分化过程的形态学研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2014.
- [9] 宁云芬,龙明华,陶劲,等. 新铁炮百合花芽分化过程的形态学观察[J]. 园艺学报, 2008, 35(9): 1368-1372.
- [10] 郭菊叶. 不同品种薑用大蒜花芽分化过程的形态解剖及部分生理生化特性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.

Anatomical and Morphological Characteristics of Development of Flower Bud Differentiation in *Solanum nigrum* L.

QI Hongying, YAO Meiling, XU Hongguo

(College of Life Science and Agroforestry, Qiqihaer University, Qiqihaer, Heilongjiang 161006)

Abstract: Anatomical and morphological observations were made in the bud of *Solanum nigrum* L. during flower bud differentiation with the paraffin sections. The results indicated that flower bud differentiation began at 13 days and finished at 48 days after seedling emergence. The process of flower bud differentiation lasted for about 35 days and could be divided into six stages, i. e. initial differentiation stage, sepal primordium differentiation stage, petal primordium differentiation stage, stamen and pistil primordium differentiation stage, ovary and anther differentiation stage, stamen and pistil maturity stage.

Keywords: *Solanum nigrum* L.; paraffin section; flower bud differentiation; anatomical and morphological characteristics