

不同人工光源下烤烟育苗研究

马宁^{1,2}, 李玉荣¹, 鲍顺淑^{1,2}, 何芬^{1,2}, 梁永江³, 周长吉^{1,2} (1. 农业部规划设计研究院, 北京 100125; 2. 农业部农业设施结构工程重点实验室, 北京 100083; 3. 贵州省烟草公司遵义市公司, 贵州遵义 563000)

摘要 [目的] 分析不同人工光源补光对烤烟成苗品质的影响, 筛选出适宜烤烟立体育苗生长的人工光源。[方法] 设置 5 个不同光照条件下烤烟幼苗栽培试验区, 分别为目前大多数用的普通荧光灯及研究较少的 LED 光源, 对成苗生理生态指标进行数据统计和分析。[结果] 与荧光灯区域相比, LED 灯的补光区域烟苗光合作用增强, 生长旺盛, 干物质积累多, 并且采用 LED 灯的红光和蓝光为光源补光, 不但能促进烟苗的横向生长, 还能有效地培育出高茎壮苗, 其中红蓝 LED 灯设置光照强度为 $150 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时, 成苗品质最好。[结论] 该研究可为烤烟育苗人工补光提供数据支持和理论借鉴。

关键词 烤烟; 育苗; 人工光源; 成苗品质

中图分类号 S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)28-09689-04

Study of Flue-cured Tobacco Seedlings in Different Artificial Light Source

MA Ning^{1,2}, LI Yu-rang¹, BAO Shun-shu^{1,2} et al (1. Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing 100125; 2. Key Laboratory of Farm Building in Structure and Construction, Ministry of Agriculture, Beijing 100125)

Abstract [Objective] The aim was to analyze the impact of different artificial light source on flue-cured tobacco seedling quality, and to screen out the suitable artificial light source for flue-cured tobacco three-dimensional seedling. [Method] Five cultivation test area of different light conditions that the light source was ordinary fluorescent lamp most used at present and LED lamp researched less resp., and then the seedlings physiological and ecological indices were analyzed statistically. [Result] Comparing with fluorescent lamp region, LED lamp light increased the photosynthesis of seedlings, so the seedlings grew vigorously and dry matter accumulated more, otherwise, because the red and blue light of LED lamp were the fill-in light, they not only promoted flue-cured tobacco lateral growth, but also cultivated strong seedlings with high stem effectively, thereinto, when the designed red and blue LED lamp illumination intensity was $150 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, the seedlings quality was the best. [Conclusion] The study provides a data support and theoretical reference for artificial fill-in light during flue-cured seedling.

Key words Flue-cured tobacco; Seedling; Artificial light; Seedling quality

我国是世界上第一烟叶生产大国, 烟草行业在国民经济中具有独特地位。从最近几年的烟草种植情况来看, 种植面积和产量呈现基本稳定的生产态势, 但年际间略有波动。2012 年, 烟草行业实现工商税利 8 649.39 亿元, 上缴国家财政 7 166.62 亿元; 全国种植烤烟 141.2 万 hm^2 , 收购烤烟 273.7 万 t, 按烤烟苗需求量 1.35 万株/ hm^2 计算, 每年需要种苗高达 190 亿株。因此, 如何为大田生产提供适时、充足、健壮、整齐的烟苗是当前烤烟生产的首要任务, 是完成种植计划的先决条件, 是获得优质、适产、高效、低成本烟叶的基础^[1]。目前, 烟苗育苗方式多采用塑料大棚、温室集中育苗, 烟苗质量参差不齐, 烤烟幼苗的质量直接影响到后期烟苗种植烟叶口味及采摘期长短问题。一般来说, 烟苗数量的多少关键在育苗前期, 烟苗的壮弱关键在育苗后期, 成苗的迟早关键在于出苗期^[2]。因此, 必须根据烟苗各生育期的不同特点, 前期以促为主, 后期以控为主, 对烟苗成长过程所需各方面的营养及水分进行按规定配比。整个育苗过程中, 要分清主要问题和次要问题, 对于显著影响烟苗数量、迟早、壮弱的因素如光照、水分、温度, 在管理上要严格控制, 在原有条件的基础上, 尽量按照烟苗生长需求进行配比, 不仅能提高烟苗品质而且可以做到节约能源的目的。目前, 我国烤烟育苗多采用漂浮育苗技术。漂浮育苗技术是一项集无土栽培、营养液栽培、容器栽培、保健栽培等优势于一体的规模化、工厂化育苗新技术, 在集约化管理、生产效率和培育烟苗素质方

面, 具有常规育苗无法比拟的管理与技术优势^[3]。目前, 国内漂浮育苗多采用单层, 未充分利用育苗大棚立体空间, 每年闲置时间较长, 资源浪费严重; 但采用立体育苗装置进行烤烟育苗多存在人工补光不科学的问题, 造成幼苗补光过多或补光不足, 且育苗实际生产中多采用荧光灯, 没有考虑其他光源的补光。

光是植物生长过程中不可或缺的因素之一, 人工补光可有效提高植物光合作用, 促进农作物增产增收。光强和光质作为两个重要的生态环境因子, 为植物进行正常的光合作用提供能源。烟草是一种喜光作物, 不同的光质将会直接对烟草光合作用以及光合产物的累积产生重要影响, 进而对烟草的品质也产生极大影响。湖南、贵州等省的烤烟育苗一般在每年的 2~4 月份在塑料大棚内进行, 而这段时间是南方全年气温和光照强度最低、光照时数最少、寒潮侵袭频繁的季节, 育苗塑料大棚内光照强度甚至达不到光补偿点, 烟苗易表现出光合效率低、有机物的消耗多于积累、生长缓慢或徒长等现象, 极大地影响了育苗工厂的效益^[4]。因此, 最大限度地对立体栽培形式下的烤烟育苗进行补光, 是培育品质优良烤烟苗的保证。目前, 烤烟立体育苗装置大多进行人工补光, 补光光源大多为荧光灯。为此, 笔者对目前不同的人工光源如 LED 光源、普通荧光灯等进行补光条件下烤烟成苗品质进行比较, 旨在为烤烟育苗人工补光形式提供数据支持和理论借鉴。

1 材料与方法

1.1 人工光源选择 温室植物生产中普遍使用的人工光源有白炽灯、荧光灯、金属卤化物灯、高压钠灯和日光色谱

基金项目 贵州立体育苗研究与科技应用专项(201308)。

作者简介 马宁(1986-), 女, 山东招远人, 在读博士后, 从事设施农业栽培研究。

收稿日期 2014-08-20

灯^[5]。这些人工光源均能发出复合光,这些光源均属于热光源,表面温度较高,植物对这些光源的利用率比较低,这些传统的补光方法存在着光谱匹配不理想、光能利用率低、未考虑其他环境因素的影响等缺点,其能耗过高导致难以在实际生产中形成较高投入产出比^[6-7];并且50%以上的光照属于无效光照,不能被植物利用,浪费了能源。随着LED制造技术成熟,人工补光多趋向于LED灯,现在多种作物育苗过程中都采用LED灯进行灯光匹配试验。LED属于冷光源,体积小,且光效比荧光灯高出2倍,可用于多层栽培立体组合系统。如LED灯对作物叶绿素合成^[8]、光合作用^[9]等方面的影响,真正用于实际生产的研究并不多,特别是在经济作物烤烟的育苗阶段,LED的应用研究基本空白。

该研究选用5种人工光源进行筛选,包括目前常用的荧光灯、红蓝LED灯及白光LED灯,如表1所示。光源的光照强度及光谱均采用标准光谱仪(荷兰,AvaSpec-2048)进行烤烟育苗试验。

表1 5种人工光源

序号	类型	灯管型号	功率	光强
			W	$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$
1	荧光灯	高效全光谱荧光灯(KDT5)	28	60
2	红蓝LED灯1	红蓝LED灯1	25	150
3	红蓝LED灯2	红蓝LED灯1	25	95
4	白光LED	暖白LED(CTC-T8-016RNS0A2)	17	50
5	红蓝LED灯源板	自制	25	110

1.2 试验材料 供试烤烟品种为南江三号,试验地点为顺义工业园区,每个处理110棵烟苗,不同处理之间用黑色遮光布完全隔离。每天光照8h,按照漂浮育苗过程进行生长试验。

1.3 测定方法 播种后50d,从5个区域的烤烟幼苗中随机选取10株幼苗,按烟草农艺性状调查标准方法(YC/T42-1998)对不同区域下烤烟幼苗进行生理数据测量,包括幼苗根系长度(挖出植株,洗净根系,用直尺测量最长根的长度)、新茎粗(用游标卡尺测量根茎部东西、南北的直径)、叶片厚度、叶面积与相对叶绿素含量(分别用游标卡尺、活体叶面积测定仪和便携式叶绿素相对含量测定仪测定,测定部位为子苗心叶向外第2片展平的中间叶片;用电子天平称量根系与整株的鲜质量,然后在105℃烘箱内烘20min,再在75℃下烘至恒重,称干质量)。

2 结果与分析

2.1 不同人工光源下烤烟幼苗营养生长区别 烤烟种子播种后50d置于试验区下,每天光照时间为8h,测定幼苗的各种生理生态指标。从图1~4可以看出,不同人工光源下生长的烤烟幼苗的形态指标存在差异。红蓝LED1、2及LED光板试验区成苗品质比荧光灯及暖白LED区更好;新茎粗、叶片长、叶片厚度随着光照强度的降低而降低,红蓝LED光质效果与暖白LED相比更加有利于烤烟幼苗的生长发育,如何调节红光和蓝光配比部分,更好地调高光源利用率、降

低能耗,需要下一步试验验证,以生产完全适用于烤烟育苗的LED光源。

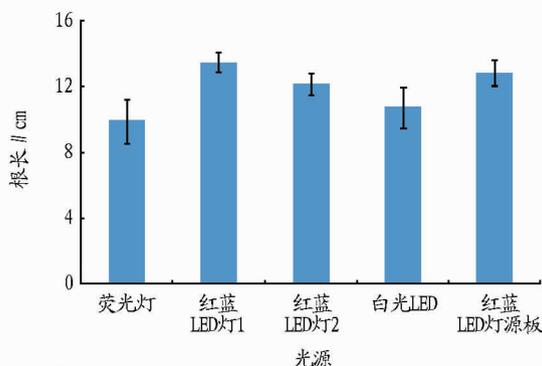


图1 不同人工光源下烤烟幼苗根系生长量比较

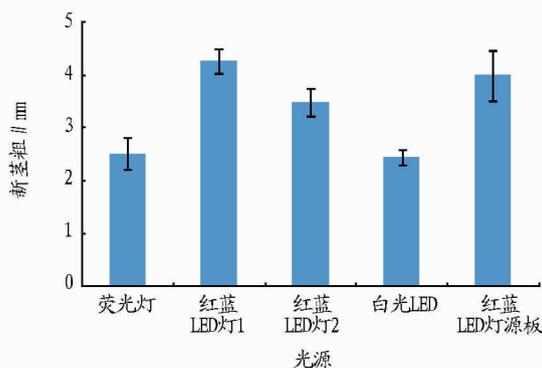


图2 不同人工光源下烤烟幼苗新茎粗生长量比较

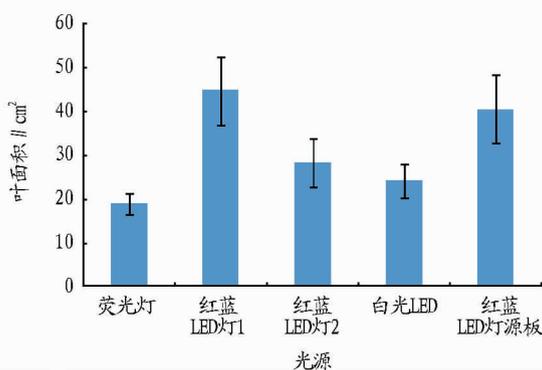


图3 不同人工光源下烤烟幼苗叶面积生长量比较

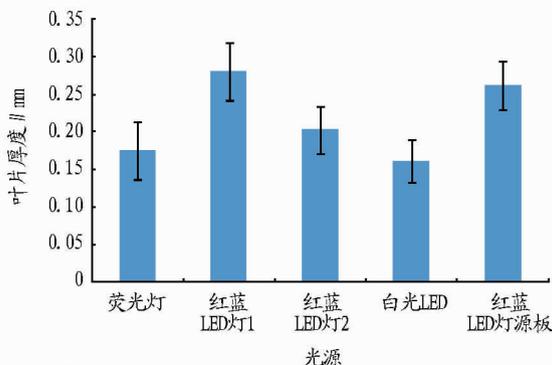


图4 不同人工光源下烤烟幼苗叶片厚度生长量比较

2.2 不同人工光源下烤烟幼苗生物量区别 烟草生长发育过程中充足适宜的光照强度、光照时间和光质都会极大影响

烟株的形态、生长发育、光合作用和内在化学成分的组成和含量。光照不足会导致烟株生长速度缓慢和纤弱,叶片大而薄,生物量减少,生育期延长。从图5、6可以看出,不同光源对烤烟物质积累有明显的影响,随着红蓝LED光强的增强,各区域幼苗干物质质量逐渐增加,与鲜重变化趋势保持一致,根干重随不同光源下光照强度的减弱而降低,红蓝LED1区域比荧光灯区域光强增加49%,干物质积累增多明显,烤烟幼苗品质增强。

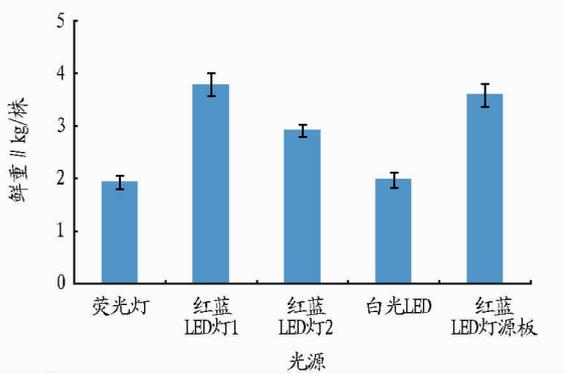


图5 不同人工光源下烤烟幼苗鲜重生量比较

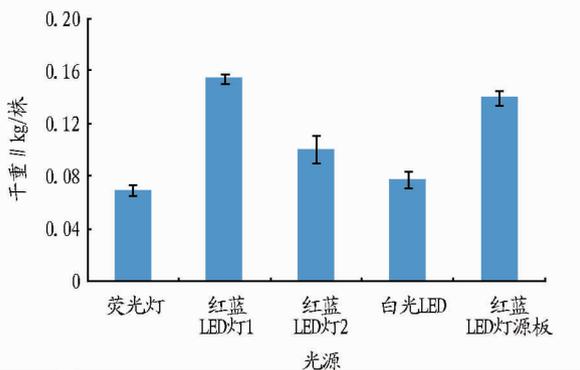


图6 不同人工光源下烤烟幼苗干重生量比较

2.3 不同人工光源下烤烟幼苗叶片叶绿素含量比较 叶绿素的增加有利于植物捕获较多的光能。从图7可以看出,不同光照测试区域叶绿素含量(SPAD值)也有显著的区别,基本趋势与生物量保持一致,也随着光照强度的增强而增多,并且叶片颜色也有明显差距,红蓝LED1光照强度最强,叶片颜色呈深绿色(图8),并且叶片厚度与其他叶片相比也有明显差距,烤烟幼苗光合作用能力增强,有机物积累增多,更有利于定植后生长发育需求。

3 结论与讨论

烟草是喜光作物,与其他作物一样,需较强的光照条件才能生长旺盛。烟苗生长环境的光照强度及光质影响烟苗植物学性状、叶绿素含量、物质积累、含水率、生理代谢、抗逆性和化学成分,因而对烟苗的成苗素质有较大影响。不同光照强度和光质对烟草生长发育、物质积累、生理代谢、烤后烟理化性状和香气含量都有很大影响,进而影响烟叶品质和风格特征。其中,光照强度的强弱直接影响到烟苗光合作用中物质的合成,对烟苗株高、茎围和植株干物质等有较大影响。LED由于具有诸多优点,如节能性、光谱可调性、良好的点光

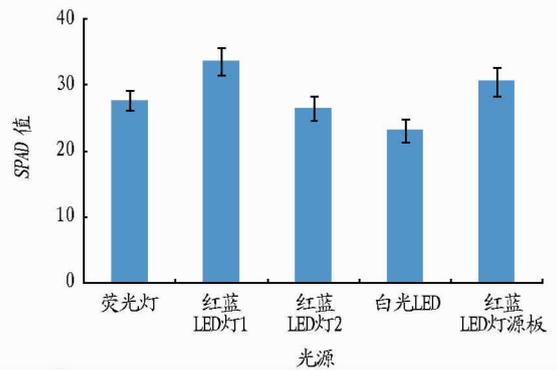


图7 不同人工光源下烤烟幼苗叶绿素含量比较



图8 不同光照人工光源下烤烟幼苗苗长势比较

源性、冷光性以及良好的防潮性等,所以作为农业用灯时常被用作远距离照射和对空间的不同位置进行不同波长的逐点照射,进而实现使用耗能较少的光源达到植物生长所需光照,从而达到优于传统灯具及照射方式的补光效果。这样不仅可以实现对密集种植作物的低矮位置和对分层种植作物的按需补光,还可以实现对同一种作物的不同部位的不同种类光的补光。

该研究在不用人工光源情况下测算烟苗的各种不同方面的生理数据,以荧光灯和LED灯为光源,发现随着光照强度的增加,各处理的烟苗光合作用增强,生长旺盛,干物质积累多,并且采用LED灯的红光和蓝光为光源补光,不但能促进烟苗的横向生长,还能有效地培育出高茎壮苗,根系活力也有所增强。其中,红蓝LED1和LED光源板对烟草幼苗的生长的促进作用效果显著。这可能是由于其光强大的原因,但也可能是由于某些光质的原因,因为LED灯红蓝光比例也存在一定的差异,最终适宜烤烟生长发育的红光和蓝光的比例,需进一步研究分析结果。

从5个补光区域烟草育苗结果可以看出,LED灯的补光区域与荧光灯区域相比,烟草幼苗长的更加旺盛,但是也出现了与荧光灯区域比较,LED灯区域与普通荧光灯区域相比,绿茎生长情况严重,这可能是由于LED中某种光质促使绿茎生长。在该试验过程中没有进行营养液循环,建议在实际生产过程中,进行营养液循环,降低这种现象出现的几率,以便达到更便利的生产条件及对烟草幼苗生长起到最低的阻碍问题。各处理烟苗叶片的主要生理生态指标分析结果表明,光照强度增加可促进烟苗叶片叶绿素合成和提高根系活力,补光光照强度设置为 $150 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时,烟苗的叶绿素含量和根系活力显著提高,叶面积及各种生理指标与低光照相比明显提高。因此,采用LED灯进行补光可以培育

出根系发达的高茎壮苗,但在生产过程中,为了与生产需求和投资需求实际匹配,建议使用 $100 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的红蓝 LED 光源,烤烟幼苗生长达到定植需求并可最大程度地节约成本。

参考文献

- [1] 钟越峰,陈颀,杨虹琦,等. 补光对烟苗生长及主要生理指标的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(7):76-81.
- [2] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:102.
- [3] 彭细桥,吴践志,陆中山,等. 我国烟草漂浮育苗技术应用现状、研究进展及发展方向[J]. 中国烟草学报,2010,16(3):90-94.

- [4] 杨志新,包开荣,吴树明. 烤烟苗床期的生长发育特点和管理要点[J]. 云南农业科技,2007(2):41-42.
- [5] 胡永光,李萍萍,邓庆安,等. 温室人工补光效果的研究及补光光源配置设计[J]. 江苏理工大学学报:自然科学版,2001,23(3):37-40.
- [6] 刘文科,杨其长,邱志平,等. LED 光质对豌豆苗生长、光合色素和营养品质的影响[J]. 中国农业气象,2012,33(4):500-504.
- [7] 洪宇,童哲. 光敏色素在植物个体发育中的作用[J]. 植物生理学通讯,1998,34(6):417-422.
- [8] 梁颖,李加纳,谌利. 红光和蓝光对甘蓝型油菜黄籽和黑籽粒色的影响[J]. 中国油料作物学报,2003,25(1):21-24.
- [9] 刘文科,杨其长,魏灵玲. LED 光源及其设施园艺应用[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2012.

(上接第 9683 页)

- [5] LEE R C, FEINBAUM R L, AMBROS V. The *C. elegans* heterochronic gene *lin-4* encodes small RNAs with antisense complementarity to *lin-4* [J]. Cell,1993,75(5):843-854.
- [6] LAGOS-QUINTANA M, RAUHUT R, LENDECKEL W, et al. Identification of novel genes coding for small expressed RNAs [J]. Science,2001,294(5543):853-858.
- [7] LLAVE C, KASSCHAU K D, RECTOR M A, et al. Endogenous and silencing-associated small RNAs in plants [J]. The Plant Cell Online,2002,14(7):1605-1619.
- [8] PARK W, LI J, SONG R, et al. CARPEL FACTORY, a Dicer Homolog, and HEN1, a Novel Protein, Act in microRNA Metabolism in *Arabidopsis thaliana* [J]. Current Biology,2002,12(17):1484-1495.
- [9] BAO N, LYE K W, BARTON M K. MicroRNA Binding Sites in *Arabidopsis* Class III HD-ZIP mRNAs Are Required for Methylation of the Template Chromosome [J]. Developmental Cell,2004,7(5):653-662.
- [10] JONES-RHOADES M W, BARTEL D P. Computational identification of plant microRNAs and their targets, including a stress-induced miRNA [J]. Molecular Cell,2004,14(6):787-799.
- [11] PARK M Y, WU G, GONZALEZ-SULSER A, et al. Nuclear processing and export of microRNAs in *Arabidopsis* [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,2005,102(10):3691-3696.
- [12] FRANCO-ZORRILLA J M, VALLI A, TODESCO M, et al. Target mimicry provides a new mechanism for regulation of microRNA activity [J]. Nature Genetics,2007,39(8):1033-1037.
- [13] GUO A Y, ZHU Q H, GU X, et al. Genome-wide identification and evolutionary analysis of the plant specific SBP-box transcription factor family [J]. Gene,2008,418(1):1-8.
- [14] WU G, PARK M Y, CONWAY S R, et al. The Sequential Action of miR156 and miR172 Regulates Developmental Timing in *Arabidopsis* [J]. Cell,2009,138(4):750-759.
- [15] JUNG Q H, HELLIWELL C A. Regulation of flowering time and floral patterning by miR172 [J]. Journal of Experimental Botany,2011,62(2):487-495.
- [16] WAHL V, PONNU J, SCHLERETH A, et al. Regulation of flowering by trehalose-6-phosphate signaling in *Arabidopsis thaliana* [J]. Science,2013,339(6120):704-707.
- [17] YANG L, XU M, KOO Y, et al. Sugar promotes vegetative phase change in *Arabidopsis thaliana* by repressing the expression of MIR156A and MIR156C [J]. Elife,2013,2:260.
- [18] YU S, CAO L, ZHOU C M, et al. Sugar is an endogenous cue for juvenile-to-adult phase transition in plants [J]. Elife,2013,2:269.
- [19] JUNG J H, SEO P J, PARK C M. MicroRNA biogenesis and function in higher plants [J]. Plant Biotechnology Reports,2009,3(2):111-126.
- [20] AUKERMAN M J, SAKAI H. Regulation of flowering time and floral organ identity by a microRNA and its APETALA2-like target genes [J]. The Plant Cell Online,2003,15(11):2730-2741.
- [21] CHEN X. A microRNA as a translational repressor of APETALA2 in *Arabidopsis* flower development [J]. Science,2004,303(5666):2012-2025.
- [22] AUKERMAN M J, SAKAI H. Regulation of flowering time and floral organ identity by a microRNA and its APETALA2-like target genes [J]. The

- Plant Cell Online,2003,15(11):2730-2741.
- [23] JUNG J H, SEO P J, et al. The GIGANTEA-regulated microRNA172 mediates photoperiodic flowering independent of CONSTANS in *Arabidopsis* [J]. The Plant Cell Online,2007,19(9):2736-2748.
- [24] YANT L, MATHIEU J, DINH T T, et al. Orchestration of the floral transition and floral development in *Arabidopsis* by the bifunctional transcription factor APETALA2 [J]. The Plant Cell Online,2010,22(7):2156-2170.
- [25] MATHIEU J, YANT L J, MÜRDTER F, et al. Repression of flowering by the miR172 target SMZ [J]. PLoS Biology,2009,7(7):148.
- [26] KIM J J, LEE J H, KIM W, et al. The microRNA156-SQUAMOSA PROMOTER BINDING PROTEIN-LIKE3 module regulates ambient temperature-responsive flowering via FLOWERING LOCUS T in *Arabidopsis* [J]. Plant Physiology,2012,159(1):461-478.
- [27] LEE H, YOO S J, LEE J H, et al. Genetic framework for flowering-time regulation by ambient temperature-responsive miRNAs in *Arabidopsis* [J]. Nucleic Acids Research,2010,38:3081.
- [28] RUBIO-SOMOZA I, WEIGEL D. Coordination of flower maturation by a regulatory circuit of three microRNAs [J]. PLoS Genetics,2013,9(3):e1003374.
- [29] ACHARD P, HERR A, BAULCOMBE D C, et al. Modulation of floral development by a gibberellin-regulated microRNA [J]. Development,2004,131(14):3357-3365.
- [30] RHOADES M W, REINHART B J, LIM L P, et al. Prediction of plant microRNA targets [J]. Cell,2002,110(4):513-520.
- [31] TERZI L C, SIMPSON G G. Regulation of flowering time by RNA processing [M]//Nuclear pre-mRNA Processing in Plants. Springer Berlin Heidelberg,2008:201-218.
- [32] SCHOMMER C, BRESSO E G, SPINELLI S V, et al. Role of microRNA miR319 in plant development [M]//MicroRNAs in Plant Development and Stress Responses. Springer Berlin Heidelberg,2012:29-47.
- [33] MONTGOMERY T A, HOWELL M D, CUPERUS J T, et al. Specificity of ARGONAUTE7-miR390 Interaction and Dual Functionality in TAS3 Trans-Acting siRNA Formation [J]. Cell,2008,133(1):128-141.
- [34] GARCIA D. A miRacle in plant development:role of microRNAs in cell differentiation and patterning [J]. Seminars in Cell & Developmental Biology,2008,19(6):586-595.
- [35] FAHLGREN N, MONTGOMERY T A, HOWELL M D, et al. Regulation of AUXIN RESPONSE FACTOR3 by TAS3 ta-siRNA Affects Developmental Timing and Patterning in *Arabidopsis* [J]. Current Biology,2006,16(9):939-944.
- [36] KRUSZKA K, PIECZYNSKI M, WINDELS D, et al. Role of microRNAs and other sRNAs of plants in their changing environments [J]. Journal of Plant Physiology,2012,169(16):1664-1672.
- [37] KIM W, AHN H J, CHIOU T J, et al. The role of the miR399-PHO2 module in the regulation of flowering time in response to different ambient temperatures in *Arabidopsis thaliana* [J]. Molecules and Cells,2011,32(1):83-88.
- [38] 李彦杰,杨俊年,刘仁华. 果树 MicroRNA 检测技术研究进展 [J]. 中国南方果树,2013,42(5):47-49.
- [39] 宋长年,贾启东,王晨,等. 32 种果树 microRNA 的生物信息学预测与分析 [J]. 园艺学报,2010,37(6):869-879.