

植株营养生长天数对切花菊花芽分化与品质的影响

姜贝贝¹, 房伟民¹, 陈发棣¹, 赵宏波¹, 顾俊杰²

(¹南京农业大学园艺学院, 南京 210095; ²上海鲜花港企业发展有限公司, 上海 201303)

摘要:【目的】研究切花菊品种‘神马’短日处理时植株营养生长天数对其花芽分化及切花品质的影响, 为高品质切花菊的生产提供指导。【方法】对通过分期扦插、分期定植获得的不同营养生长天数植株进行短日诱导, 观察花芽分化和开花进程, 测量品质指标。【结果】营养生长天数越少花芽起始越迟。营养生长天数为 0 d (定植当天短日处理) 的植株从成花诱导到花芽起始需 18 d, 显著长于成花诱导的最短反应时间 4 d。植株营养生长天数越少, 完成花芽分化所需的时间越长、花期越迟、切花品质越差。【结论】植株营养生长天数对切花菊‘神马’花芽分化与品质有显著影响。4 d 是‘神马’对成花诱导的最短反应时间, 21 d 是‘神马’达到成熟的成花感受态的营养生长天数。要获得符合出口标准的高品质切花, 植株营养生长天数要达到 28 d 以上才能进行成花诱导。

关键词: 切花菊; 植株营养生长天数; 花芽分化; 切花品质

Effect of Vegetative Growth Days on Flower Bud Differentiation and Quality of Cut Chrysanthemum

JIANG Bei-bei¹, FANG Wei-min¹, CHEN Fa-di¹, ZHAO Hong-bo¹, GU Jun-jie²

(¹College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095; ²Shanghai Flower Port Ltd., Shanghai 201303)

Abstract:【Objective】Effects of vegetative growth days on flower bud differentiation and quality of cut chrysanthemum cv. ‘Jinba’ (*Dendranthema×grandiflorum* Ramat.) were studied.【Method】Plants of different vegetative growth days were obtained by modulating the date of cutting and planting. These plants were subsequently treated with the short-day induction on the same day to induce flower bud differentiation. The process of flower bud differentiation and flowering was observed, the quality of cut chrysanthemum flower was also evaluated.【Result】The results showed that the less of vegetative growth days were, the later the flower bud initiated. When plant of vegetative growth days of 0 day was treated, 18 days was essential for the process of flower bud induction to flower bud initiation, which is obviously longer than 4 days which was the shortest response time to bud induction. The less of vegetative growth days of the ‘Jinba’ was, the more days are required for the process of flower bud initiated to flower bud differentiation, delayed blossom date and the poorer quality of flowers were also observed.【Conclusion】Vegetative growth days are vital for flower bud initiation and quality of cut chrysanthemum. Four days were the shortest days for responding to short-day inducing treatment, and plant of vegetative growth of 21 days was mature floral competence state of ‘Jinba’. In order to meet the standard for export of cut chrysanthemum, it should take 28 days for vegetative growth days before flower bud induction.

Key words: Cut chrysanthemum; Vegetative growth days; Flower bud differentiation; Flower quality

0 引言

【研究意义】菊花 (*Dendranthema×grandiflorum* Ramat.) 是中国传统名花和世界四大切花之一。菊花必须经过一定的营养生长, 达到一定的生理年龄, 才

能感受外界诱导, 进入花芽分化。了解植株营养生长天数对切花菊花芽分化及其切花品质的影响, 对切花菊标准化周年生产中确定精准的光温处理时期, 以及控制生产成本、提高品质具有重要意义。【前人研究进展】菊花花芽分化, 受到品种本身的遗传特性、个

收稿日期: 2007-02-02; 接受日期: 2007-12-20

基金项目: 江苏省科技厅高技术研究项目 (BG2004310); 江苏省科技攻关项目 (BE2007305); 江苏省农业三项工程项目 [Sx (2005) 072][Sx (2006) 124]; 上海市农委重点攻关项目 [(2004) D3-1]

作者简介: 姜贝贝 (1982-), 女, 山东巨野人, 博士研究生, 研究方向为花卉栽培与遗传育种。E-mail: happybaby0902@163.com。通讯作者房伟民 (1969-), 男, 浙江湖州人, 副教授, 研究方向为花卉栽培与遗传育种。Tel: 025-84395231; E-mail: fangwm@njau.edu.cn

体生理状态（年龄、激素平衡）和外界环境条件（光、温、水、肥等）及其相互作用的影响。外界环境对花芽分化影响的研究报道很多，多集中在光照和温度两个方面^[1-4]。外源激素对菊花开花的影响也有较多报道^[5-7]。有研究报道菊花对开花诱导的感应速度依赖于品种和温度^[8]。de Jong 研究报道^[9]，菊花必须达到最小叶片数才能对光周期诱导做出反应，最小叶片数因幼苗的初始大小、基因型、光照水平的不同而不同。

【本研究切入点】有关植株本身生长年龄对切花菊成花诱导感应速度和花芽分化的影响，未见有较全面、系统的报道。【拟解决的关键问题】本试验对通过分期扦插、分期定植获得的不同营养生长天数（定植至开始短日处理的天数）植株进行短日诱导，研究植株营养生长天数对切花菊花芽分化与品质的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为大花型切花菊品种‘神马’。试验于2006年3月至2006年8月在上海鲜花港企业发展有限公司 GLP (622) 内保温式双层连栋塑料大棚内进行。环境因子监控采用 CR-10X 环境数据自动采集仪。

1.2 试验方法

1.2.1 试验分组与取样 试验设计9个处理(表1)，自2月27日起每7d扦插1批，15d后选择生长势一致的健壮苗，每7d定植1批(共9批)，定植后即开始夜间间歇补光(22:00~2:00, 光暗间隔10min, 光照强度1000lx)。每处理200株，正常栽培管理。第9批苗定植当日对9批苗同时进行遮光处理(10h·d⁻¹)，诱导花芽分化，至花蕾显色(破蕾)后停止遮光。遮光开始后每2d采样1次，每处理5株，切取先端2~3cm顶芽，FAA固定液固定。

1.2.2 花芽分化及开放进程的测定 顶芽经剥芽法^[10]于Olympus SZ-TR体视显微镜下观察、拍照，记录花芽分化时期。花芽分化时期的确定参考张伟等^[11]的菊花花芽分化9个时期，花芽起始期和花芽分化完成期分别以9个时期中的肥大期和花冠分化后期为标准。当每次采样的5株中有3株处于某一时期时为该时期的时间标准。

遮光开始后，每处理随机选取50株，每3d观察统计1次花的开放度，统计显蕾期(肉眼看到花蕾)、破蕾期(花蕾显色)、采收期(最外层花瓣长度达整个花蕾高度的2/3)和盛花期(外轮舌状花展平，尚未露心)，以50株中有30株进入某一时期为该时期的

时间标准。

1.2.3 切花品质的测定 采收期每处理随机选取5株，测定株高(地上5cm剪切处至花序顶端)、茎粗(距植株基部20叶位处)、叶片数、叶面积(采用描叶法^[12])、花径(花序直径)、植株的鲜重和干重等指标；盛花期每处理随机选取5株，测量花径、花颈长，统计舌状花数、管状花数、外苞片数等指标。

1.2.4 数据统计与分析 采用DPS数据处理系统对试验数据进行差异显著性测验。

表1 各处理的营养生长天数

Table 1 Vegetative growth days for different treatments

处理 Treatment	扦插时间 Cutting time (date/month)	定植时间 Plant time (date/month)	遮光时间 Light treated time (date/month)	遮光时植株营 养生长天数 Vegetative growth days (d)
1	27/2	14/3	9/5	56
2	6/3	21/3	9/5	49
3	13/3	28/3	9/5	42
4	20/3	4/4	9/5	35
5	27/3	11/4	9/5	28
6	3/4	18/4	9/5	21
7	10/4	25/4	9/5	14
8	17/4	2/5	9/5	7
9	24/4	9/5	9/5	0

2 结果与分析

2.1 植株营养生长天数对‘神马’花芽分化及开花的影响

表2结果表明，营养生长天数为0d的处理，遮光18d开始花芽分化，即分化时生长天数为18d。随着遮光时营养生长天数的延长，从遮光到花芽分化所需的时间逐渐缩短，生长天数21d以上的植株从遮光到花芽分化均仅需要4d。

分析认为营养生长天数达到21d的‘神马’植株，已处于成熟的成花感受态，可以快速感受外界诱导因素，启动花芽分化。而生长天数低于21d的植株，从遮光到花芽分化的启动需要较长一段时间，可能是由于植株还未达到成熟的成花感受态所致。

不同营养生长天数的‘神马’植株完成花芽分化所需的时间为32~38d，总体而言，生长天数越少，完成花芽分化所需的时间相对较长，表明营养生长天数对‘神马’从花芽起始到花芽分化完成所需时间有

表 2 植株营养生长天数对‘神马’花芽分化进程的影响

Table 2 Effects of vegetative growth days on flower bud differentiation of ‘Jinba’

处理(营养生长天数)	花芽初始期 Flower bud initiated time (date/month)	初始期植株生长天数 Growth days of flower bud initiated (d)	遮光到初始天数 Days from light treated to flower bud initiated days (d)	分化完成期 Flower bud differentiation finished time(date/month)	完成分化植株生长天数 Growth days of flower bud differentiation finished (d)	初始到完成分化天数 Days from flower bud initiated to differentiation finished (d)
1 (56)	13/5	60	4	14/6	92	32
2 (49)	13/5	53	4	14/6	85	32
3 (42)	13/5	46	4	16/6	80	34
4 (35)	13/5	39	4	16/6	73	34
5 (28)	13/5	32	4	20/6	70	36
6 (21)	13/5	25	4	20/6	63	38
7 (14)	19/5	24	10	22/6	58	34
8 (7)	23/5	21	14	30/6	59	38
9 (0)	27/5	18	18	2/7	54	36

一定的影响, 但各处理间差异不明显。

2.2 植株营养生长天数对‘神马’花发育与开放进程的影响

表 3 结果表明, 同时短日处理的不同生长天数‘神马’植株, 其显蕾期、破蕾期、采收期和盛花期都有明显差异, 遮光时生长天数越小显蕾期、破蕾期、采收期和盛花期越迟, 遮光至显蕾所需时间从高龄苗的 16 d 增至低龄苗的 37 d, 至破蕾所需时间从 49 d 增至 73 d, 至采收所需时间从 54 d 增至 83 d, 至盛花所需时

间从 59 d 增至 101 d, 即低龄苗较高龄苗达到不同花发育与开放进程时期所需的天数均呈增加的趋势; 且所需天数的最大差距在花发育与开放不同进程时期分别为 21、24、29 和 42 d, 呈现逐渐拉大的趋势。

不同营养生长天数的‘神马’植株花发育与开放不同阶段的生长天数最大差异分别为显蕾期的 35 d、破蕾期的 32 d、采收期的 28 d、盛花期的 24 d, 即低龄苗较高龄苗达到不同花发育与开放进程时期的植株生长天数最大差距呈减小的趋势。

表 3 植株营养生长天数对‘神马’花发育与开放进程的影响

Table 3 Effects of vegetative growth days on flower development and flowering of ‘Jinba’

处理(营养生长天数)	显蕾期植株 生长天数 Growth days of visible bud (d)	遮光至显蕾天数 Days from light treated to visible bud (d)	破蕾期植株 生长天数 Growth days at flower bud broke (d)	遮光至破蕾天数 Days from light treated to flower bud broke (d)	采收期植株 生长天数 Growth days at harvest (d)	遮光至采收天数 Days from light treated to harvested (d)	盛花期植株 生长天数 Growth days at blooming (d)	遮光至盛花天数 Days from light treated to blooming (d)
1 (56)	72	16	105	49	110	54	115	59
2 (49)	67	18	98	49	104	55	110	61
3 (42)	66	24	93	51	98	56	105	63
4 (35)	62	27	89	54	95	60	104	69
5 (28)	58	30	86	58	92	64	101	73
6 (21)	51	30	82	61	88	67	97	76
7 (14)	47	33	75	61	82	68	91	77
8 (7)	44	37	78	71	87	80	98	91
9 (0)	37	37	73	73	83	83	101	101

2.3 植株营养生长天数对‘神马’切花品质的影响

表 4 结果表明, 遮光时的营养生长天数影响‘神马’切花外观品质, 随着生长天数的减少, 采收时的

株高、茎粗、叶面积以及花径总体均呈现减小的趋势。在株高指标上, 营养生长天数大于 28 d 的处理均显著高于小于 28 d 的处理, 营养生长天数小于 14 d 的处理

在采收时的株高均未达到切花菊出口一般 90 cm 的标准。在茎粗指标上, 处理 1、2、3、4 均显著高于其它处理, 但除处理 8 以外, 其它处理均达到切花菊出口标准通常为 6 cm 的要求。在花径指标上, 处理 1 显著高于其它处理, 处理 2、3 显著高于处理 7、8、9, 后三者均未达到切花菊出口标准通常为 2 cm 的要求。叶

片数和叶面积指标受植株生长天数的影响较小, 除处理 8、9 以外, 其它处理间的差异不显著。

表 5 结果表明, 采收时处理 1 的总鲜重和总干重与处理 2、3、4 间差异不显著, 但显著大于处理 5、6、7、8、9, 且处理 8、9 的花鲜重和花干重都显著小于其它处理。

表 4 植株营养生长天数对‘神马’采收期切花外观品质的影响

Table 4 Effects of vegetative growth days on flower's quality at harvest time of 'Jinba'

处理(营养生长天数)	株高	茎粗	叶片数	叶面积	花径
Treatment (vegetative growth days)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaves No. (piece)	Leaves area (cm ²)	Flower diameter (cm)
1 (56)	112.0a	7.77a	52.6ab	6865.84a	2.43a
2 (49)	108.6a	7.10b	53.6ab	6495.45a	2.17b
3 (42)	102.6ab	7.13b	55.4a	6325.45a	2.07b
4 (35)	103.4ab	6.90b	57.0a	6396.81a	2.03bc
5 (28)	98.0bc	6.13c	56.6a	6016.98a	2.03bc
6 (21)	87.0d	6.57c	52.6ab	5800.16a	2.03bc
7 (14)	91.6cd	6.03c	53.0ab	5699.53a	1.87cd
8 (7)	76.4e	5.97c	49.4bc	4268.17b	1.87cd
9 (0)	67.6e	6.23c	45.6c	4052.79b	1.80d

不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。下同

The different letters represent significant differently among treatments ($P < 0.05$). The same as below

表 5 植株营养生长天数对‘神马’采收期植株鲜重和干重的影响

Table 5 Effects of vegetative growth days on plant fresh and dry weight at harvest time of 'Jinba'

处理(营养生长天数)	叶鲜重	茎鲜重	花鲜重	总鲜重	叶干重	茎干重	花干重	总干重
Treatment (vegetative growth days)	Leaves fresh mass (g)	Stem fresh mass (g)	Flower fresh mass (g)	Shoot fresh mass (g)	Leaves dry mass (g)	Stem dry mass (g)	Flower dry mass (g)	Shoot dry mass (g)
1 (56)	74.25a	48.02a	6.12a	128.39a	9.33a	10.65a	0.644a	20.625a
2 (49)	65.97ab	36.78b	4.86b	107.61ab	7.15abc	9.48ab	0.636a	17.268ab
3 (42)	59.03ab	34.76b	4.17bc	97.96ab	6.51bcd	8.78ab	0.535abc	15.823ab
4 (35)	61.53ab	35.02b	3.78bc	100.33ab	7.58ab	9.33ab	0.539abc	17.454ab
5 (28)	57.65abc	31.30b	3.95bc	92.90b	6.66bcd	7.82b	0.540abc	15.024bc
6 (21)	59.99ab	30.32b	4.17bc	94.48b	7.12abc	7.57b	0.589ab	15.277b
7 (14)	50.02bcd	28.41bc	3.19c	81.62bc	6.08bcd	7.17bc	0.440c	13.695bcd
8 (7)	35.87d	20.22c	3.74c	59.83c	4.35d	5.05cd	0.489bc	9.888cd
9 (0)	37.87cd	19.15c	3.12c	60.14c	4.53cd	4.20d	0.419c	9.155d

表 6 结果表明, 随着遮光时植株生长天数的降低盛花期花径总体呈减小趋势, 其中处理 6、8、9 的花径显著小于其它处理; 处理 1 和处理 2 的舌状花数均显著多于其它处理, 而其它处理间无显著差异; 处理 1 的管状花数显著少于其它处理; 处理 1、2、3 的舌状花与管状花总数显著多于其它处理, 且随着营养生长天数的减少, 舌状花和管状花的总数即整个头状花

序的小花数呈下降趋势; 各处理间的苞片数目和花颈长与营养生长天数没有明显的相关性。

综合分析认为对生长天数低于 28 d 的‘神马’植株进行遮光处理, 得到的切花品质较差, 要获得符合出口标准的高品质切花, 生长天数达到 28 d 才能进行遮光处理。

表 6 植株营养生长天数对‘神马’盛花期花朵品质的影响

Table 6 Effects of vegetative growth days on flower's quality at full opening time of 'Jinba'

处理(营养生长天数) Treatment (vegetative growth days)	花径 Flower diameter (cm)	舌状花数 No. of tongue corolla	管状花数 No. of tubular corolla	舌状+管状花数 Total of tongue and tubular corolla	总苞片数 No. of bract	花颈长 Length of flower neck (cm)
1 (56)	11.67a	353.00a	33.6e	386.6a	27.6a	2.63b
2 (49)	11.53ab	333.6a	58.0de	391.6a	27.6a	3.20ab
3 (42)	11.23abc	183.6b	174.0a	357.6a	26.6a	3.47a
4 (35)	11.00bc	198.4b	111.0b	309.4b	26.6a	3.23ab
5 (28)	11.27ab	184.6b	108.6b	293.4bc	23.6b	2.85ab
6 (21)	10.33d	182.4b	94.0bc	276.4bc	26.6a	2.63b
7 (14)	10.67cd	191.6b	71.4cd	263.0c	27.0a	2.93ab
8 (7)	10.33d	177.0b	91.0bc	268.0c	23.4b	3.13ab
9 (0)	10.30d	175.6b	85.0bcd	260.6c	23.6b	3.07ab

3 讨论

植物必须经过一定时期的营养生长后, 达到一定的生长年龄或处于一定的生理状态, 才能感受到外界信号, 进入成花转变。这个生长年龄称为幼年期, 达到的生理状态称为成花感受态。有关植物幼年期的研究报道有很多, 如: 水稻必须生长到一定叶数以后, 才能够接受光周期诱导, 并且这一特性对同一品种来说是较稳定的^[13]; 烟草自萌发后, 必须生长至一定时期 (23~36 片叶龄), 顶端分生组织才能从营养分生组织转入花分生组织^[14]; 矮牵牛‘幻想粉红’幼龄期结束的时期约为 8 叶期^[15]。本研究对处于不同营养生长天数的切花菊‘神马’植株进行短日处理后发现, 经过冬季低温解除莲座化的冬芽扦插所得的扦插苗, 马上给予适宜的温度和光照条件不能立刻创始花芽, 而必须经过 18 d 的营养生长达到生理成熟后, 才能够进行花芽起始。笔者对夏花型切花菊品种‘精云’的研究发现, 其幼年期亦为 18 d。de Jong 研究报道^[9]菊花幼苗必需生长到最小叶片数, 才能对光周期做出反应, 最小叶片数因幼苗的起始大小、基因型和光照水平的不同而变化。

有研究报道菊花对成花诱导的感应速度依赖于品种和温度^[8], 本研究发现短日处理时植株的营养生长天数对切花菊成花诱导感应速度也有显著影响。在本试验中, 营养生长天数大于 21 d 的‘神马’对成花诱导的反应时间均为 4 d, 生长年龄小于 21 d 的‘神马’对成花诱导的反应时间均大于 4 d。笔者认为 4 d 是‘神马’对成花诱导的最短反应时间, 21 d 是‘神马’达

到成熟的成花感受态的生长年龄。笔者对夏花型切花菊品种‘精云’的研究发现, ‘精云’对成花诱导的最短反应时间同样为 4 d, 而达到成熟的成花感受态的生长年龄为 28 d (另文发表)。因而, 菊花对成花诱导的感应速度同时受到品种、温度和植株生理年龄的影响。

本试验中不同生长年龄的‘神马’植株自花芽创始至花芽分化完成的时间为 32~38 d, 且生长年龄越小, 完成花芽分化所需的时间相对较长。但短日处理时生长天数小于 14 d 的处理完成花芽分化所需的时间短于或接近生长天数 21 d 和 28 d 的处理, 可能与本试验生长天数小于 14 d 的处理所用插穗经冷库中 4℃ 保存有关, 而有关研究报道^[5]以及生产实践也证明插穗冷藏有促进开花的作用。此外, 环境温度在短时期的变化也是可能的原因。

本试验中不同生长年龄的‘神马’植株在白/黑为 10 h/14 h 的光周期条件下自遮光到花芽分化完成的时间为 36~54 d, 而王彩侠^[16]报道对‘神马’进行白/黑为 16 h/8 h 处理到花芽分化完成所需时间为 55 d, 因其所用材料为摘心后立即进行遮光处理, 需要经过一定时间的营养体积累, 且日照时数不同, 其结果与本试验中低龄苗的花芽分化所需时间相近。

在‘神马’切花生产中, 遮光诱导花芽分化一般在植株生长天数 40~50 d 时。本试验结果发现, 对生长天数大于 28 d 的‘神马’植株进行遮光诱导, 即可获得较高品质的切花, 光诱导时生长天数为 28 d 的处理到达采收时的生长发育期为 92 d, 而随着遮光处理时生长天数的加大, 生长发育期延长。即在满足品质

要求的前提下,适当降低遮光时的生长天数可缩短生长发育期,降低成本。

4 结 论

本研究表明短日处理时的植株营养生长天数对切花菊‘神马’花芽分化和切花品质均有影响。营养生长天数越少,花芽分化的启动和完成越慢,花期越迟,切花品质越差。‘神马’幼年期为 18 d,达到成熟的成花感受态的生长年龄是 21 d,对成花诱导的最短反应时间为 4 d。要获得符合出口标准的高品质切花,植株营养生长达到 28 d 以上才能进行遮光处理。

References

- [1] Karlsson M G, Heins R D, Erwin J E, Berghage R D, Carlson W H, Biernbaum J A. Irradiance and temperature effects on time of development and flower size in chrysanthemum. *Scientia Horticulturae*, 1989, 39(3): 257-267.
- [2] Langton F A. The responses of early-flowering chrysanthemums to daylength. *Scientia Horticulturae*, 1977, 7(3): 277-289.
- [3] Oyaerta E, Volckaert E, Debergha P C. Growth of chrysanthemum under coloured plastic films with different light qualities and quantities. *Scientia Horticulturae*, 1999, 79: 195-205.
- [4] 孙兆法,李世润,李长生,李梅,陈莉.影响夏菊开花的环境因子初步研究.园艺学报,1998,25(3):310-312.
Sun Z F, Li S R, Li C S, Li M, Chen L. Effect of environmental factors on the flowering of summer-flowering chrysanthemum. *Acta Horticulturae Sinica*, 1998, 25(3): 310-312. (in Chinese)
- [5] 杨秀坚,罗富英,窦萍珍.植物调节剂对菊花观赏性状及相关特性的影响.北方园艺,2006,(1):45-46.
Yang X J, Luo F Y, Dou P Z. Effect of new plant growth regulator on chrysanthemum's ornamental character and its characteristics. *Northern Horticulture*, 2006, (1): 45-46. (in Chinese)
- [6] 叶向斌,张晚风,谭光营. NAA 和 IBA 对菊花生长发育和花期的影响.北京农学院学报,1998,13(4):24-29.
Ye X B, Zhang W F, Tan G Y. Effect of NAA and NAA+IBA combination spray on the growth and flowering of chrysanthemum. *Journal of Beijing Agricultural College*, 1998, 13(4): 24-29. (in Chinese)
- [7] 刘萍,刘海英,丁义峰,齐付国,常云霞. KT 对菊花形态、生理和花期的影响.广西植物,2004,24(6):550-553.
Liu P, Liu H Y, Ding Y F, Qi F G, Chang Y X. Effect of KT on configuration, physiology and the florescence of chrysanthemum. *Guihaia*, 2004, 24(6): 550-553. (in Chinese)
- [8] van Ruiten J E M, de Jong J. Speed of flower induction in *Chrysanthemum morifolium* depends on cultivar and temperature. *Scientia Horticulturae*, 1984, 23(3): 287-294.
- [9] de Jong J. Flower initiation of chrysanthemum seedlings grown continuously in short days at four levels of irradiance. *Scientia Horticulturae*, 1981, 14(3): 277-284.
- [10] 石万里,姚毓缪.菊花花芽分化初步研究.园艺学报,1990,17(4):309-312.
Shi W L, Yao Y M. Preliminary researches on flower bud differentiation of chrysanthemums. *Acta Horticulturae Sinica*, 1990, 17(4): 309-312. (in Chinese)
- [11] 張偉,深井誠一,五井正惠.自然日長における日本産野生キクの頭状花序分化ならびに小花發育の形態觀察.園芸学会雑誌(日本),1996,65(別2):506-507.
Zhang W, Fukai S, Goi M. Morphological observation on capitulum initiation and floret development of *Dendranthena* a species native to Japan. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 1996, 65(Suppl. 2): 506-507. (in Japanese)
- [12] 张宪政.作物生理研究法:农学类专业用.北京:农业出版社,1992:3545.
Zhang X Z. *Study Method on Crop Physiology*. Beijing: Agriculture Press, 1992: 3545. (in Chinese)
- [13] 唐锡华,李文安.水稻光照发育阶段的研究 II:几种内外条件对水稻阶段发育的影响.作物学报,1964,3(3):283.
Tang X H, Li W A. Studies on light development stage of rice II: effects of some inner and outer conditions on staggered development of rice. *Acta Agronomica Sinica*, 1964, 3(3): 283. (in Chinese)
- [14] McDaniel C N. Determination to Flower in *Nicotiana*. In: Pederson R A. *Current Topics Developmental Biology*. New York: Academic Press Inc, 1992: 132.
- [15] 胡惠蓉,刘亚红,胡晓龙,包满珠.两种光周期下矮牵牛‘幻想粉红’生长发育特性的研究.园艺学报,2005,32(4):719-721.
Hu H R, Liu Y H, Hu X L, Bao M Z. Studies on the characteristics of the growth and development of *Petunina hybrida* ‘Fantasy Pink’ under two kinds of photoperiod. *Acta Horticulturae Sinica*, 2005, 32(4): 719-721. (in Chinese)
- [16] 王彩侠.光对切花秋菊开花的影响.北京林业大学硕士学位论文,2005:21-44.
Wang C X. Effects of light on flowering of cut flowers of Autumn chrysanthemum. Master's Degree Dissertation of Beijing Forestry University, 2005: 21-44. (in Chinese)

(责任编辑 曲来娥)