

袁储聪, 蒋甲福, 苏江硕, 等. 切花菊光反应周期的量化评价与变异分析[J]. 江苏农业学报, 2023, 39(2): 525-529.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2023.02.026

切花菊光反应周期的量化评价与变异分析

袁储聪, 蒋甲福, 苏江硕, 邓波, 张飞, 管志勇, 房伟民, 陈发棣

(作物遗传与种质创新国家重点实验室/农业农村部景观农业重点实验室/华东地区花卉生物学国家林业和草原局重点实验室/南京农业大学园艺学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 本研究以 229 份切花菊品种为试验材料, 分别种植于南京、淮安 2 地, 其中南京、淮安 2 地相同品种 70 个, 在栽培过程中进行光周期调控处理, 统计各品种从短日照处理开始至现蕾期、露色期所需天数及光反应周期。发现在品种资源群体中, 光反应周期存在丰富的变异, 南京种植各品种光反应周期的总体变异系数为 14.41%, 淮安种植各品种光反应周期的总体变异系数为 12.47%。在南京、淮安 2 个地区中, 切花小菊品种的光反应周期、开始遮光处理至现蕾期时间、开始遮光处理至露色期时间这 3 个性状的变异幅度都比大菊品种大, 其中切花小菊开始遮光处理至现蕾期时间变异系数最大, 在南京、淮安 2 地分别为 22.38% 和 20.08%。光反应周期与株高、叶片数呈极显著正相关。调查发现, 光反应周期短的品种有 QD3-109、松月等, 为 55 d 左右; 光反应周期长的品种有南农小草莓、莱克斯等, 为 90 d 左右。

关键词: 切花菊; 品种资源; 光反应周期

中图分类号: S682.1⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1000-4440(2023)02-0525-05

Quantitative evaluation and variation analysis of photoreaction cycle of cut chrysanthemum

YUAN Chu-cong, JIANG Jia-fu, SU Jiang-shuo, DENG Bo, ZHANG Fei, GUAN Zhi-yong, FANG Wei-min, CHEN Fa-di

(State Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement/Key Laboratory of Landscaping, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Key Laboratory of Biology of Ornamental Plants in East China, National Forestry and Grassland Administration/College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The 229 representative cut chrysanthemum varieties were selected and planted in Nanjing and Huai'an, and photoperiod regulation was carried out during the cultivation process. There were 70 same varieties in two environments. We investigated the number of days from the beginning of short daylight treatment to budding period and color developing date, and photoreaction cycle of each variety. It was found that there were abundant variations in the photoreaction cycle among the cultivar resource groups. The variation coefficient of cultivars grown in Nanjing was 14.41%, and the variation coefficient of cultivars grown in Huai'an was 12.47%. In the two regions, the variation range of the three traits (photoreaction cycle, the time from the beginning of short daylight treatment to budding period, the time from the beginning of short daylight treatment to color developing

date) of the spray cut chrysanthemum was larger than that of the disbud cut chrysanthemum, and the variation coefficient of the time from the beginning of short daylight treatment to budding period of spray cut chrysanthemum was the largest, which was 22.38% and 20.08% in the two regions, respectively. There was a very significant positive correlation between the photoreaction cycle and the plant height and the number of leaves. The survey found that the cultivars with

收稿日期: 2022-04-27

基金项目: 江苏省农业科技自主创新基金项目[CX(21)2004]; 国家大宗蔬菜产业技术体系项目(CARS-23-A18); 花卉产业技术体系建设项目[JATS(2021)454]; 江苏省种业振兴揭榜挂帅项目[JBCS(2021)020]

作者简介: 袁储聪(1998-), 女, 湖南长沙人, 硕士, 主要从事花卉生产原理与良种繁育研究。(E-mail) 1976517879@qq.com

通讯作者: 陈发棣, (E-mail) chenfd@njau.edu.cn

short photoreaction period included QD3-109, Songyue, the photoreaction period was about 55 d. The cultivars with long photoreaction period included Nannong Xiaocaomei, Laikesi, the photoreaction period was about 90 d.

Key words: cut chrysanthemum; variety resources; photoreaction cycle

在切花菊的生产栽培过程中,通过补光或遮光进行花期调控的方法非常普遍,是既实用又有效的方法之一,具有保护环境安全且节省劳动力的优点^[1]。光反应周期是指植株感受到短日照的环境刺激至达到初花期所需要的天数。每个品种对光周期的敏感性不同,导致同时定植、同时进行短日照处理的不同菊花品种开花时间不一致,这主要由遗传特性决定。了解不同品种的光反应周期,有助于根据花卉上市日期来推算开始短日照处理的时间,为生产中制订合理且经济有效的补光、遮光计划提供依据。补光需要人工补充光源,耗能比较多,盲目补光或品种光反应周期过长会增加生产成本,合理安排短日照处理时间和选用短光反应周期品种有助于控制生产成本。因此,对不同切花菊品种的光反应周期进行数量化分析,对筛选短光反应周期品种和推动周年生产供应具有重要意义。

以往对现蕾期、露色期、初开期时间的统计,起点多是定植时间^[2-4],本研究则拟在设施调控光周期的情况下,调查从短日照处理开始到各个阶段的时间,分别在南京、淮安 2 个地区的温室大棚对代表性切花菊品种进行光周期调控处理,调查其光反应周期、现蕾期、露色期的表型变异,并对株高、叶片数等性状进行测量统计,分析光反应周期与生长发育性状的相关性,以期为菊花花期调控栽培和新品种选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本研究共调查了 229 个菊花品种,南京、淮安 2 个栽培环境中的相同品种为 70 个。在南京基地,从南京农业大学的中国菊花种质资源保存中心选取 173 个切花菊品种作为试验材料,其中包含 98 个切花小菊品种和 75 个单头切花大菊品种,于 2021 年 7 月 11 日选取健壮扦插苗定植于温室大棚,小菊品种与大菊品种分开种于 2 个温室大棚中,小菊品种在 8 月 11 日开始进行遮光处理,大菊品种在 8 月 21 日开始进行遮光处理,2 个温室大棚都于 9 月 25 日停止遮光。试验期间进行常规水肥管理。

另外,又于南京农业大学白马湖菊花基地(江苏淮安)选取了 126 个切花菊品种进行研究,其中切花小菊品种 35 个、单头切花大菊品种 91 个。于 6 月 16 日选取健壮扦插苗进行定植,所有品种统一定植于同温室大棚内,定植后开始进行补光,直至 7 月 20 日停止补光并开始遮光处理。试验期间进行常规水肥管理。

1.2 不同花期确定标准与统计方法

现蕾期:同品种中有 50% 以上的植株顶端能看到花蕾,花蕾直径为 2~3 mm 的时期。露色期:同品种中有 50% 以上的植株顶端有轻微破蕾,透过花蕾总苞能看到花朵颜色的时期。初开期:同品种种植区域内有超过 50% 植株上 10%~30% 的花序完全开放的时期。光反应周期(d):从植株开始接受短日照(即开始遮光处理)至初开期的天数。株高、节间长、叶片的测量参照李玉发^[5]的方法。

1.3 数据分析

使用 Excel2010 和 SPSS26.0 对种植在南京、淮安的切花菊品种光反应周期分别进行描述性统计,绘制频次分布图;另外,对淮安地区切花菊的光反应周期与生长发育性状进行相关性分析;对相同品种进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 描述性统计分析

对种植在南京湖熟基地的 173 个切花菊品种,以及种植在淮安白马湖基地的 126 个菊花品种进行光反应周期的简单描述性统计。表 1 显示,南京和淮安 2 个地区的光反应周期变异系数分别为 14.41% 和 12.47%,两者相差不大。从均值来看,南京地区的光反应周期为 65.45 d,比淮安地区的 84.83 d 更短。同时,南京地区种植品种光反应周期的最小值、最大值均比淮安地区小。光反应周期、开始遮光处理至现蕾期时间、开始遮光处理至露色期时间在 2 个地区的总体变异系数为 12.47%~19.57%,其中开始遮光处理至现蕾期时间的变异系数最大,在 2 个地区均达到了 19.00% 以上,说明切花菊光反应周期、开始遮光处理至现蕾期时间、开始

遮光处理至露色期时间 3 个性状均存在丰富的变异。综合分析频次分布(图 1)和偏度、峰度(表 1) 始遮光处理至露色期时间均符合连续性较好的正态或偏态分布,说明这 3 个性状可能都是由多基因控制的数量性状。

表 1 2021 年南京、淮安 2 个地区不同切花菊品种在遮光条件下的光反应周期描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of photoreaction cycle of different cut chrysanthemum cultivars in Nanjing and Huai'an under shading conditions in 2021

地区	性状	群体	品种数	最小值 (d)	最大值 (d)	均值 (d)	标准差 (d)	变异系数 (%)	偏度	峰度
南京	光反应周期	总体	173	46	91	65.45	9.43	14.41	0.59	-0.24
		大菊	75	47	72	60.07	5.49	9.14	-0.19	-0.05
		小菊	98	46	91	69.57	9.75	14.01	0.15	-0.89
	开始遮光处理至现蕾期时间	总体	173	14	38	23.56	4.61	19.57	0.80	0.38
		大菊	75	14	28	22.35	2.71	12.13	-0.87	1.11
		小菊	98	15	38	24.49	5.48	22.38	0.54	0.86
	开始遮光处理至露色期时间	总体	173	35	87	57.12	10.33	18.08	0.70	-0.05
		大菊	75	35	67	50.11	5.71	11.39	0.46	1.47
		小菊	98	40	87	62.48	9.86	15.78	0.38	-0.55
淮安	光反应周期	总体	126	56	109	84.83	10.58	12.47	0.28	-0.01
		大菊	35	56	92	80.60	8.14	10.10	-0.88	0.87
		小菊	91	64	109	86.45	11.00	12.72	0.29	-0.54
	开始遮光处理至现蕾期时间	总体	126	18	59	33.00	6.41	19.42	1.22	2.57
		大菊	35	24	48	30.91	4.79	15.50	1.66	3.62
		小菊	91	18	59	33.81	6.79	20.08	1.05	2.22
	开始遮光处理至露色期时间	总体	126	48	102	75.57	11.48	15.19	0.34	-0.14
		大菊	35	48	87	69.46	8.40	12.09	-0.35	0.39
		小菊	91	53	102	77.92	11.67	14.98	0.24	-0.49

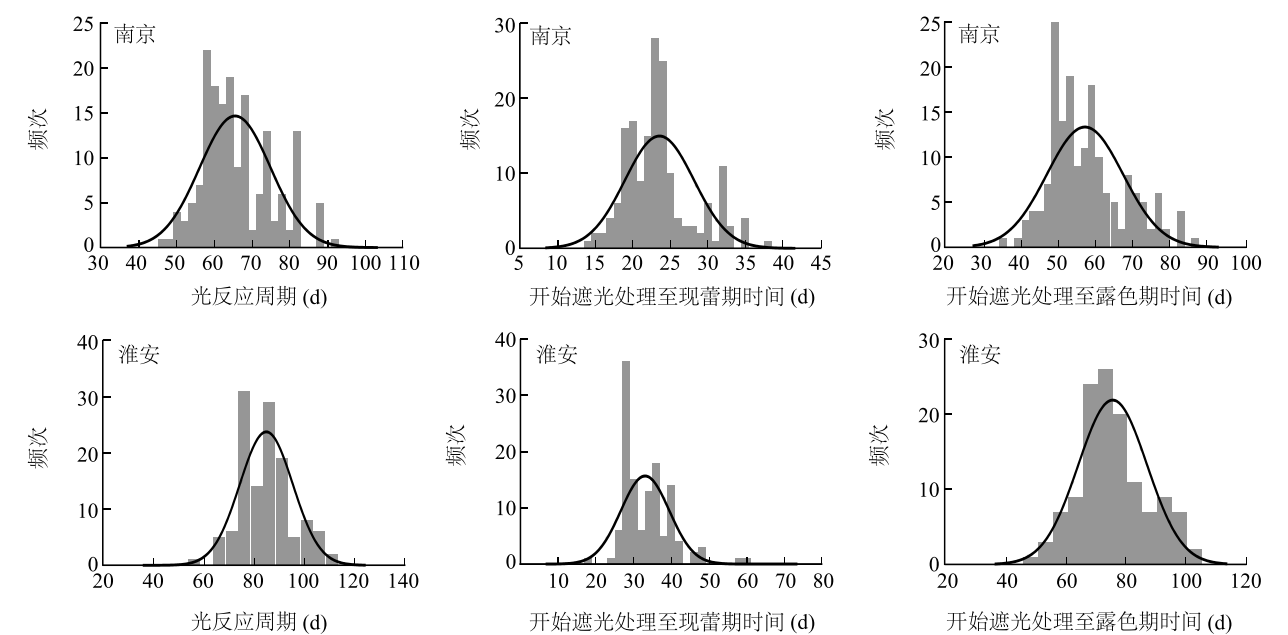


图 1 南京地区和淮安地区不同切花菊品种光反应周期及其相关性状的频次分布
Fig.1 Frequency distribution of photoreaction cycle and related traits of different cut chrysanthemum cultivars in Nanjing and Huai'an

同时,将南京、淮安 2 个地区切花大菊、小菊品种的光反应周期分开进行描述性统计,表 1 显示,切花小菊光反应周期、开始遮光处理至现蕾期时间、开始遮光处理至露色期时间 3 个性状的变异系数均高于单头切花大菊。在南京地区,大菊品种的光反应周期比小菊品种平均短 7 d 以上,3 个性状的变异系数相差较大,变化范围为 9.14%~22.38%,其中小菊品种开始遮光处理至现蕾期时间变异系数最大,为 22.38%;在淮安地区,小菊品种开始遮光处理至现蕾期时间的变异系数也较大,为 20.08%,说明小菊品种开始遮光处理至现蕾期时间有较大的遗传变异。在南京地区,切花小菊、大菊品种的开始遮光处理至现蕾期时间均值仅相差 2.14 d,但开始遮光处理至露色期时间却相差 12.37 d,说明其发育进程存在较大差异。

2.2 相关性分析

对不同品种的光反应周期与初花期的株高、叶片数、节间长和叶面积 4 个性状进行相关性分析,结果(表 2)表明,光反应周期与叶片数呈极显著正相关,相关系数为 0.30。菊花叶片互生,每节生长一片叶,叶片数可以代表节数,因此光反应周期与节数也呈正相关关系,节数越多,光反应周期越长。初花期株高与光反应周期呈极显著正相关,相关系数为 0.30,光反应周期越长,株高越高。此外,节间长与叶片数呈极显著负相关,相关系数为-0.52;与叶面积呈极显著正相关,相关系数为 0.40。

表 2 光反应周期与生长发育性状的相关系数

Table 2 Correlation coefficient between photoreaction cycle and growth and developmental traits

性状	光反应周期	株高	叶片数	叶面积	节间长
光反应周期	1.00				
株高	0.30**	1.00			
叶片数	0.30**	0.43**	1.00		
叶面积	-0.08	0.22*	-0.23*	1.00	
节间长	-0.01	0.57**	-0.52**	0.40**	1.00

** 表示相关性达到 0.01 水平; * 表示相关性达到 0.05 水平。

2.3 方差分析

对南京、淮安 2 个地区种植的 70 个相同品种的光反应周期进行单因素方差分析,结果(表 3)表明,这些相同品种的光反应周期在 2 个环境下存在显著

性差异,在淮安地区,光反应周期均值为 81.12 d,而在南京地区,光反应周期均值为 69.46 d,相差 11.66 d。淮安地区遮光处理开始的时间是 7 月 20 日,正值高温季节,而南京地区遮光处理开始的时间是 8 月 11 日(小菊品种)和 8 月 21 日(大菊品种),气温已逐渐转凉,说明环境温度对光反应周期影响比较大。

表 3 2 个地区 70 个相同品种光反应周期的方差分析结果

Table 3 Variance analysis of photoreaction cycle of 70 cultivars in two regions

地区	自由度	均值(d)	F 值	P 值
南京	70	69.46±8.75	53.68	<0.001
淮安	69	81.12±9.90		

3 讨论

根据自然花期可以将菊花分为秋菊、夏菊、寒菊等,不同类型菊花的花期不同,光反应周期也不同。在本研究中,我们对设施条件下光周期调控的切花菊的光反应周期进行统计,将开花时间细化到从短日照处理至现蕾、显色、初开需要的天数,可为切花菊促控栽培和菊花品种按照光反应周期长短进行分类提供参考。

徐丹彬等^[6]研究发现,不同菊花品种间光反应周期差异明显,与本研究结果一致。植物的光反应周期、株高等数量性状受品种自身遗传因素影响,同时还是与环境综合作用的表现。郭方其等^[7]对 7 个切花多头菊品种在 5 个不同定植期的研究中发现,定植期不同,其生育期和光反应周期也有明显差异,随着定植期从 7 月至 10 月的延迟,生育期和光反应周期均呈现先下降后升高的趋势;在 7 月定植时,由于受夏季高温的影响,生长和花蕾发育均较缓慢,导致生育期和光反应周期都较 8 月、9 月定植批次的长,具体影响因品种敏感性而异。在本研究中,淮安地区定植期为 6 月,定植和遮光处理时间比南京地区均早约一个月,其苗期生长、花芽早期发育阶段都受到夏季高温的影响,这可能是其光反应周期较南京地区长的原因之一,不同环境条件对不同品种光反应周期及其生长发育的影响需要更系统、深入的研究。

菊花的营养生长性状(如株高、节间数)与其开始遮光处理至现蕾期时间、光反应周期的长短有一

定相关性。菊花的生长发育速度与光周期效应、光温条件及光合作用密切相关。叶片是进行光合作用的重要器官^[8]。株高与叶面积呈显著正相关,即叶面积越大其株高也越高,叶面积大可增强植株的光合作用效果,光合作用可为植株的营养生长提供充足的物质。奥妮^[9]对人工选择切花菊株高的研究表明,株高与节间数有很高的相关性,在矮集团和随机集团中株高与节间数都呈显著正相关,本研究相关性分析结果也表明株高与节间数呈极显著正相关,与奥妮的研究结果一致。生育期长短对农艺性状有较大影响,生育期越长,株高越高,在大豆^[10]、小麦^[11]研究中均有相关报道。光反应周期与株高的相关性分析结果表明,两者为显著正相关,光反应周期越长则生育期也越长,植株有更长的时间进行营养生长,株高也会更高。

在菊花生长发育过程中,光反应周期、温度是影响开花的关键性因素^[12-13]。本研究发现了一些光反应周期较短和较长的品种。在2个环境中光反应周期均较短的品种有 QD3-109、松月等,QD3-109 在南京、淮安2个地区的光反应周期分别为49 d和56 d,松月在南京、淮安2个地区的光反应周期分别为56 d和66 d。在2个环境中光反应周期均较长的品种有南农小草莓(在南京、淮安2个地区的光反应周期分别为89 d和102 d)和莱克斯(在南京、淮安2个地区的光反应周期分别为83 d和95 d)等。此外,在南京基地,切花小菊中光反应周期较短的品种有星辰黄(46 d)、胸花(53 d)等,光反应周期最长的品种是南农金庐(91 d),其次是南农嵩云(87 d);切花大菊中光反应周期最短的品种是白皇后(47 d),其次是芥末(49 d)和白龙爪(50 d),光反应周期最长的品种是南农红梅(72 d)和青粉(72 d)。在淮安基地,光反应周期较短的品种有迷你白(64 d)和南农雪松(69 d);光反应周期较长的品种为南农冰洁(109 d)、南农冰清(108 d)。不同品种光反应周期

存在明显差异,除遗传特性外,光反应周期的长短可能还与环境温度高低有关,光反应周期可能会因气候条件、栽培措施而存在一定差异,需要进行摸索确定。另外,光反应周期差异太大,不利于光周期调节和杂交育种的开展;光反应周期也不是越短越好,太短会影响植物的生长发育和株高,优异的切花菊品种应该有比较合适的光反应周期。

参考文献:

- [1] 胡惠蓉. ‘幻想’矮牵牛开花的光周期调控及一种新型突变花的初步研究[D]. 武汉:华中农业大学,2006.
- [2] 赵小刚. 日中性小菊新品种选育及小菊开花期遗传分析[D]. 北京:北京林业大学,2019.
- [3] 王二虎,赵艳莉,刘金平. 温度因素对菊花花期调控的影响研究[J]. 陕西农业科学,2016,62(11):53-55,98.
- [4] 张 飞,陈发棣,房伟民,等. 菊花花期性状的杂种优势与混合遗传分析[J]. 南京农业大学学报,2011,34(4):31-36.
- [5] 李玉发. 定植期对日光温室多头切花菊生育期和品质的影响及模拟研究[D]. 南京:南京农业大学,2009.
- [6] 徐丹彬,郭方其,吴 超,等. 切花多头菊冬季设施栽培品种筛选与评价[J]. 中国农学通报,2021,37(33):55-63.
- [7] 郭方其,刘 君,叶琪明,等. 切花多头菊新品种不同定植期特性及品质的量化分析[J]. 江苏农业科学,2021,49(10):102-108.
- [8] 于 飞,刘 博,谷晓平,等. 光温条件对设施菊花生长发育的影响[J]. 贵州农业科学,2020,48(3):113-116.
- [9] 奥 妮. 切花菊株高在正反交 F_1 代遗传表现及响应人工选择的初步研究[D]. 南京:南京农业大学,2019.
- [10] 蔡 春,马铃铃,安明哲,等. 吉林省不同生育期组大豆品种间农艺性状的比较分析[J]. 土壤与作物,2018,7(4):449-455.
- [11] 高辉明,张正斌,徐 萍,等. 2001-2009年中国北部冬小麦生育期和产量变化[J]. 中国农业科学,2013,46(11):2201-2210.
- [12] 王巧妹,王继武,管志勇,等. 茶用菊七月白×苏菊7号 F_1 代群体与产量相关性状的变异分析及高产植株筛选[J]. 江苏农业学报,2022,38(2):512-520.
- [13] 孙玉明,张 婷,徐晓洋,等. 氮素和光照对甜菊生长、氮素吸收和甜菊糖苷相关指标的影响[J]. 植物资源与环境学报,2021,30(2):12-18,34.

(责任编辑:王 妮)