

张璐瑶,孙道金,余 琪,等. 不同定植密度对切花小菊分枝性状和观赏品质的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(21):155-165.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.21.024

不同定植密度对切花小菊分枝性状和观赏品质的影响

张璐瑶,孙道金,余 琪,蒋 名,张梦雪,张佳丽,房伟民,管志勇,陈发棣,宋爱萍

(南京农业大学作物遗传与种质创新国家重点实验室/农业农村部景观设计重点实验室/

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:为明确不同定植密度对不同切花小菊品种分枝性状及观赏品质的影响,为指导农业生产提供相关理论依据,并最终获得适合不同切花小菊品种的最佳经济效益种植方案。以南农彩点点等 16 个切花小菊品种为试验材料,设置 178、100、64 株/ m^2 等 3 种定植密度,测量 12 个分枝相关性状和 8 个观赏品质相关性状,分析不同定植密度对切花小菊生长发育的影响。结果表明,总体上定植密度对单花直径、管状花瓣数、舌状花花瓣数等观赏品质的影响不大,但对株高、茎粗、侧蕾数等分枝相关性状的影响较大,且不同品种切花小菊对于定植密度的响应不同。因此,针对切花小菊农业生产,南农香橙点、南农冰清、南农冰雪等切花小菊品种可采用高密度种植的栽培方式,而针对切花小菊观赏游览,南农红云、南农岱雪等切花小菊品种则可采用低密度种植的栽培方式,以达到农业经济产值的最大化。

关键词:切花小菊;定植密度;分枝性状;观赏品质

中图分类号:S682.1⁺10.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)21-0155-10

菊花(*Chrysanthemum morifolium* Ramat.)是我国的传统名花,具有较高的观赏价值和经济价值,经过长期人工繁育选择已经拥有了数千个品种^[1-3]。菊花花色多样、花型丰富、瓶插寿命长,一直在园艺花卉市场中备受人们喜爱^[4]。近年来,各种主题菊展也逐步成为城市形象的新名片,成了人们秋日赏菊的目的地^[5]。菊花在满足消费水平较高居民对美好精神生活追求的同时也在乡村振兴战略中起着重要作用,由政府部门引导,建立偏远地区与高校、企业之间的联系,通过专家指导与科技扶贫,借“菊花经济”来优化农业产业结构^[6]。由此可见,菊花栽培不仅要根据农业生产标准要求,还需要根据观赏游览的需要,制定相应的栽培配套技术方案。根据不同栽培类型,可将菊花分为造型菊、地被菊、盆栽菊、切花菊,而切花菊又可根据单花直径和着花数量分为切花大菊和多头切花小菊 2 种类型^[7]。目前,切花菊形态多样,而在切花小菊的生产过程中,通常选用 100 株/ m^2 的定植密度

(10 cm×10 cm 的尼龙支撑网)进行栽培^[8-9],统一的定植密度不一定适合所有品种切花小菊的生长空间需求,易造成种植资源的浪费,增加人工工作量。因此,确定合理的定植密度对切花小菊的经济效益最大化具有重要意义。

近年来,前人对于玉米、小麦、棉花等经济作物在不同定植密度下各性状的变异规律已经有了比较深入且全面的研究^[10-12]。于德彬等通过探究分枝型大豆品种在高肥条件下最佳种植密度试验发现,该品种株高随种植密度的增大而逐渐增加,但茎粗、分枝数会随定植密度的增大而减小^[13];谢亚萍等在对胡麻进行相同的施钾量时发现,中、高密度下胡麻的株高、有效分枝数和有效蒴果数均降低^[14];王乐政等在不同定植密度下 2 种夏播红小豆的抗倒伏能力变化规律试验中发现,株高随着定植密度的增加而增高,但茎粗、分枝数则会变小^[15]。赛丹等发现,当切花大菊神马和优香插穗长度为 6 cm、顶端具有 3 张平展叶片、扦插密度为 2 500 株/ m^2 时,其育苗成活率高^[16]。徐扬等发现,密植会显著减少杭白菊二级分枝数和单株产量,但会显著提高群体产量^[17]。定植密度对切花小菊生长发育影响的相关试验开展较少。张冬梅以 5 种切花小菊为试验材料,探究定植密度对切花菊品质的影响,品种数量小,在农业生产上的可应用范围较窄^[18]。本试验通过探究不同定植密度对不同切花

收稿日期:2021-11-12

基金项目:国家重点研发计划(编号:2019YFD1001500);国家自然科学基金(编号:31870694)。

作者简介:张璐瑶(1996—),女,河北邢台人,硕士研究生,主要从事花卉生产原理与良种繁育研究。E-mail:1246056705@qq.com。

通信作者:宋爱萍,博士,副教授,主要从事菊花遗传育种与分枝调控研究。E-mail:aiping_song@njau.edu.cn。

小菊分枝性状及观赏品质的影响,分析定植密度与各国艺性状的关系,最终为确定不同切花小菊的最佳定植密度提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2020 年 7—11 月在江苏省南京市江宁区的南京农业大学湖熟花卉基地连栋薄膜温室(118°94'E,31°81'N)中进行,该地区属于北亚热带季风性湿润气候,雨水充沛,2020 年 6 月上旬至 7 月下旬为梅雨季。试验地畦面上不覆地膜,铺 3 根滴灌带。

1.2 材料与试验设计

基于笔者所在课题组前期对切花小菊种质资源分枝性状的调查分析,本研究选取 16 个在分枝性状与花型类型具有代表性的切花小菊品种进行试验,以期探明不同定植密度对不同切花小菊品种分枝性状及观赏品质的影响。其中,小花型(Satini)系列 6 个,分别为迷你紫(MZ)、迷你黄(MH)、南农彩点点(CD)、南农香橙点(XC)、南农极点(JD)、南农红点点(HD);单瓣型(Daisy)系列有 4 个,分别为南农冰洁(BJ)、南农红云(HY)、南农冰清(BQ)、南农冰雪(BX);托桂型(Anemone)系列有 1 个,为南农丽雪(LX);蜂窝型(Pompon)系列有 1 个,为南农翠玉珠(YZ);莲座、芍药型(Decorative)系列有 3 个,分别为南农岱雪(DX)、南农嵩芒(SM)、南农乌金(WJ);风车型(Spider)系列有 1 个,为南农粉风车(FC)。参照张冬梅的定植密度处理^[18],设置如下处理:处理 1,178 株/m²(7.5 cm×7.5 cm);处理 2,100 株/m²(10.0 cm×10.0 cm);处理 3,64 株/m²(12.5 cm×12.5 cm)3 种定植密度。常规水肥管理。

1.3 田间性状调查

将被测量的园艺性状分为分枝性状和观赏品质 2 个部分,其中分枝相关性状包含株高、分枝起始高度、茎粗、茎秆强度、叶节数、总侧芽数、侧蕾数、上部分枝数、一级分枝长、一级分枝角度、一级分枝粗、二级分枝数;观赏品质相关性状包含冠幅、单花直径、着花数、管状花数、舌状花数、单花鲜质量、单花干质量、叶夹角、叶面积。参照张冬梅等的性状测量方法^[18-20],田间性状具体测量方式如下。

(1)株高:为植株地上部分的高度,用精度为 0.1 cm 的直尺测量;(2)分枝起始高度:为植株地上部分基部到带有花蕾且有明显长度的第一初生枝基部的长度,用精度为 0.1 cm 的直尺测量;(3)茎

粗:为植株地上部分主干 1/3 处的直径,用精度为 0.01 mm 的数显游标卡尺测量;(4)茎秆强度:为植株地上部分主干 1/3 处直径的强度,用植物茎秆强度测定仪(YYD-1)测定;(5)叶节数:为植株地上部分主干上叶节的数量,目测计数;(6)总侧芽数:为植株地上部分主干上所有着生芽或已萌发成枝的节点数,目测计数;(7)侧蕾数:为记录的所有一级分枝上以花芽形式分化出的花蕾总数,目测计数;(8)上部分枝数:为植株顶部第 2 枝开始向下直至地上部分主干 1/3 处的一级分枝数,目测计数;(9)一级分枝长:为记录的所有一级分枝的长度,用精度为 0.1 cm 的直尺测量;(10)一级分枝角度:为主蕾周围最近的 3 个一级分枝与茎秆的锐角角度,用量角器进行测量;(11)一级分枝粗:为主蕾周围最近的 3 个一级分枝 1/2 处的直径,用精度为 0.01 mm 的数显游标卡尺测量;(12)二级分枝数:为记录的所有一级分枝上的所有萌发并具有明显长度的二级分枝数,目测计数;(13)冠幅:为顶面开展的最大直径,交叉重复测量取均值,用精度为 0.1 cm 的直尺测量;(14)单花直径:随机取 3 个一级分枝,测中间位花直径,交叉重复测量取均值,用精度为 0.01 mm 的数显游标卡尺测量;(15)着花数:为植株所有分枝上的花序(蕾)数,目测计数;(16)花瓣数:随机取 3 个一级分枝并取其中间位花,目测计数管状花瓣数和舌状花数;(17)单花鲜质量:随机取 3 个一级分枝取中间位花,用精度为 0.1 g 的电子秤测量;(18)单花干质量:随机取 3 个一级分枝取中间位花,用精度为 0.1 g 的电子秤测量;(19)叶夹角:为植株地上部分主干 1/2 处 3 个叶片与茎秆之间的锐角角度,用量角器测量;(20)叶面积:为植株地上部分主干 1/2 处叶片的叶面积,用根系扫描仪(STD4800)测量。随机选取每个处理定植的 6 个单株进行测量。

1.4 数据处理与分析

采用 Microsoft Excel 2019 对 16 个切花小菊品种 21 个性状的原始数据进行统计与简单分析,采用 IBM SPSS Statistics 25.0 对 3 种定植密度下 16 个切花小菊品种的 21 个性状数据进行差异显著性分析(非参数检验、方差分析)与相关结果作图。

2 结果与分析

2.1 不同定植密度对切花小菊分枝性状的影响

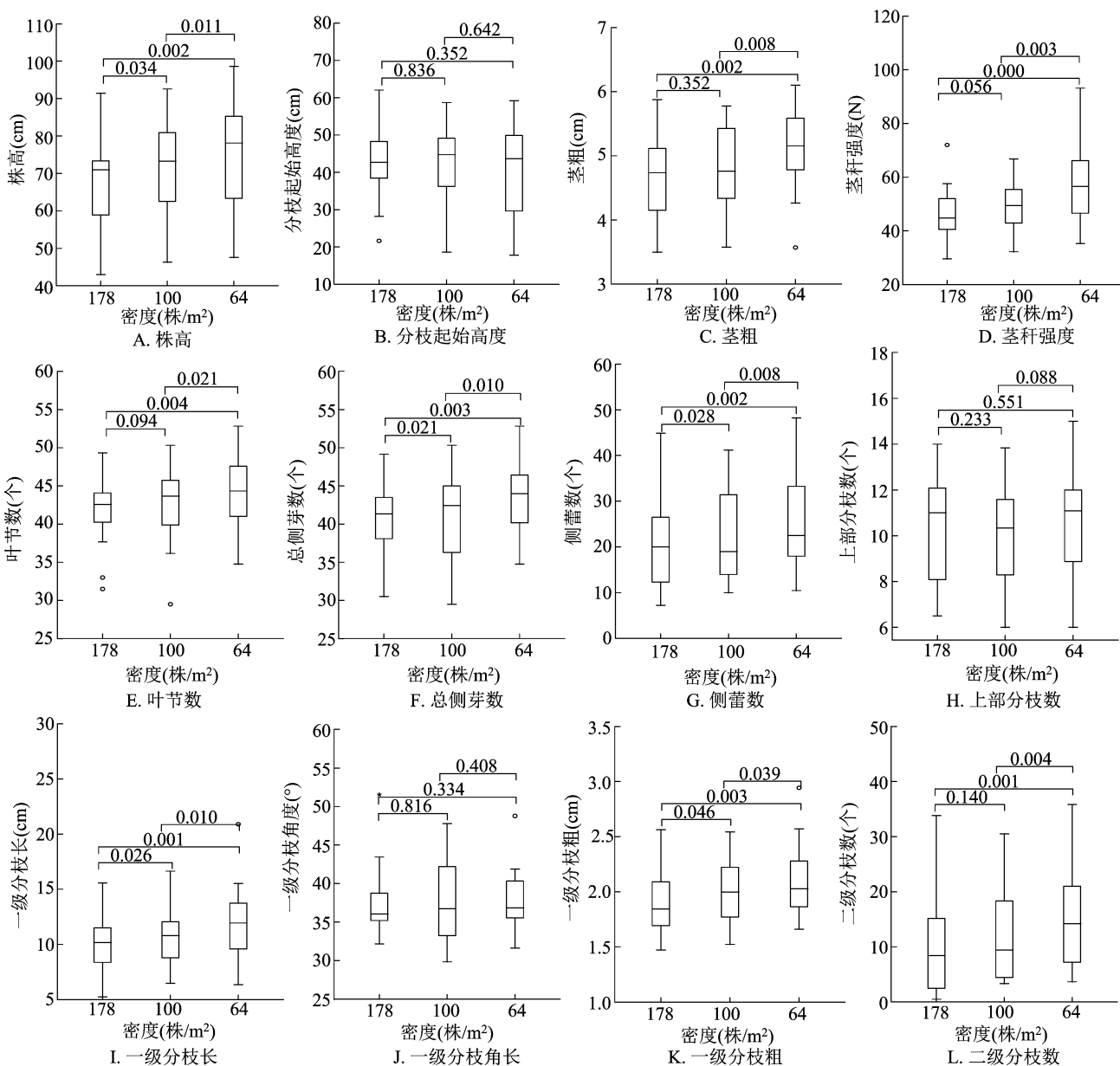
为了探究不同定植密度对切花小菊分枝性状

的影响,本研究对 16 个切花小菊品种在 3 种定植密度下的 12 个分枝性状数据进行比较与显著性分析(图 1)。由图 1 可知,随着定植密度的降低,株高、茎秆强度、叶节数、总侧芽数的最大值与中位数反而增大,其中不同处理之间的株高均存在显著性差异,而茎秆强度、叶节数、总侧芽数在处理 1、处理 2 之间不存在显著性差异。分枝起始高度、一级分枝粗的最大值在处理 2 时最小,分枝起始高度在不同处理间不存在显著性差异,一级分枝粗则在不同处理间存在显著性差异。茎粗、侧蕾数、上部分枝数、二级分枝数的最大值处理 3 时最大,处理 2 时最小,其中茎粗、侧蕾数、二级分枝数处理 1 与处理 2 之间

均不存在显著性差异,上部侧枝数则在 3 个处理间均不存在显著性差异。一级分枝长在 3 个处理间均存在显著性差异,一级分枝角度则在 3 个处理间均差异不显著。结果表明,定植密度对株高、茎秆强度、叶节数、总侧芽数、一级分枝长、一级分枝粗的影响较大;高密度种植对茎粗、茎秆强度、叶节数、总侧芽数、侧蕾数、二级分枝数的影响较小,研究结果为筛选出适合高密度种植的切花小菊品种提供了可能性。

2.2 不同定植密度对不同切花小菊品种分枝性状的影响

通过方差分析得到不同定植密度对不同切花小菊品种分枝性状的影响,结果见表 1。



$P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。图 2 同

图1 不同定植密度对切花小菊分枝性状的影响

2.2.1 不同定植密度对不同切花小菊品种株高、分枝起始高度的影响 由表 1 可得,迷你紫、南农彩点点、南农香橙点、南农粉风车、南农丽雪、南农冰雪、南农岱雪、南农嵩芒、南农乌金的株高随着定植密度的降低而增高,其中迷你紫的株高在 3 种定植密度下呈极显著差异;迷你黄、南农彩点点、南农红云、南农冰雪、南农岱雪的株高在处理 1 与处理 2 之间差异不显著,但都与处理 3 存在极显著差异。迷你黄、南农极点、南农翠玉珠、南农岱雪的分枝起始高度随着定植密度的降低而降低,其中迷你黄的处理 1 与处理 2、处理 3 之间存在极显著差异;南农红点点的分枝起始高度随定植密度的降低而增高,3 种处理之间均存在显著差异。

2.2.2 不同定植密度对不同切花小菊品种茎粗、茎秆强度的影响 由表 1 可得,迷你紫、南农彩点点、南农翠玉珠、南农粉风车、南农冰清、南农冰雪、南农岱雪的茎粗随着定植密度的降低而增粗,其中迷你紫、南农翠玉珠、南农岱雪的茎粗在 3 种定植密度下均存在显著差异,南农粉风车在处理 1 与处理 2 之间不存在显著差异,但都与处理 3 存在极显著差异。除南农红云、南农翠玉珠、南农冰清、南农嵩芒之外的 12 个切花小菊品种的茎秆强度都随着定植密度的降低而增强,但只有南农极点在 3 种处理间存在极显著差异,南农香橙点在处理 1 与处理 2 之间不存在显著差异,但都与处理 3 存在极显著差异。

2.2.3 不同定植密度对不同切花小菊品种叶节数、总侧芽数、侧蕾数的影响 由表 1 可得,迷你紫、迷你黄、南农彩点点、南农极点、南农红点点、南农冰雪、南农岱雪、南农嵩芒、南农乌金的叶节数随着定植密度的降低而增加,其中迷你黄、南农红点点、南农翠玉珠、南农岱雪在处理 1 与处理 2 之间不存在显著差异,但基本与处理 3 存在极显著差异。迷你黄、南农彩点点、南农极点、南农冰洁、南农冰雪、南农岱雪、南农嵩芒、南农乌金的总侧芽数随着定植密度的降低而增加,其中南农岱雪的总侧芽数在 3 种处理下存在极显著差异,迷你黄、南农翠玉珠、南农冰雪在处理 1 与处理 2 之间不存在显著差异,但都与处理 3 存在极显著差异。由表 2 可知,迷你紫、南农彩点点、南农红点点、南农红云、南农翠玉珠、南农粉风车、南农冰清、南农冰雪、南农岱雪、南农嵩芒、南农乌金的侧蕾数都随着定植密度的降低而增加,其中迷你紫、南农粉风车在处理 1 与处理 2 之间差异不显著,但都与处理 3 存在极显著差异;南农

红云、南农岱雪在 3 个处理间存在显著差异。

2.2.4 不同定植密度对不同切花小菊品种分枝性状的影响 由表 2 可以看出,南农彩点点、南农红云、南农丽雪、南农嵩芒、南农乌金的上部分枝数随着定植密度的降低而增加,其中南农岱雪在处理 1 与处理 2 之间差异不显著,但都与处理 3 存在极显著差异。迷你紫、南农彩点点、南农冰洁、南农红云、南农翠玉珠、南农冰清、南农冰雪、南农岱雪、南农乌金的一级分枝长随着定植密度的降低而增加,其中迷你紫、南农红点点、南农粉风车、南农岱雪在处理 1 与处理 2 之间差异不显著,但都与处理 3 存在极显著差异。迷你黄、南农红点点的一级分枝角度在处理 1 与处理 2、处理 3 之间存在显著差异,南农红云的处理 1 与处理 2 差异不显著,但与处理 3 差异显著;南农翠玉珠、南农丽雪和南农嵩芒的处理 1 与处理 2 差异显著,但与处理 3 差异不显著。迷你紫、南农极点、南农红点点、南农红云、南农翠玉珠、南农冰雪、南农岱雪、南农乌金的一级分枝粗随着定植密度的降低而增粗,其中迷你紫、南农岱雪、南农粉风车的一级分枝粗在处理 1 与处理 2 之间不存在显著差异,但都与处理 3 存在极显著差异。迷你紫、南农彩点点、南农红点点、南农红云、南农翠玉珠、南农粉风车、南农冰清、南农冰雪、南农岱雪的二级分枝数随着定植密度的降低而增加,其中迷你紫、南农粉风车在处理 1 与处理 2 之间不存在显著差异,但都与处理 3 存在极显著差异;南农岱雪在 3 个处理间均存在显著差异。

2.3 不同定植密度对切花小菊观赏品质的影响

为了探究不同定植密度对切花小菊观赏品质的影响,本研究对 16 个切花小菊品种在 3 种定植密度下的 8 个观赏品质相关性状数据进行比较与显著性分析(图 2)。由图 2 可知,冠幅、舌状花数、单花鲜质量、单花干质量、叶夹角的最大值随着定植密度的降低而增大,其中不同处理之间的冠幅均存在显著性差异,处理 2 与处理 3 之间的叶夹角不存在显著性差异,而不同处理之间的舌状花数、单花鲜质量、单花干质量均不存在显著性差异。单花直径、着花数与叶面积的最大值则在处理 3 时最大,在处理 2 时最小,其中着花数在 3 种处理下均存在显著性差异,叶面积在处理 1 与处理 2 之间不存在显著性差异,单花直径在 3 种处理下均不存在显著性差异。管状花数的最大值与中位数在处理 2 时最大,在处理 1 时最小,3 种处理间都不存在显著性差异。

表 1 不同定植密度对不同切花小菊品种分枝相关性状(一)的影响

品种	处理	株高 (cm)	分枝起始高度 (cm)	茎粗 (mm)	茎秆强度 (N)	叶节数 (个)	总侧芽数 (个)
MZ	1	70.68 ± 2.36Cc	44.05 ± 2.42Ab	3.99 ± 0.13Cc	31.28 ± 3.89Aa	43.67 ± 2.07Aa	38.83 ± 2.79ABa
	2	74.68 ± 1.20Bb	48.45 ± 3.38Aa	4.32 ± 0.20Bb	32.33 ± 5.30Aa	43.67 ± 1.51Aa	33.50 ± 5.01Bb
	3	79.85 ± 2.10Aa	47.83 ± 2.51Aa	4.78 ± 0.13Aa	35.30 ± 2.79Aa	46.17 ± 3.13Aa	40.67 ± 2.50Aa
MH	1	72.75 ± 2.95Bb	43.03 ± 4.94Aa	3.92 ± 0.57Aab	29.58 ± 3.07Bb	43.50 ± 2.59Bb	42.83 ± 2.14Bb
	2	72.98 ± 1.51Bb	35.20 ± 3.15Bb	3.65 ± 0.26Ab	35.52 ± 2.76Aa	44.33 ± 1.37Bb	43.33 ± 1.97Bb
	3	77.18 ± 1.09Aa	30.65 ± 3.42Bb	4.27 ± 0.15Aa	37.48 ± 1.98Aa	49.00 ± 2.45Aa	48.33 ± 3.08Aa
CD	1	70.32 ± 3.56Bb	42.48 ± 3.86Aa	5.70 ± 0.49Aa	42.30 ± 4.42Aa	46.00 ± 2.68Aa	45.00 ± 3.52Aa
	2	73.60 ± 1.90ABb	45.58 ± 2.99Aa	5.77 ± 0.15Aa	43.08 ± 6.18Aa	47.83 ± 3.71Aa	45.17 ± 3.66Aa
	3	79.08 ± 6.12Aa	49.67 ± 6.88Aa	6.10 ± 0.20Aa	51.62 ± 13.30Aa	49.00 ± 9.38Aa	46.67 ± 11.74Aa
XC	1	43.02 ± 1.74Bb	21.63 ± 2.40Aa	4.75 ± 0.47Aa	44.18 ± 2.62Bb	42.83 ± 3.13Aa	42.83 ± 3.13Aa
	2	46.32 ± 2.35ABa	18.63 ± 1.96ABb	4.30 ± 0.11Ab	44.57 ± 4.89Bb	41.50 ± 2.26Aa	41.50 ± 2.26Aa
	3	47.58 ± 2.58Aa	17.82 ± 0.88Bb	4.51 ± 0.17Aab	53.60 ± 2.42Aa	44.50 ± 2.88Aa	44.50 ± 2.88Aa
JD	1	53.23 ± 5.97Aa	30.67 ± 3.86Aa	3.50 ± 0.29Aa	50.05 ± 2.34Cc	49.33 ± 1.75Aa	49.17 ± 1.83Aa
	2	53.18 ± 2.29Aa	29.30 ± 1.69Aa	3.58 ± 0.18Aa	57.58 ± 4.44Bb	50.33 ± 3.01Aa	50.33 ± 3.01Aa
	3	52.80 ± 4.55Aa	26.43 ± 2.64Aa	3.57 ± 0.17Aa	65.33 ± 1.89Aa	51.17 ± 2.14Aa	51.77 ± 2.14Aa
HD	1	73.37 ± 1.77Bb	46.57 ± 2.12Bc	4.32 ± 0.28Bc	33.35 ± 12.97Aa	41.33 ± 1.86Aa	41.00 ± 2.10Aa
	2	92.55 ± 1.83Aa	51.02 ± 1.89ABb	5.35 ± 0.47Aa	36.55 ± 14.07Aa	44.83 ± 4.40Aa	44.83 ± 4.40Aa
	3	92.15 ± 3.61Aa	55.70 ± 4.18Aa	4.78 ± 0.89Bb	40.86 ± 14.16Aa	43.33 ± 3.27Aa	43.83 ± 2.40Aa
BJ	1	91.40 ± 0.92ABa	57.92 ± 1.98Aa	5.06 ± 0.39Aa	44.22 ± 8.40Aa	42.50 ± 3.73Aa	38.17 ± 4.67Ab
	2	85.18 ± 3.52Bb	55.35 ± 3.48Aa	4.45 ± 0.19Bb	45.47 ± 6.01Aa	42.17 ± 2.04Aa	39.67 ± 1.51Ab
	3	93.95 ± 6.56Aa	59.18 ± 6.38Aa	4.93 ± 0.13Aa	46.87 ± 7.75Aa	45.50 ± 3.51Aa	44.67 ± 4.50Aa
HY	1	73.38 ± 0.81Bb	51.45 ± 1.42Aa	5.08 ± 0.28Ab	52.88 ± 7.30Bb	37.67 ± 2.42Aa	37.33 ± 2.34Aa
	2	70.58 ± 3.80Bb	48.02 ± 2.22Cc	4.88 ± 0.14Ab	50.70 ± 2.24Bb	37.00 ± 3.10Aa	36.83 ± 3.06Aa
	3	79.15 ± 3.32Aa	50.07 ± 2.50Bb	5.42 ± 0.35Aa	71.62 ± 6.42Aa	39.50 ± 1.22Aa	39.33 ± 1.51Aa
YZ	1	52.78 ± 3.84Ab	28.20 ± 1.20Aa	4.33 ± 0.16Bc	57.55 ± 8.54ABb	31.50 ± 1.29Bb	30.50 ± 2.08Bb
	2	52.43 ± 1.88Ab	26.00 ± 2.74Aa	4.86 ± 0.25Ab	49.75 ± 2.98Bc	29.50 ± 1.29Bb	29.50 ± 1.29Bb
	3	60.90 ± 3.37Aa	25.98 ± 1.59Aa	5.21 ± 0.23Aa	67.00 ± 5.59Aa	34.75 ± 1.26Aa	34.75 ± 1.26Aa
FC	1	63.90 ± 0.47Ab	42.83 ± 1.70Bb	4.41 ± 0.27Bb	45.33 ± 3.72Bb	42.67 ± 3.01Aa	42.67 ± 3.01Aa
	2	66.58 ± 2.76Aa	46.43 ± 1.85Aa	4.44 ± 0.22Bb	49.18 ± 5.33ABb	46.33 ± 1.97Aa	46.33 ± 1.97Aa
	3	67.75 ± 2.29Aa	37.40 ± 1.87Cc	5.19 ± 0.15Aa	59.63 ± 9.03Aa	44.17 ± 3.06Aa	44.17 ± 3.06Aa
BQ	1	56.95 ± 2.27Bb	37.43 ± 3.69Aa	5.22 ± 0.24Aa	51.10 ± 4.18Aa	44.50 ± 1.97Aa	44.17 ± 1.33Aa
	2	61.90 ± 2.42Aa	39.30 ± 2.24Aa	5.33 ± 0.28Aa	63.73 ± 11.90Aa	45.17 ± 2.32Aa	44.17 ± 3.43Aa
	3	52.32 ± 2.29Cc	28.63 ± 4.56Bb	5.59 ± 0.44Aa	55.75 ± 10.62Aa	40.50 ± 1.52Bb	39.67 ± 0.82Bb
LX	1	71.33 ± 2.27Bc	41.43 ± 2.57Ab	5.87 ± 0.46Aa	56.20 ± 8.68Bb	39.50 ± 3.11Aa	38.00 ± 3.92Aa
	2	76.63 ± 2.31Ab	43.88 ± 4.01Aab	5.50 ± 0.12Aa	60.73 ± 3.94ABab	38.25 ± 1.89Aa	35.75 ± 3.30Aa
	3	80.30 ± 0.87Aa	49.15 ± 3.22Aa	5.97 ± 0.23Aa	67.82 ± 8.26Aa	41.50 ± 1.91Aa	41.00 ± 2.58Aa
BX	1	84.13 ± 2.46Bb	49.95 ± 1.64Aa	5.15 ± 0.28Aa	47.00 ± 7.53Ab	41.00 ± 0.82Ab	38.50 ± 1.00Bb
	2	86.95 ± 1.22ABb	49.80 ± 1.72Aa	5.36 ± 0.30Aa	51.33 ± 3.45Aab	41.50 ± 1.91Ab	40.00 ± 2.16Bb
	3	90.20 ± 1.71Aa	49.68 ± 1.14Aa	5.66 ± 0.22Aa	57.65 ± 7.17Aa	43.50 ± 0.58Aa	43.50 ± 0.58Aa
DX	1	87.32 ± 1.56Bb	62.03 ± 2.48Aa	3.94 ± 0.12Cc	39.32 ± 3.88Bb	46.67 ± 1.97Bb	44.50 ± 0.84Cc
	2	89.03 ± 0.55Bb	58.70 ± 4.63Aab	4.36 ± 0.21Bb	53.28 ± 6.87Aa	49.00 ± 1.79Bb	49.00 ± 1.79Bb
	3	98.58 ± 2.77Aa	55.92 ± 2.79Ab	4.90 ± 0.12Aa	57.35 ± 7.53Aa	52.83 ± 2.56Aa	52.83 ± 2.56Aa
SM	1	60.88 ± 1.21Bb	40.15 ± 1.58Aa	4.97 ± 0.46Ab	71.98 ± 6.79Bb	41.83 ± 2.14Aa	41.67 ± 2.42Aa
	2	63.13 ± 2.88ABb	37.30 ± 3.70Aa	5.59 ± 0.22Aa	66.75 ± 5.46Bb	43.67 ± 2.88Aa	43.67 ± 2.88Aa
	3	65.78 ± 1.45Aa	39.47 ± 2.25Aa	5.58 ± 0.37Aa	93.15 ± 13.91Aa	45.17 ± 2.04Aa	45.17 ± 2.04Aa
WJ	1	71.68 ± 3.13Aa	39.47 ± 2.96Aa	4.73 ± 0.32Aa	41.78 ± 4.88Aa	33.00 ± 3.29Aa	31.33 ± 2.66Ab
	2	74.23 ± 4.57Aa	40.35 ± 2.12Aa	4.67 ± 0.35Aa	42.77 ± 8.91Aa	36.17 ± 2.71Aa	34.83 ± 3.71Aab
	3	76.53 ± 4.19Aa	37.57 ± 1.35Aa	5.12 ± 0.33Aa	46.33 ± 1.83Aa	37.50 ± 3.39Aa	36.83 ± 3.19Aa

注:同列数据后不同小写、大写字母分别表示处理间差异显著($P < 0.05$)、极显著($P < 0.01$)。表2、表3同。

表 2 不同定植密度对不同切花小菊品种分枝相关性状(二)的影响

品种	处理	侧蕾数 (个)	上部分枝数 (个)	一级分枝长 (cm)	一级分枝角度 (°)	一级分枝粗 (mm)	二级分枝数 (个)
MZ	1	19.50 ± 6.35Bb	12.17 ± 0.98Aa	10.33 ± 0.54Bb	38.44 ± 1.60Aa	1.47 ± 0.06Bb	7.33 ± 5.68Bb
	2	22.50 ± 1.52Bb	11.00 ± 0.63Aa	10.81 ± 0.76Bb	38.56 ± 2.46Aa	1.52 ± 0.04Bb	11.50 ± 1.38Bb
	3	38.33 ± 5.20Aa	11.33 ± 0.82Aa	13.45 ± 0.58Aa	36.89 ± 2.44Aa	1.99 ± 0.21Aa	25.00 ± 5.02Aa
MH	1	44.83 ± 2.48Aa	11.00 ± 0.89Aa	11.22 ± 0.91Aa	46.56 ± 1.93Aa	1.81 ± 0.10Aa	33.83 ± 2.04Aa
	2	41.17 ± 6.77Aa	10.67 ± 1.03Aa	10.75 ± 1.40Aa	42.78 ± 1.77Bb	1.74 ± 0.11Aa	30.50 ± 6.12Aa
	3	48.17 ± 5.88Aa	12.33 ± 1.51Aa	12.42 ± 1.84Aa	43.78 ± 1.38ABb	1.88 ± 0.09Aa	35.83 ± 4.71Aa
CD	1	25.00 ± 5.73Aa	13.50 ± 1.76Aa	8.21 ± 1.10Ab	31.72 ± 2.82Aa	2.03 ± 0.10Aa	11.50 ± 4.81Aa
	2	29.00 ± 5.44Aa	13.83 ± 1.72Aa	9.33 ± 0.97Aa	28.44 ± 2.06Aa	2.06 ± 0.22Aa	15.17 ± 4.88Aa
	3	31.67 ± 5.35Aa	15.00 ± 1.79Aa	10.16 ± 0.94Aa	31.61 ± 1.67Aa	2.02 ± 0.69Aa	16.33 ± 4.41Aa
XC	1	22.67 ± 5.85Aa	14.00 ± 1.67Aa	8.86 ± 1.76Aa	29.06 ± 1.76Aa	1.78 ± 0.11Aa	8.67 ± 4.46Aa
	2	20.00 ± 3.69Aa	13.83 ± 1.94Aa	7.93 ± 0.48Aa	28.00 ± 1.76Aa	1.80 ± 0.10Aa	5.83 ± 1.94Aa
	3	20.83 ± 1.94Aa	14.17 ± 0.98Aa	7.86 ± 0.76Aa	29.22 ± 1.95Aa	1.66 ± 0.10Aa	6.67 ± 1.51Aa
JD	1	35.83 ± 3.97Aa	9.33 ± 0.82Aa	10.13 ± 1.38Aa	27.17 ± 1.43Aa	1.49 ± 0.12Ab	21.00 ± 2.76Aa
	2	33.50 ± 3.51Aa	8.50 ± 0.55Aa	10.66 ± 0.54Aa	27.33 ± 2.83Aa	1.71 ± 0.06Aa	19.33 ± 2.07Aa
	3	33.00 ± 5.66Aa	9.00 ± 0.89Aa	9.46 ± 1.00Aa	28.78 ± 2.46Aa	1.75 ± 0.21Aa	20.17 ± 2.48Aa
HD	1	28.00 ± 4.47Aa	11.33 ± 1.50Aa	8.33 ± 0.87Bb	30.22 ± 2.02Aa	1.53 ± 0.18Bb	16.67 ± 3.93Ab
	2	31.83 ± 2.93Aa	10.67 ± 0.52Aa	11.70 ± 0.68Aa	24.83 ± 1.86Bb	2.27 ± 0.24Aa	21.17 ± 3.06Aab
	3	34.17 ± 5.04Aa	10.83 ± 0.98Aa	11.44 ± 1.75Aa	26.61 ± 1.86Bb	2.15 ± 0.36Aa	23.33 ± 5.13Aa
BJ	1	22.00 ± 1.67ABa	8.00 ± 0.89Aa	15.56 ± 0.72Bb	30.83 ± 1.38Aa	2.56 ± 0.22Aa	14.00 ± 1.26Aab
	2	17.50 ± 4.37Bb	6.67 ± 0.82Ab	16.63 ± 2.61ABb	31.06 ± 1.18Aa	2.54 ± 0.25Aa	10.83 ± 5.04Ab
	3	23.83 ± 2.99Aa	6.50 ± 1.05Ab	20.90 ± 3.50Aa	31.28 ± 1.31Aa	2.94 ± 0.35Aa	17.33 ± 2.94Aa
HY	1	9.50 ± 2.88Bc	8.17 ± 0.98Aa	9.12 ± 1.28Bb	31.00 ± 1.69Ab	2.18 ± 0.10Aa	1.33 ± 1.97Bc
	2	11.67 ± 0.82Bb	8.33 ± 0.52Aa	9.53 ± 0.63ABb	30.94 ± 0.98Ab	2.24 ± 0.10Aa	3.33 ± 0.82Bb
	3	15.33 ± 0.52Aa	9.17 ± 0.75Aa	10.98 ± 0.76Aa	33.06 ± 1.31Aa	2.31 ± 0.14Aa	6.17 ± 0.41Aa
YZ	1	7.25 ± 0.50Aa	6.50 ± 1.00Aa	10.78 ± 2.02Aa	31.92 ± 1.45Ab	2.15 ± 0.19Ab	0.75 ± 0.50Aa
	2	10.00 ± 2.94Aa	6.00 ± 1.41Aa	12.39 ± 3.87Aa	38.58 ± 4.11Aa	2.34 ± 0.14Aab	4.00 ± 4.24Aa
	3	10.50 ± 3.11Aa	6.00 ± 0.82Aa	14.03 ± 1.41Aa	35.75 ± 2.36Aab	2.57 ± 0.21Aa	4.50 ± 3.42Aa
FC	1	13.50 ± 2.43Bb	11.00 ± 1.10Aa	8.40 ± 0.77Bb	36.50 ± 1.46Aa	1.76 ± 0.041ABb	2.50 ± 1.64Bb
	2	15.33 ± 2.25Bb	11.17 ± 0.98Aa	8.24 ± 0.44Bb	38.61 ± 1.76Aa	1.73 ± 0.067Bb	4.17 ± 1.83Bb
	3	21.17 ± 3.87Aa	10.83 ± 0.73Aa	9.70 ± 0.81Aa	36.72 ± 5.00Aa	1.84 ± 0.039Aa	10.33 ± 3.67Aa
BQ	1	28.33 ± 3.93Ab	12.00 ± 0.63Aa	5.23 ± 0.49Bb	28.72 ± 2.03Aa	1.62 ± 0.058Bb	16.33 ± 3.88Aa
	2	31.00 ± 3.10Aab	12.00 ± 1.79Aa	6.46 ± 0.69Aa	28.89 ± 1.54Aa	1.81 ± 0.056Aa	17.33 ± 5.50Aa
	3	33.50 ± 2.59Aa	11.67 ± 1.32Aa	6.34 ± 0.17Aa	30.00 ± 1.75Aa	1.77 ± 0.074Aa	21.83 ± 2.04Aa
LX	1	17.25 ± 3.30Aa	8.00 ± 0.00Aa	13.82 ± 1.26Aa	30.17 ± 1.26Aa	2.20 ± 0.09Aa	9.25 ± 3.30ABa
	2	13.00 ± 1.41Aa	8.25 ± 0.50Aa	10.85 ± 0.47Bb	27.83 ± 1.37Ab	1.94 ± 0.05Bc	4.75 ± 0.96Ab
	3	16.75 ± 2.22Aa	8.75 ± 0.50Aa	12.88 ± 1.23ABa	31.08 ± 1.26Aa	2.06 ± 0.06ABb	12.25 ± 3.30Aa
BX	1	16.75 ± 4.35Aa	11.00 ± 0.82Aab	11.77 ± 1.02Bb	32.58 ± 1.97Aa	2.03 ± 0.22Aa	5.75 ± 3.77Aa
	2	18.00 ± 3.74Aa	10.00 ± 0.82Ab	13.42 ± 1.05ABa	32.42 ± 1.67Aa	2.21 ± 0.05Aa	8.00 ± 3.46Aa
	3	19.25 ± 2.22Aa	11.50 ± 0.58Aa	14.58 ± 0.88Aa	32.08 ± 0.96Aa	2.25 ± 0.08Aa	7.75 ± 1.89Aa
DX	1	11.17 ± 2.48Bc	8.67 ± 1.21Bb	12.33 ± 0.66Bb	34.89 ± 2.31Aa	1.78 ± 0.61Bb	2.50 ± 1.87Cc
	2	15.00 ± 1.41Bb	8.67 ± 0.82Bb	13.38 ± 1.37Bb	32.44 ± 2.18Aa	1.79 ± 0.44Bb	6.33 ± 0.82Bb
	3	20.67 ± 2.66Aa	11.50 ± 0.55Aa	15.51 ± 1.35Aa	34.89 ± 1.72Aa	1.97 ± 0.05Aa	9.17 ± 2.64Aa
SM	1	20.50 ± 2.88Bb	12.33 ± 1.03Aa	6.54 ± 0.83Ab	31.11 ± 2.21Bb	1.88 ± 0.07Ab	8.17 ± 3.37Bb
	2	33.00 ± 4.34Aa	13.33 ± 0.82Aa	7.76 ± 0.84Aa	35.83 ± 2.74Aa	2.06 ± 0.15Aa	19.67 ± 4.32Aa
	3	28.67 ± 4.32Aa	12.50 ± 0.55Aa	7.68 ± 0.73Aa	33.39 ± 0.49ABab	2.04 ± 0.10Aa	16.67 ± 4.62Aa
WJ	1	7.67 ± 1.75Bb	7.17 ± 0.75Aa	10.18 ± 1.11Bb	30.94 ± 1.24Aa	1.97 ± 0.15Aa	0.50 ± 1.22Bb
	2	11.83 ± 1.94Aa	7.83 ± 0.41Aa	11.44 ± 0.88ABab	32.50 ± 1.36Aa	2.20 ± 0.14Aa	4.00 ± 1.79Aa
	3	10.67 ± 2.34ABa	7.00 ± 1.10Aa	12.61 ± 1.47Aa	31.17 ± 1.86Aa	2.33 ± 0.37Aa	3.67 ± 1.51Aa

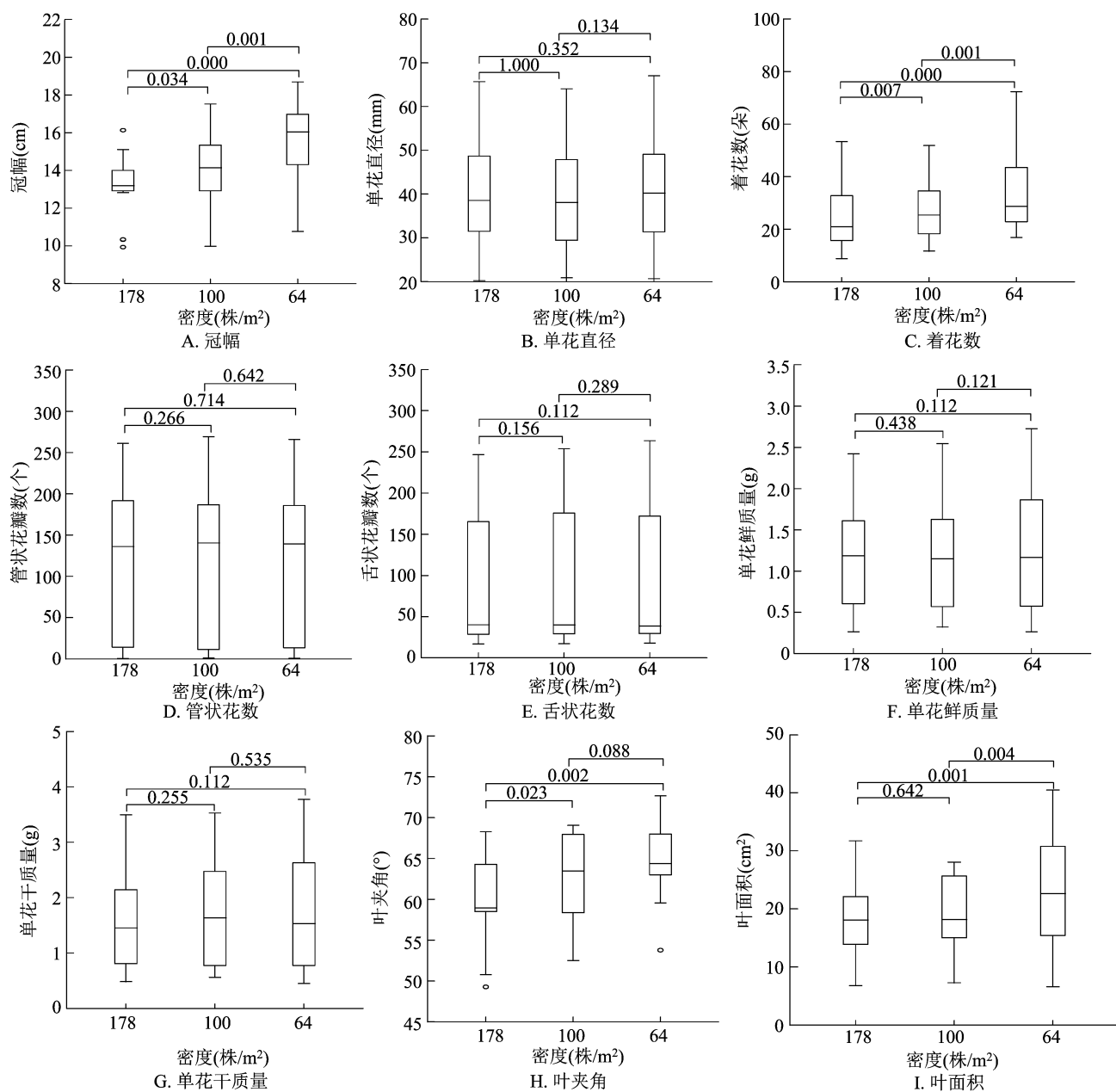


图2 不同定植密度对切花小菊观赏品质的影响

2.4 不同定植密度对不同切花小菊品种观赏品质的影响

通过方差分析得到的不同定植密度对不同切花小菊品种观赏品质的影响结果见表3。由表3可得,除南农香橙点、南农极点、南农冰洁、南农翠玉珠、南农丽雪、南农冰雪之外的切花小菊的冠幅都随定植密度的降低而增大,其中迷你紫、南农红云在处理1与处理2之间不存在显著差异,但都与处理3存在极显著差异;南农彩点点、南农红点点在3个处理间存在显著差异。除迷你黄、南农香橙点、南农冰洁、南农丽雪、南农冰雪之外的切花小菊品

种的着花数随着定植密度的降低而变多,迷你紫、迷你黄处理1与处理2之间不存在显著差异,但都与处理3存在极显著差异,南农彩点点、南农极点点在处理1与处理2、处理2与处理3之间不存在显著差异;南农红云、南农翠玉珠、南农粉风车在3个处理间存在显著差异。迷你黄、南农冰洁、南农红云、南农粉风车、南农嵩芒的叶夹角随着定植密度的降低而增大,南农红点点、南农冰清、南农冰雪在处理1与处理2、处理3之间存在显著差异。南农红点点、南农冰洁、南农冰清、南农嵩芒、南农冰雪的叶面积随着定植密度的降低而增大,其中南农冰洁、南农

表 3 不同定植密度对不同切花小菊品种观赏品质的影响

品种	处理	冠幅 (cm)	单花直径 (mm)	着花数 (朵)	管状花瓣数 (个)	舌状花瓣数 (个)	单花鲜质量 (g)	单花干质量 (g)	叶夹角 (°)	叶面积 (cm ²)
MZ	1	13.14 ± 0.72Bb	24.55 ± 0.92ABb	25.67 ± 9.16Bb	0.33 ± 0.52Aa	246.67 ± 19.94Aa	0.69 ± 0.096Bb	0.080 ± 0.018ABab	68.28 ± 5.07Aa	15.30 ± 0.73Aa
	2	13.40 ± 0.42Bb	25.84 ± 1.16Aa	27.00 ± 3.63Bb	0.83 ± 0.41Aa	253.83 ± 18.07Aa	0.87 ± 0.130Aa	0.100 ± 0.021Aa	68.67 ± 1.56Aa	15.47 ± 1.19Aa
	3	16.78 ± 1.03Aa	23.68 ± 0.87Bb	41.00 ± 6.81Aa	0.50 ± 0.55Aa	235.50 ± 8.41Aa	0.66 ± 0.076Bb	0.070 ± 0.005Bb	63.67 ± 2.56Aa	15.37 ± 2.43Aa
MH	1	13.13 ± 0.88Ab	20.24 ± 0.60Aa	53.33 ± 5.50Bb	17.17 ± 3.82Aa	216.50 ± 15.14Bb	0.44 ± 0.064Aa	0.061 ± 0.010Aa	65.17 ± 2.56Ab	11.05 ± 1.29Aa
	2	14.22 ± 1.17Aab	20.88 ± 0.46Aa	51.83 ± 11.02Bb	12.17 ± 3.19Ab	247.00 ± 18.62Aa	0.46 ± 0.030Aa	0.064 ± 0.006Aa	67.06 ± 2.57Aab	11.53 ± 2.33Aa
	3	15.17 ± 1.68Aa	20.67 ± 0.53Aa	72.33 ± 7.12Aa	16.83 ± 2.04Ab	263.50 ± 12.05Aa	0.51 ± 0.034Aa	0.072 ± 0.003Aa	69.56 ± 2.46Aa	11.05 ± 1.29Aa
CD	1	13.80 ± 0.65Bc	32.06 ± 2.68Aa	23.67 ± 4.68Bb	148.50 ± 9.61Aa	33.00 ± 1.67Aa	0.64 ± 0.060Aa	0.091 ± 0.010Aa	66.83 ± 2.68Aa	22.07 ± 2.81Aa
	2	15.31 ± 1.24Bb	28.12 ± 1.87Ab	31.83 ± 6.24ABab	140.50 ± 9.09Aa	31.33 ± 1.21Aa	0.58 ± 0.080Aa	0.079 ± 0.007Aa	69.06 ± 3.41Aa	25.06 ± 2.63Aa
	3	17.67 ± 1.50Aa	30.35 ± 1.16Aab	38.33 ± 8.96Aa	142.50 ± 6.60Aa	32.00 ± 2.28Aa	0.56 ± 0.030Aa	0.087 ± 0.008Aa	69.56 ± 3.37Aa	23.97 ± 1.54Aa
XC	1	13.02 ± 1.11Aa	34.59 ± 5.19Aa	35.50 ± 12.88Aa	229.83 ± 10.50Aa	48.83 ± 4.62Aa	0.26 ± 0.098Bb	0.105 ± 0.014Aa	62.06 ± 5.16Aa	6.77 ± 0.75Bb
	2	12.86 ± 1.81Aa	30.75 ± 1.92Aa	33.17 ± 7.25Aa	229.33 ± 31.69Aa	46.83 ± 4.62Aa	0.59 ± 0.070Aa	0.076 ± 0.017Ab	60.39 ± 6.50Aa	7.88 ± 0.53Aa
	3	14.27 ± 1.23Aa	33.50 ± 1.60Aa	41.67 ± 6.62Aa	233.33 ± 13.22Aa	51.17 ± 5.19Aa	0.61 ± 0.062Aa	0.092 ± 0.007ABab	64.39 ± 5.04Aa	6.58 ± 0.29Bb
JD	1	10.34 ± 0.95Aa	21.74 ± 0.58Bb	44.17 ± 5.85Bb	105.50 ± 10.13Aa	17.00 ± 1.79Aa	0.26 ± 0.019Bb	0.048 ± 0.003Ab	49.28 ± 4.13Ab	8.02 ± 0.89Aa
	2	9.98 ± 0.48Aa	24.42 ± 1.00Aa	51.67 ± 7.09ABab	87.17 ± 14.34Ab	17.33 ± 1.97Aa	0.32 ± 0.030Aa	0.056 ± 0.008Aa	55.78 ± 3.78Aa	7.27 ± 0.37Aa
	3	11.03 ± 1.01Aa	22.39 ± 0.43Bb	58.83 ± 7.31Aa	97.00 ± 6.90Aab	18.00 ± 0.89Aa	0.26 ± 0.010Bb	0.045 ± 0.005Ab	53.78 ± 4.55Aab	8.36 ± 1.07Aa
HD	1	13.05 ± 0.75Bc	33.70 ± 1.17Aa	31.17 ± 4.11Bb	141.83 ± 7.86Aa	27.50 ± 2.74Bb	0.56 ± 0.430Aa	0.070 ± 0.007Aa	58.56 ± 5.29Bb	12.80 ± 0.41Bb
	2	15.38 ± 1.38Ab	31.76 ± 0.74Aa	45.17 ± 6.46ABb	149.83 ± 11.05Aa	31.67 ± 2.42Aa	0.55 ± 0.030Aa	0.070 ± 0.005Aa	67.83 ± 2.25Aa	14.55 ± 1.14ABa
	3	16.83 ± 1.26Aa	32.39 ± 2.15Aa	55.17 ± 14.97Aa	144.33 ± 8.80Aa	34.00 ± 1.10Aa	0.58 ± 0.590Aa	0.070 ± 0.009Aa	64.56 ± 4.87ABa	15.45 ± 1.77Aa
BJ	1	16.13 ± 1.31Aa	49.09 ± 1.99Ab	22.17 ± 2.04Bb	261.17 ± 13.56Aa	25.17 ± 0.75Aa	1.15 ± 0.180Aa	0.170 ± 0.034Aa	58.67 ± 3.13Bb	14.98 ± 1.64Bc
	2	15.50 ± 1.10Aa	52.75 ± 3.11Aa	17.83 ± 3.66Bc	255.83 ± 4.40Aa	26.00 ± 2.83Aa	1.39 ± 0.320Aa	0.210 ± 0.026Aa	59.06 ± 1.36Bb	17.61 ± 2.61Bb
	3	17.29 ± 1.20Aa	50.04 ± 1.97Aab	26.83 ± 2.23Aa	265.33 ± 19.61Aa	25.67 ± 1.37Aa	1.20 ± 0.140Aa	0.180 ± 0.033Aa	68.56 ± 3.69Aa	23.61 ± 1.43Aa
HY	1	13.24 ± 1.06Bb	65.67 ± 1.19Aa	9.17 ± 1.60Bc	171.50 ± 11.38Aa	31.83 ± 2.14Aa	1.62 ± 0.100Aa	0.250 ± 0.024Aa	52.50 ± 4.33Bb	29.84 ± 3.42Bb
	2	13.76 ± 1.44Bb	64.03 ± 2.82Aa	11.67 ± 1.03Bb	173.17 ± 9.91Aa	32.33 ± 3.33Aa	1.59 ± 0.120Aa	0.220 ± 0.017Ab	58.11 ± 3.23ABb	27.18 ± 2.31Bb
	3	15.96 ± 0.83Aa	67.00 ± 3.43Aa	16.83 ± 1.94Aa	175.00 ± 5.90Aa	34.33 ± 4.93Aa	1.75 ± 0.160Aa	0.260 ± 0.031Aa	62.33 ± 3.49Aa	36.86 ± 3.39Aa
YZ	1	13.39 ± 1.85Ab	38.21 ± 1.71Ab	9.33 ± 1.03Bc	8.50 ± 1.22Aa	230.33 ± 12.93Aa	2.42 ± 0.400Aa	0.349 ± 0.029Aa	61.00 ± 5.50Aa	19.09 ± 1.90ABb
	2	17.53 ± 1.26Aa	39.15 ± 1.20Aab	13.50 ± 3.27ABb	5.67 ± 1.63Bb	233.17 ± 4.02Aa	2.55 ± 0.326Aa	0.353 ± 0.046Aa	58.61 ± 4.58Aa	17.30 ± 2.28Bb
	3	17.13 ± 1.98Aa	40.84 ± 1.71Aa	18.33 ± 4.32Aa	9.83 ± 1.94Aa	242.67 ± 9.31Aa	2.73 ± 0.381Aa	0.377 ± 0.062Aa	64.17 ± 3.54Aa	21.82 ± 1.94Aa
FC	1	12.83 ± 0.78Ab	51.11 ± 3.20Aa	13.67 ± 1.63Cc	211.67 ± 18.03Aa	21.50 ± 0.55Aa	1.23 ± 0.200Aa	0.140 ± 0.019Aa	50.78 ± 7.39Ab	21.61 ± 1.86Bb
	2	12.98 ± 0.83Ab	48.72 ± 1.70Aa	19.83 ± 3.31Bb	200.33 ± 14.67Aa	21.50 ± 0.84Aa	1.09 ± 0.160Aa	0.130 ± 0.025Aa	54.61 ± 5.36Aab	20.48 ± 2.38Bb
	3	14.35 ± 1.00Aa	49.07 ± 1.37Aa	25.17 ± 1.17Aa	196.83 ± 17.18Aa	21.67 ± 1.21Aa	1.13 ± 0.140Aa	0.130 ± 0.0016Aa	59.56 ± 3.93Aa	28.32 ± 2.22Aa
BQ	1	9.93 ± 1.18Aa	30.95 ± 1.03Aa	34.33 ± 9.54Aa	130.33 ± 5.50Aa	47.50 ± 2.07Aa	0.50 ± 0.050Aa	0.060 ± 0.013Aa	58.44 ± 1.49Bb	15.17 ± 1.14Bc
	2	10.10 ± 0.22Aa	33.01 ± 2.25Aa	34.33 ± 9.54Aa	140.33 ± 9.91Aa	46.17 ± 2.48Aa	0.56 ± 0.090Aa	0.080 ± 0.015Aa	67.22 ± 4.16Aa	18.72 ± 1.64Ab
	3	10.77 ± 0.52Aa	33.02 ± 1.55Aa	45.33 ± 10.75Aa	135.83 ± 5.12Aa	43.33 ± 5.47Aa	0.57 ± 0.060Aa	0.080 ± 0.017Aa	64.39 ± 3.59Aa	20.43 ± 0.58Aa
LX	1	15.06 ± 1.56Aa	51.58 ± 1.09Bb	19.00 ± 4.97Aa	151.67 ± 5.47Aa	31.67 ± 1.63Aa	1.65 ± 0.110Bb	0.230 ± 0.029Aa	58.83 ± 4.41Aa	31.71 ± 6.80ABb

表 3(续)

品种	处理	冠幅 (cm)	单花直径 (mm)	着花数 (朵)	管状花瓣数 (个)	舌状花瓣数 (个)	单花鲜质量 (g)	单花干质量 (g)	叶夹角 (°)	叶面积 (cm ²)
SM	2	14.08 ± 1.49Aa	52.57 ± 3.14Bb	22.75 ± 4.11Aa	146.00 ± 13.46Aa	34.17 ± 2.32Aa	1.66 ± 0.170Bb	0.250 ± 0.060Aa	52.50 ± 2.66Ab	28.04 ± 5.08Bb
	3	16.13 ± 1.97Aa	56.93 ± 2.36Aa	19.75 ± 3.09Aa	154.17 ± 4.79Aa	32.17 ± 2.04Aa	2.05 ± 0.250Aa	0.280 ± 0.034Aa	59.94 ± 4.05Aa	40.45 ± 3.91Aa
	1	10.33 ± 0.89Bb	38.88 ± 0.79Aa	19.67 ± 4.27Bb	10.83 ± 2.23Aa	148.33 ± 6.44ABb	1.51 ± 0.130ABb	0.150 ± 0.013Aa	63.39 ± 9.60Aa	22.16 ± 4.41Bb
BX	2	11.51 ± 1.27ABa	36.99 ± 0.87Bb	27.83 ± 5.12ABa	10.33 ± 2.07Aa	140.00 ± 9.70Bb	1.36 ± 0.150Bb	0.260 ± 0.181Aa	68.06 ± 2.89Aa	26.26 ± 3.24ABb
	3	12.17 ± 0.34Aa	39.57 ± 1.19Aa	30.50 ± 5.96Aa	7.17 ± 1.83Ab	160.17 ± 7.33Aa	1.51 ± 0.180Aa	0.200 ± 0.020Aa	72.67 ± 4.77Aa	33.19 ± 5.65Aa
	1	13.49 ± 0.37Ab	48.26 ± 1.35Aa	19.00 ± 4.24Aa	249.50 ± 14.04Ab	30.00 ± 1.90Aa	1.33 ± 0.100Aa	0.220 ± 0.023Aa	58.67 ± 2.72Bb	20.17 ± 2.76Aa
DX	2	15.03 ± 0.94Aa	47.01 ± 1.19Aab	23.75 ± 8.22Aa	269.33 ± 12.18Aa	27.33 ± 1.21Ab	1.21 ± 0.140Aa	0.190 ± 0.030Aa	65.67 ± 2.27Aa	21.28 ± 0.98Aa
	3	15.00 ± 0.89Aa	44.60 ± 1.48Ab	23.50 ± 4.20Aa	266.00 ± 11.50Aa	27.50 ± 0.84Ab	1.22 ± 0.090Aa	0.220 ± 0.024Aa	64.00 ± 4.90ABa	23.43 ± 4.76Aa
	1	14.20 ± 0.58Ab	41.99 ± 2.10Ab	14.17 ± 3.25Bb	6.67 ± 1.21Aa	170.00 ± 7.01Bb	1.60 ± 0.240Aa	0.200 ± 0.014Bb	59.06 ± 4.22Aa	17.07 ± 2.65Ab
WJ	2	14.53 ± 1.66Ab	44.08 ± 2.08Aab	18.67 ± 4.03ABb	2.33 ± 0.52Bb	182.17 ± 5.56Aa	1.97 ± 0.280Aa	0.250 ± 0.022Aa	61.28 ± 6.13Aa	16.89 ± 1.74Ab
	3	16.27 ± 0.73Aa	45.45 ± 2.04Aa	24.67 ± 5.47Aa	2.00 ± 2.76Bb	183.33 ± 4.37Aa	1.85 ± 0.300Aa	0.240 ± 0.035Aa	64.61 ± 5.52Aa	21.58 ± 3.36Aa
	1	15.11 ± 0.81Bb	43.37 ± 0.51Cc	17.17 ± 2.86Aa	54.50 ± 11.15Aa	160.67 ± 7.50Aa	1.88 ± 0.180Bb	0.210 ± 0.035Ab	67.06 ± 5.48Aa	29.74 ± 4.41Bb
	2	15.53 ± 1.40Bb	45.36 ± 1.51Bb	17.83 ± 5.46Aa	47.67 ± 10.41Aab	169.17 ± 7.73Aa	2.36 ± 0.350Aa	0.260 ± 0.048Aa	68.28 ± 4.18Aa	27.54 ± 3.49Bb
	3	18.69 ± 1.51Aa	49.80 ± 0.63Aa	22.17 ± 2.86Aa	35.33 ± 9.31Ab	160.67 ± 8.62Aa	2.60 ± 0.180Aa	0.270 ± 0.027Aa	67.44 ± 3.35Aa	37.97 ± 4.58Aa

冰清在 3 种处理下存在显著差异。

3 讨论与结论

相关农业生产经验与市场喜好度调查研究表明,分枝性状和观赏品质是评价切花小菊经济价值与观赏价值的重要标准。分枝数量、侧蕾数、分枝长度等分枝性状会影响植株的形态建成,进而影响切花小菊的观赏性;冠幅、着花数、单花直径则直观对其观赏品质起决定作用^[21-23]。巨大的市场需求量和品牌发展潜力就要求育种工作人员筛选培育出优质、满足人们喜好的切花小菊新品种,但也要兼顾探究原有品种的最佳种植栽培模式,力争将不同品种切花小菊种质资源的利益最大化。对切花小菊而言,在生产上普遍采用统一定植密度管理栽培,这并不能完全适用于所有切花小菊品种,易造成资源的浪费。Sun 等通过对低密度种植和高密度种植 2 种环境下同一切花菊组合的杂交后代群体进行 QTL 分析来揭示分枝遗传基础,在低密度种植环境下发现 12 个 QTL,在高密度种植环境下发现 8 个 QTL,表明种植密度对切花菊的生长发育有重大影响^[24]。因此,研究不同切花菊品种的最佳种植密度是非常有必要的。

本试验通过研究不同定植密度对不同切花小菊品种分枝性状与观赏品质的影响,结果表明,切花小菊的分枝性状易受到定植密度的影响,而不同定植密度对观赏品质则基本无明显影响。在 3 种不同的定植密度下,株高、茎粗、一级分枝长、着花数、二级分枝数、冠幅存在显著性差异,而一级分枝角度、单花直径、单花鲜质量、单花干质量、管状花数、舌状花数则不存在显著性差异。说明环境因素更容易改变切花小菊分枝相关性状,而品种的观赏性状则比较稳定。方差分析结果表明,随着定植密度的减小,各分枝性状略有增大,但大多差异不显著;而观赏品质中除冠幅、着花数、叶夹角、叶面积的变化较大外,其余性状则无较明显变化。综合不同切花小菊品种分枝性状在处理 1 与处理 2 之间差异总体不明显的情况,可对南农彩点点、南农香橙点、南农极点、迷你黄、南农冰洁、南农冰清、南农丽雪、南农冰雪、南农乌金尝试高密度种植,以增加产量,进而增加切花菊的生产效益,提高经济价值;3 种定植密度条件下,南农红点点、南农红云、南农岱雪、南农嵩芒的各分枝性状差异较大,可在保证其观赏性的同时对其进行低密度种植,在菊花园等观赏用途

中减少植株用量,省时省力,节约劳动成本。迷你紫、南农粉风车的大多性状在处理 1 与处理 2 时不存在显著性差异,却都与处理 3 差异明显,表明密植对其性状发育的影响较小而生长空间较大时又有利于其分枝发育,这在以后的试验中还需进一步探讨。

值得注意的是,南农彩点点大多分枝性状在 3 种定植密度下均无较大变化,表明南农彩点点的分枝性状较稳定,不易受环境影响,可作为研究分枝性状的目标植株,也可作为性状稳定的优良亲本。南农香橙点的株高随着定植密度的降低而增大,分枝起始高度反而降低,而茎粗、叶节数、总侧芽数、侧蕾数、上部分枝数、一级分枝长、二级分枝数都是常规种植下最小,可能是由于南农香橙点的株高较矮,所以种植密度较低时会促使植株降低其分枝起始高度,增加其分枝数量,这与更大的生长空间有利于植株分枝发育并不相悖;而当定植密度变大时,其他分枝性状增大,这也为南农香橙点的密植提供了可能性。南农极点和南农翠玉珠的分枝起始高度也随定植密度的降低而降低,这与南农香橙点情况相似,可能都是由植株株高相对较矮导致的。

徐扬等通过对麻城福白菊进行 2 500、3 000、5 000、6 660、8 000 株/667 m² 等 5 个不同种植密度处理,发现密植会减少菊花二级分枝数^[17],本试验研究结果与其一致。张冬梅以南农红点点、南农桃点和南农点樱 3 种 Satini 系列切花小菊和南农粉腮、南农丽白 2 种 Spray 系列切花小菊为试验材料,设置 165、110、88、66、55 株/m² 等 5 种定植密度,结果表明,分枝数、分枝角度、茎粗随定植密度增大而变小,Satini 系列切花菊花径不受定植密度的影响,本试验研究结果与其一致;但株高、节间长、Spray 系列切花菊花径随定植密度的增大而增大^[18],本试验研究结果与其结论不一致。可能是因为切花小菊品种多样,各品种性状并不均一。Chung 等研究结果表明,月光菊的茎高和茎粗、叶数和叶长、花长、叶面积和花数随着生长空间的变大而增大^[25],本试验研究结果与其一致。李向茂等发现,神马切花菊随着移栽密度的增加,茎粗呈下降趋势,本试验研究结果与其一致,但移栽密度对神马株高无影响,本试验研究结果与其不一致,可能是因为神马属于单头切花菊,而本试验的材料为切花小菊^[26]。

对于切花小菊来说,不同品种对定植密度同一变化的响应不同。综合本试验的 16 个切花小菊在

3 种定植密度下的生长情况,发现株高较高(株高 > 70 cm)的切花小菊品种在 3 种定植密度间各性状的差异更明显,而株高较矮(株高 < 55 cm)的切花小菊品种在不同定植密度下则没有太大差异。此外,切花小菊的观赏品质都比较稳定,分枝相关性状易受环境影响。试验结果表明,可对南农香橙点、南农冰清、南农冰雪等切花小菊品种采用高密度种植的栽培方式,对南农红云、南农岱雪等切花小菊品种则采用低密度种植的栽培方式。通过探究不同定植密度对不同切花小菊品种生长发育的影响,明确适合于不同切花小菊的最佳栽培方式,分别筛选出适合低密度种植和高密度种植的切花小菊品种,以为合理利用种质资源及指导农业生产提供科学依据。

参考文献:

- [1] 陈俊愉. 中国菊花过去和今后对世界的贡献[J]. 中国园林, 2005, 21(9): 73-75.
- [2] 包满珠. 花卉学[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2011: 214-215.
- [3] 罗宇婷, 黄艺清, 黄琪, 等. 优选盆栽小菊高效再生及转化体系的建立[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(11): 61-66.
- [4] 于瑞宁, 马琦, 孙炜, 等. 标准切花菊分枝性状的杂种优势和混合遗传分析[J]. 核农学报, 2020, 34(10): 2143-2151.
- [5] 宋利培, 张树林. 中国菊花主题花展及其对行业发展的作用[J]. 中国园林, 2020, 36(3): 130-133.
- [6] 田海亮. 辽宁省切花菊产业发展现状分析及对策研究: 以彰武县北斗星花卉种植专业合作社为例[J]. 园艺与种苗, 2020, 40(10): 38-39.
- [7] 何臻. 标准切花菊分枝特性评价及其遗传分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2015: 12-15.
- [8] 叶福民, 马策, 侯忠, 等. 不同种类切花菊观赏性状的形态多样性分析[J]. 辽宁农业科学, 2020(2): 7-11.
- [9] 冯秀丽, 王伟东, 杜方, 等. 多头小菊鲜切花标准化栽培技术[J]. 辽宁农业科学, 2018(2): 85-87.
- [10] 王平喜, 进茜宁, 吴向远, 等. 密植对白玉 393 的单株产量及相关农艺性状的影响[J]. 河南科技学院学报(自然科学版), 2021, 49(1): 14-18, 29.
- [11] 卢杰, 董连生, 常成, 等. 种植密度对不同小麦品种产量构成及抗倒伏性的影响[J]. 麦类作物学报, 2021, 41(1): 81-87.
- [12] 朱晓平, 罗鹏, 张静, 等. 新疆东部地区机采棉不同品种与密度配置对产量的影响[J]. 棉花科学, 2020, 42(5): 40-44.
- [13] 于德彬, 张鸣浩, 孟凡钢, 等. 密度对分枝型大豆品种主要农艺性状及产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(24): 20-21.
- [14] 谢亚萍, 牛俊义, 剡斌, 等. 种植密度和钾肥用量对胡麻产量和钾肥利用率的影响[J]. 核农学报, 2017, 31(9): 1856-1863.

柳苗苗,蔡伟建,张斌斌,等. 槲皮素对草莓生长发育、光合和生理生化特性影响的综合评价[J]. 江苏农业科学,2022,50(21):165-172.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.21.025

槲皮素对草莓生长发育、光合和生理生化特性影响的综合评价

柳苗苗¹, 蔡伟建², 张斌斌², 赵密珍², 王 静², 刘怀锋¹

(1. 石河子大学农学院, 新疆石河子 832000; 2. 江苏省农业科学院果树研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室, 江苏南京 210014)

摘要:草莓是多年生草本植物,营养价值高,为探究不同浓度槲皮素对草莓农艺性状、叶片光合作用和生理生化特性的影响,筛选出草莓生产中最适合的槲皮素浓度,为未来草莓的生产提供指导。以宁玉草莓品种为试验材料,通过施用不同浓度(20、40、80 mg/L)外源槲皮素,测定株高、叶柄长、叶片数等 24 个指标,评价其对草莓植株农艺性状、叶片光合参数、生理生化影响;对 24 个指标进行主成分分析,并进行综合评价指标的确定。将综合评价指标的原始数值转化为隶属函数值,筛选出有利于冬春季草莓生产的最适槲皮素浓度。结果表明,外源施用槲皮素提高了草莓植株的结果数、单果质量、叶柄长、叶面积、根茎粗、叶绿素含量、净光合速率、胞间 CO₂ 浓度、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量和脯氨酸含量,降低了丙二醛含量。主成分分析将 24 个单项指标归类为 3 个综合指标,隶属函数法分析结果表明,40 mg/L 槲皮素处理对冬春季草莓生产有利。

关键词:冬春季草莓;槲皮素;农艺性状;光合气体参数;生理生化特性

中图分类号:S668.401 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)21-0165-08

草莓生长周期短、产出快、收益高,是江苏等地冬春季第 1 果。草莓以设施生产为主,冬春季低温

弱光会严重制约草莓生产,提高设施条件下草莓的光合速率和抗性,是冬春季草莓生产的重要研究方向。

槲皮素(quercetin)即 3,3',4',5,7-五羟基黄酮,是一种植物性黄酮醇,属于多酚中的黄酮类化合物,广泛存在于果蔬、中草药植物的花、叶和果实中^[1],位于叶绿体外被,有强抗氧化作用^[2-3],有望成为一种新的植物生物刺激素^[2-4]。槲皮素在植物中的应用较少,主要集中在保护植物免受非生物胁迫的影响^[5-7],或通过激素信号[脱落酸(ABA)、吡啶-3-乙酸(IAA)]级联调控影响植物生长

收稿日期:2021-12-03

基金项目:国家重点研发计划(编号:2018YFD1000300);国家自然科学基金(编号:32072533);江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(19)3041]。

作者简介:柳苗苗(1996—),女,新疆石河子人,硕士,主要研究方向为园艺学果树。E-mail:mia.6@qq.com。

通信作者:王 静,博士,研究员,主要从事草莓种质资源与育种研究,E-mail:wangjing8375@jaas.ac.cn;刘怀锋,博士,教授,主要从事果树栽培生理研究,E-mail:lhf_agr@shzu.edu.cn。

[15]王乐政,华方静,曹鹏鹏,等. 不同密度下夏播红小豆抗倒伏能力变化规律的研究[J]. 山东农业科学,2020,52(9):39-44.

[16]赛 丹,何伟锋. 插穗处理及扦插密度对菊花育苗成活率的影响[J]. 园艺与种苗,2019,39(10):5-6,28.

[17]徐 扬,刘 引,郭兰萍,等. 种植密度对菊花产量和品质的影响[J]. 中国中药杂志,2020,45(1):59-64.

[18]张冬梅. 温度对切花菊插穗生根和定植密度对切花菊品质影响的研究[D]. 南京:南京农业大学,2017:27-44.

[19]董晓晓,刘 雪,蒋亚蓉,等. 干旱胁迫对 24 种宿根花卉生长的影响[J]. 西北林学院学报,2019,34(3):125-131.

[20]杨信程,苏江硕,吴洋洋,等. 切花小菊主要分枝性状的混合遗传分析[J]. 南京农业大学学报,2018,41(3):440-446.

[21]马婉娟,房伟民,王海滨,等. 多头切花菊品种茎、枝特性评价体系构建与品种评价[J]. 中国农业科学,2019,52(14):2515-

2524.

[22]韩 勇,叶燕萍,陈发棣,等. 多头切花菊品质性状综合评价体系构建[J]. 中国农业科学,2011,44(20):4265-4271.

[23]Peng H,Zhang F,Jiang J F,et al. Identification of quantitative trait loci for branching traits of spray cut *Chrysanthemum* [J]. Euphytica,2015,202(3):385-392.

[24]Sun W,Yang X C,Su J S,et al. The genetics of planting density-dependent branching in *Chrysanthemum*[J]. Scientia Horticulturae, 2019,256:1085-1098.

[25]Chung S O,Kim Y J,Lee K H,et al. Growth characteristics of *Chrysanthemum* according to planting density[J]. Korean Journal of Agricultural Science,2017,44(4). 604-612.

[26]李向茂,戴剑锋,罗卫红,等. 定植期和定植密度对温室单头切花菊外观品质的影响[J]. 应用生态学报,2007,18(5):1057-1062.