

网络出版时间:2012-12-21 17:28

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20121221.1728.006.html>

现蕾期营养液浓度对基质栽培非洲菊生长和养分吸收的影响

牛 佳^a, 程智慧^b

(西北农林科技大学 a 林学院, b 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] **【目的】**明确非洲菊现蕾期对养分浓度的要求,为基质栽培中养分的管理提供理论依据。**【方法】**将供试非洲菊(*Gerbera jamesonii*)品种“阳光海岸”幼苗种植在 V(麦糠):V(玉米秸秆):V(牛粪)=3:2:1 的混合基质中,50%以上植株现蕾后分别浇施 0.5 倍、1.0 倍、1.5 倍或 2.0 倍的营养液,分析营养液浓度对非洲菊生长和养分吸收的影响。**【结果】**1.0 倍及 1.5 倍营养液浓度处理的非洲菊叶片及根系的鲜质量和干质量均较大,1.5 倍营养液处理的叶片数和侧根数最多;较高浓度营养液处理的非洲菊对 N 和 P 的吸收能力较强,而较低浓度营养液处理的非洲菊对 K 和微量元素 Zn、Fe 及 Mn 的吸收能力较强。**【结论】**1.5 倍营养液处理更有利于现蕾期非洲菊植株的生长。

[关键词] 基质栽培;现蕾期;非洲菊;营养液浓度;生长发育

[中图分类号] S682.1⁺1

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2013)01-0130-07

Effects of different nutrient concentrations on growth and nutrient absorbance of *Gerbera jamesonii* growing in substrates at flower budding stage

NIU Jia^a, CHENG Zhi-hui^b

(a College of Forestry, b College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】**To better understand the culturing of *Gerbera jamesonii* in substrates, the nutrient requirements of gerbera plant at flower budding stage were investigated. **【Method】** ‘Sunshine Coast’ was the chosen sample species from *G. jamesonii*, and seedlings were planted in substrates that mixed of wheat barn, corn cob and cow dung in a volume proportion of 3:2:1. Nutrient solutions with concentrations of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 folds, were supplied to gerbera plants when flower buds showed up on over 50% seedlings. The effects of nutrient concentrations on growth and nutrient absorbance were analyzed. **【Result】** The higher fresh and dry weight of the aboveground part and the root of the plants were those with nutrient solutions group 1.0 and group 1.5, respectively. The highest number of lateral roots and leaves were found in nutrient treatment group 1.5. Nutrient solutions with higher concentrations were helpful to the use of macro elements N and P while that with lower concentrations increased the levels of K and microelements Zn, Fe and Mn in the plant. **【Conclusion】** The fastest growth rate of the plants during flower budding stage occurred at the treatment with nutrient concentrations of 1.5 folds.

Key words: substrate culture; flower budding stage; *Gerbera jamesonii*; nutrient concentration; growth

[收稿日期] 2012-05-09

[基金项目] 国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAD57B03, 2006BAD07B02)

[作者简介] 牛 佳(1984—),女,陕西西安人,硕士,主要从事观赏植物栽培生理生态研究。E-mail: xingfujiaoqiaomen@yahoo.cn

[通信作者] 程智慧(1958—),男,陕西兴平人,教授,博士生导师,主要从事园艺植物栽培生理生态研究。

E-mail: chengzh@nwsuaf.edu.cn

and development

非洲菊(*Gerbera jamesonii*)是一种多年生常绿草本植物,原产于非洲的南非、马达加斯加及亚洲的印度尼西亚^[1]。我国非洲菊栽培始于 20 世纪 80 年代,目前国内非洲菊存在栽培技术落后、生产成本过高等主要问题^[2]。针对这些问题,有关非洲菊无土栽培的研究越来越多^[3],尤其是基质栽培。相对于土壤栽培,基质栽培具有节水节肥、省时省工等优势,而利用农业废弃物作为基质材料的栽培方式,不但可以节约栽培成本,而且可以减少农业环境污染^[4]。适宜的栽培条件是保证非洲菊无土栽培中成活率、植株生长及切花质量的关键因素。养分的吸收与转化直接影响植物生长^[5],关于非洲菊营养生理与管理的研究主要集中在营养液配方、各种营养成分比例对其生长发育的影响上。不同 N、P、K 比例营养液对非洲菊生长的影响已有研究报道^[6-7],但特定营养液配方的应用浓度对非洲菊生长发育的影响尚未见报道。植物不同生长时期对于养分浓度的要求不同,基质栽培中,即使有机基质也可以释放少量营养,但植物生长需要的大量营养主要依赖追肥,或通过调控营养液浓度来满足。现蕾期是植物营养生长与生殖生长的关键转折期,对外部营养浓度变化反应敏感^[8]。本试验分析了不同浓度营养液对现蕾期非洲菊生长发育及养分吸收的影响,以期对非洲菊生产中的养分管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于 2011-05-10 在西北农林科技大学园艺学院蔬菜生理生态实验室进行,供试非洲菊为组培苗,品种为“阳光海岸”,购自昆明美兰花卉有限责任公司。将非洲菊种苗定植于 V(麦糠):V(玉米秸秆):V(牛粪)=3:2:1 的基质中。保持室内通风良好,光照充分,光照时间为 11 h/d,温度为 22~30 ℃。

1.2 试验设计

本研究采用单因子随机区组试验,考虑到浇施营养是栽培中必不可少的措施以及本研究的目的在于探讨不同浓度营养液的效果,故未设不浇营养液的空白处理,营养液配方为杨先芬^[9]和王华芳^[10]提出的非洲菊无土栽培营养液标准配方,不同试剂及施用质量浓度为:Ca(NO₃)₂·4H₂O, 545 mg/L; NH₄NO₃, 98 mg/L; KNO₃, 426 mg/L; KH₂PO₄,

136 mg/L; MgSO₄·7H₂O, 240 mg/L; Na₂Fe-EDTA, 12.12 mg/L; H₃BO₃, 4.8 mg/L; MnCl₂·4H₂O, 2.46 mg/L; ZnSO₄·7H₂O, 0.6 mg/L; CuSO₄·5H₂O, 0.15 mg/L; MoO₃·H₂O, 0.117 mg/L。营养液浓度设 0.5 倍、1.0 倍、1.5 倍和 2.0 倍 4 个水平,试验设 3 次重复,其中营养液倍数是指标准溶液中各营养试剂质量浓度分别对应的倍数。2011-05-23 将非洲菊种苗植入体积为 2 L 的花盆中,每处理中每个重复种植 20 棵长势一致的植株。当 50% 以上的植株现蕾后(定植后 105 d),分别施以不同浓度的营养液,每株施营养液 200 mL,每隔 7 d 施用 1 次营养液,处理时间为 21 d。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 植株生物量的测定 于处理后 21 d 取样统计,用蒸馏水将供试非洲菊样品清洗干净,用纸巾小心吸干水分,分别称取其地上部及地下部的鲜质量,然后将样品放入烘箱,在 105 ℃ 杀青 30 min 后再于 80 ℃ 下烘干至恒质量,测定其干质量,每个处理随机选取 10 株进行测定,取其平均值。

1.3.2 叶片数及侧根数 于处理后 7、14 和 21 d 统计叶片数和侧根数。叶片数为展开的叶片数,非洲菊根系为须根系,侧根数即着生于植株上的一级侧根数,每个处理测定 10 株,取其平均值。

1.3.3 基质中速效养分含量的测定 于处理后 21 d,分别采集不同花盆的基质,将其平铺在托盘中风干后粉碎,过孔径 1 mm 的筛子。采用碱解扩散法(用 0.005 mol/L 的 H₂SO₄ 滴定)测定速效氮含量;按钼锑抗比色法用紫外分光光度计(3802 UV/VIS)在 880 nm 波长测定速效磷含量;将样品用 1 mol/L 的 NH₄OAc 浸提后通过原子分光光度计(Z-2000)测定速效钾含量;采用 DTPA-TEA 浸提、原子吸收分光光度计(Z-2000)法测定速效锌、速效铁及速效锰含量。

1.3.4 植物中不同元素含量的测定 于处理后 21 d 取样,将采集的植物样品用蒸馏水洗净,放入烘箱在 105 ℃ 杀青 0.5 h 后于 80 ℃ 烘干至恒质量,研磨后过孔径 0.28 mm 的筛子。将样品用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,用凯氏定氮仪测定植物中全氮含量,用钒钼黄比色法在波长 450 nm 下测定全磷含量,用原子分光光度法测定全钾含量。称取过筛的植物样品 0.5 g 在电炉上碳化后,再于 550 ℃ 下灰化 5 h,用盐酸溶解后用原子分光光度法测定全锌、全铁、全

锰含量。

1.4 数据处理与分析

用 Excel 2007 和 SAS(The SAS System for Windows V8) 软件对数据进行统计处理和分析。利用 Excel 2007 软件计算原始数据的平均值及标准差,利用 SAS 软件通过方差分析的方法分析各处理的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 现蕾期营养液浓度对非洲菊生物量、叶片数和侧根数的影响

从表 1 可以看出,现蕾期 1.5 倍营养液处理的非洲菊,其地上部鲜质量显著高于其他处理;1.0 倍

与 1.5 倍营养液处理的植株各项生物量指标明显高于 0.5 倍和 2.0 倍营养液处理的植株。对 1.0 倍营养液与 1.5 倍营养液处理的植株相比,可知除了地上部鲜质量有显著差异外,其余指标均无显著差异。1.0 倍营养液处理植株根冠比最大,1.5 倍和 2.0 倍营养液处理的根冠比均最小。2.0 倍营养液处理植株地上部和地下部的相对含水量均最大,分别达到 90.77%和 90.68%,1.0 倍营养液处理植株地上部相对含水量最小,为 87.80%,1.5 倍营养液处理植株地下部相对含水量最小,为 85.82%。以上结果表明,现蕾期养分不足或过量,均会引起植株干物质积累不足,长势变弱。

表 1 现蕾期营养液浓度对非洲菊生物量的影响

Table 1 Effects of nutrient concentrations during flower budding stage on the biomass of *G. jamesonii*

营养液浓度/倍 Concentration of nutrient solution	地上部 Aboveground			地下部 Root			根/冠 Root shoot ratio
	鲜质量/g Fresh weight	干质量/g Dry weight	相对含水量/% Relative water content	鲜质量/g Fresh weight	干质量/g Dry weight	相对含水量/% Relative water content	
0.5	3.68 c	0.44 b	88.04	1.13 b	0.14 b	87.61	0.31
1.0	4.18 b	0.51 a	87.80	1.38 a	0.19 a	86.23	0.33
1.5	4.56 a	0.50 a	89.04	1.34 a	0.19 a	85.82	0.29
2.0	4.01 b	0.37 c	90.77	1.18 b	0.11 b	90.68	0.29

注:同列数据后标不同字母者表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

Note:In each column,data followed by the same letter are not significantly different at $P<5\%$ level. The same as below.

叶片是植物利用光能积累干物质的重要器官,叶片数是反映植物生长状况的重要指标^[11]。根系是植物吸收来自地下水分的无机盐的主要器官,同时具有固着植株、贮藏营养、合成有机物以及输送养分的功能。从图 1 和图 2 可以看出,1.5 倍营养液处理非洲菊的叶片数、侧根数均最多,且变化趋势稳

定;1.0 倍营养液处理植株的变化趋势与 1.5 倍营养液相似,但是叶片数和侧根数都相对较少;而 2.0 倍和 0.5 倍营养液处理非洲菊植株的叶片数均较少,且在现蕾期 2.0 倍营养液处理的植株侧根数变化幅度较大。

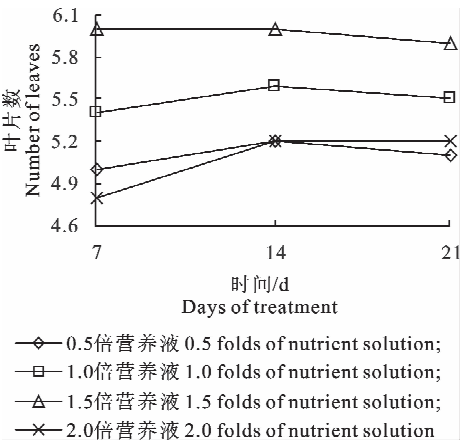


图 1 现蕾期营养液浓度对非洲菊叶片数的影响
Fig.1 Influences of nutrient concentrations during the budding stage on leaf number of *G. jamesonii*

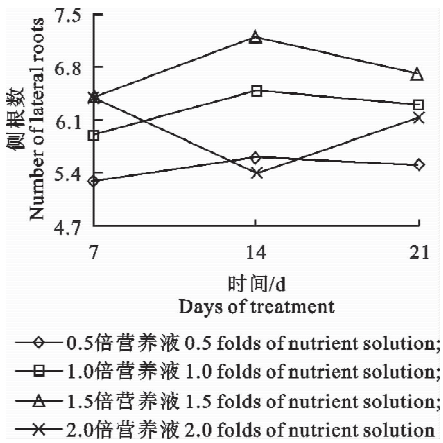


图 2 现蕾期营养液浓度对非洲菊侧根数的影响
Fig.2 Influences of nutrient concentrations during the budding stage on lateral root number of *G. jamesonii*

2.2 现蕾期不同营养液浓度对非洲菊养分吸收的影响

2.2.1 氮的吸收 氮是制造叶绿素的主要成分,能促进枝叶浓绿,生长旺盛^[12]。由表 2 可知,2.0 倍营养液处理植株根系和叶片的全氮含量均最大,其中叶片全氮含量与其他处理间并无显著差异。在 2.0

倍营养液处理下叶片中氮的分配率最小,为53.8%;而在 1.5 倍营养液处理下叶片中氮的分配率最大,为57.6%。这说明 2.0 倍营养液有利于非洲菊对氮元素的吸收,但是植物体内氮素的运输却没有随着营养液浓度的增加而增大。

表 2 现蕾期营养液浓度对非洲菊氮元素吸收的影响

Table 2 Effects of nutrient concentrations during flower budding stage on N absorbance of *G. jamesonii*

营养液浓度/倍 Concentration of nutrient solution	基质中速效氮 含量/(g·kg ⁻¹) Available N in substrate	植株全氮含量/ (g·kg ⁻¹) N in plant	根系全氮含量/ (g·kg ⁻¹) N in root	叶片全氮含量/ (g·kg ⁻¹) N in leaf	根系氮分配率/% Percentage of N in root	叶片氮分配率/% Percentage of N in leaves
0.5	0.92±0.03 b	44.84±0.92 b	20.51±1.18 ab	24.33±0.93 a	45.7	54.3
1.0	0.93±0.04 ab	43.99±0.58 b	20.16±0.65 bc	23.83±0.64 a	45.8	54.2
1.5	0.97±0.03 ab	42.69±2.55 b	18.12±0.84 c	24.57±1.73 a	42.4	57.6
2.0	0.98±0.01 a	48.01±0.44 a	22.17±0.79 a	25.84±0.72 a	46.2	53.8

2.2.2 磷的吸收 磷是植物细胞中磷脂组成的必要成分,并以多种方式参与植物的生命活动,磷在植株各器官中的含量和分布,与植物体内核蛋白质、磷脂等重要物质的合成和代谢密切相关。从表 3 可以看出,在 1.5 倍营养液处理下,基质中速效磷含量和植株中全磷含量均最大,同时根系和叶片中全磷的含量也显著高于其他处理。1.0 倍营养液处理的植株及根系全磷含量仅次于 1.5 倍营养液,而 0.5 倍

和 2.0 倍营养液处理的植株全磷含量均较小。叶片中磷的分配率随着营养液浓度的增加呈先上升后下降的趋势,在 1.5 倍营养液处理下叶片中磷的分配率达到最大值 64.4%,而 0.5 倍营养液处理下植株叶片中磷的分配率最低,为 49.0%。以上结果表明,现蕾期 1.5 倍营养液处理下非洲菊对磷元素的吸收量最大,且在此浓度下,植株对磷的运输能力也最强。

表 3 现蕾期营养液浓度对非洲菊磷元素吸收的影响

Table 3 Effects of nutrient concentrations during flower budding stage on P absorbance of *G. jamesonii*

营养液浓度/倍 Concentration of nutrient solution	基质中速效磷 含量/(g·kg ⁻¹) Available P in substrate	植株全磷含量/ (g·kg ⁻¹) P in plant	根系全磷含量/ (g·kg ⁻¹) P in root	叶片全磷含量/ (g·kg ⁻¹) P in leaf	根系磷分配率/% Percentage of P in root	叶片磷分配率/% Percentage of P in leaves
0.5	1.79±0.02 c	6.43±0.21 c	3.28±0.05 d	3.15±0.24 c	51.0	49.0
1.0	1.93±0.03 b	8.17±0.36 b	3.86±0.08 b	4.31±0.29 b	47.3	52.7
1.5	2.30±0.02 a	11.95±0.92 a	4.26±0.16 a	7.69±0.82 a	35.6	64.4
2.0	1.85±0.12 bc	8.15±0.55 b	3.56±0.12 c	4.59±0.42 b	43.7	56.3

2.2.3 钾的吸收 钾可以提高叶肉细胞的渗透势,增加植物叶片水势,减少气孔阻力,增多叶绿体内的基粒,提高植物光合作用的强度,从而增强植株的抗逆性和抗病能力^[13]。由表 4 可知,不同营养液浓度处理下,基质中速效钾的含量并没有显著差异,但是 0.5 倍和 2.0 倍营养液处理的植株中全钾含量和各

器官全钾含量却显著高于 1.0 倍和 1.5 倍营养液处理,而从植株叶片和根系中钾的分配率来看,各处理的差别并不明显。说明现蕾期非洲菊对钾元素的吸收是随营养液浓度的增加先下降再上升的,但是植株对钾元素的运输能力随营养液浓度的增加而变化并不大。

表 4 现蕾期营养液浓度对非洲菊钾元素吸收的影响

Table 4 Effects of nutrient concentrations during flower budding stage on K absorbance of *G. jamesonii*

营养液浓度/倍 Concentration of nutrient solution	基质中速效钾 含量/(g·kg ⁻¹) Available K in substrate	植株全钾含量/ (g·kg ⁻¹) K in plant	根系全钾含量/ (g·kg ⁻¹) K in root	叶片全钾含量/ (g·kg ⁻¹) K in leaf	根系钾分配率/% Percentage of K in root	叶片钾分配率/% Percentage of K in leaves
0.5	2.65±0.22 a	79.0±0.25 a	36.3±0.53 a	42.7±0.75 a	45.9	54.1
1.0	2.64±0.17 a	67.3±1.15 c	29.8±0.10 c	37.5±1.06 c	44.3	55.7
1.5	2.64±0.20 a	69.4±0.72 b	29.2±0.52 c	40.2±1.10 b	42.1	57.9
2.0	3.02±0.16 a	78.0±0.60 a	33.9±0.49 b	44.1±1.06 a	43.5	56.5

2.2.4 锌的吸收 锌在植物体内主要构成多种酶，发挥着重要的活性功能，作为许多酶活性的核心元素，锌具有不可替代性。由表 5 可知，基质中速效锌的含量并没有随着营养液浓度的变化而产生显著差异，但是植物对锌的吸收是随着营养液浓度的增加先下降后上升然后再下降的。0.5 倍和 1.5 倍营养

液处理的植株根系中全锌含量均较大；叶片中的全锌含量则随着营养液浓度的增加先下降再缓慢升高，以 1.0 倍营养液处理下植株叶片中的全锌含量最低。由叶片锌分配率可知，1.5 倍营养液处理下植株对锌的运输能力相对其他处理小，而 2.0 倍营养液处理则较大。

表 5 现蕾期营养液浓度对非洲菊锌元素吸收的影响

Table 5 Effects of nutrient concentrations during flower budding stage on Zn absorbance of <i>G. jamesonii</i>						
营养液浓度/倍 Concentration of nutrient solution	基质中速效锌 含量/(mg·kg ⁻¹) Available Zn in substrate	植株全锌含量/ (mg·kg ⁻¹) Zn in plant	根系全锌含量/ (mg·kg ⁻¹) Zn in root	叶片全锌含量/ (mg·kg ⁻¹) Zn in leaf	根系锌分配率/% Percentage of Zn in root	叶片锌分配率/% Percentage of Zn in leaves
0.5	49.72±3.74 a	87.67±2.52 a	43.33±3.21 a	44.33±4.16 a	49.4	50.6
1.0	48.64±2.86 a	65.00±1.00 d	32.00±1.00 b	33.00±1.00 c	49.2	50.8
1.5	47.56±2.86 a	82.33±2.08 b	45.00±1.00 a	37.33±1.53 bc	54.7	45.3
2.0	48.64±2.86 a	72.67±2.52 c	33.33±1.53 b	39.33±1.15 b	45.9	54.1

2.2.5 铁的吸收 铁是叶绿体形成不可缺少的元素，许多重要氧化还原酶中都含有铁，铁在植物的光合作用、呼吸作用和氮代谢等过程中起着重要作用^[14]。由表 6 可以看出，2.0 倍营养液处理下植株根系中全铁含量最小，而叶片中全铁含量最大。在 1.5 倍营养液处理下基质中速效铁的含量最大，而其他处理间基质中的速效铁含量没有显著差异。植株中全铁含量随着营养液浓度的增加先下降后上升

再下降，0.5 倍营养液处理下植株全铁含量最大，而 1.0 倍和 2.0 倍营养液处理下植株中全铁含量较小，说明低浓度营养液处理更有利于植株对铁元素的吸收。但是 2.0 倍营养液处理下的植株叶片中的铁分配率明显高于其他处理，达到 49.4%，表明非洲菊植株对铁元素的运输能力在 2.0 倍营养液处理下最强。

表 6 现蕾期营养液浓度对非洲菊铁元素吸收的影响

Table 6 Effects of nutrient concentrations during flower budding stage on Fe absorbance of <i>G. jamesonii</i>						
营养液浓度/倍 Concentration of nutrient solution	基质中速效铁 含量/(mg·kg ⁻¹) Available Fe in substrate	植株全铁含量/ (mg·kg ⁻¹) Fe in plant	根系全铁含量/ (mg·kg ⁻¹) Fe in root	叶片全铁含量/ (mg·kg ⁻¹) Fe in leaf	根系铁分配率/% Percentage of Fe in root	叶片铁分配率/% Percentage of Fe in leaves
0.5	119.25±3.47 b	393.00±6.08 a	246.67±7.34 a	146.33±4.51 b	62.8	37.2
1.0	113.84±3.80 b	336.67±3.51 c	225.00±5.00 b	111.67±1.53 c	66.8	33.2
1.5	129.34±6.24 a	372.67±9.71 b	251.67±5.77 a	121.00±4.58 c	67.5	32.5
2.0	114.20±1.25 b	332.67±12.66 c	168.33±10.41 c	164.33±12.86 a	50.6	49.4

2.2.6 锰的吸收 锰是许多酶的活化剂，与作物的光合、呼吸以及硝酸还原作用关系密切。由表 7 可知，不同浓度营养液处理下，基质中的速效锰含量并无显著差异，但植株和根系中的全锰含量则是随着营养液浓度的增加总体呈下降趋势，而叶片中全锰的含量随营养液浓度变化并无显著差异。从表 7 还

可以看出，叶片中锰的分配率在 2.0 倍营养液处理下最大，0.5 倍营养液处理下最小。

以上结果说明，现蕾期低浓度营养液处理有利于非洲菊植株对锰的吸收，高浓度营养液却更有利于非洲菊对锰元素的运输。

表 7 现蕾期营养液浓度对非洲菊锰元素吸收的影响

Table 7 Effects of nutrient concentration during flower budding stage on Mn absorbance of <i>G. jamesonii</i>						
营养液浓度/倍 Concentration of nutrient solution	基质中速效锰 含量/(mg·kg ⁻¹) Available Mn in substrate	植株全锰含量/ (mg·kg ⁻¹) Mn in plant	根系全锰含量/ (mg·kg ⁻¹) Mn in root	叶片全锰含量/ (mg·kg ⁻¹) Mn in leaf	根系锰分配率/% Percentage of Mn in root	叶片锰分配率/% Percentage of Mn in leaves
0.5	25.22±0.25 a	55.33±1.89 a	26.67±0.76 a	28.67±1.15 a	48.2	51.8
1.0	24.79±0.66 a	48.83±2.08 b	21.17±0.76 b	27.67±1.44 a	43.3	56.7
1.5	25.94±1.20 a	49.00±1.80 b	21.00±1.32 b	28.00±0.87 a	42.9	57.1
2.0	23.28±1.44 a	41.67±3.06 c	16.83±1.04 c	24.83±2.25 a	40.4	59.6

3 讨 论

本试验结果表明,基质栽培时在现蕾期进行不同营养液浓度处理,对非洲菊生长发育及养分吸收的影响不同。就形态指标而言,施以 1.5 倍营养液的植株生长稳定,植株健壮,生物量积累较多,2.0 倍和 0.5 倍营养液处理的植株长势则较弱,主要表现为侧根数和叶片数也较少,植株含水量偏大,干物质积累较少。

本研究中,施以 2.0 倍营养液的植株全氮含量最大,但是叶片中的全氮含量却与其他处理没有显著差异,说明高浓度营养液确实有利于植物吸收氮元素,但是多吸收的氮元素并没有运输到叶片中,前人在对黄花蒿叶片的研究中也有相似的结论^[15]。

本研究结果显示,1.5 倍营养液处理无论是基质中速效磷的含量和植株中全磷的含量,还是根系和叶片中全磷的含量,都明显高于其他处理,且在此浓度下叶片中磷的分配率也最高,说明较高浓度营养液可以促进现蕾期非洲菊对磷肥的吸收及转化。但是杨光穗^[16]的研究表明,不同施磷量与非洲菊对磷的吸收关系不显著,这与本试验研究结果并不一致,可能与营养液处理时期及元素之间的相互作用有关,具体原因有待进一步研究。

本研究中,0.5 倍和 2.0 倍营养液处理的植株全钾含量均较大,这可能与氮和钾的交互作用有关,氮肥的增加有可能抑制或者促进植物对钾肥的吸收^[17]。从本研究结果还可以看出,低浓度的营养液本身有利于植物对钾元素的吸收^[16],但是高浓度营养液中高氮可能又促进了植物对钾的吸收^[15]。而不同营养液浓度处理下根系和叶片中钾的分配率差别不大,说明现蕾期不同营养液浓度对植株中钾元素运输能力的影响较小。

本研究发现,现蕾期非洲菊对微量元素锌、铁、锰的吸收基本上是随着营养液浓度的增加呈下降趋势,但是叶片中锌、铁和锰的分配率均在 2.0 倍营养液处理下达到最大值,这表明低浓度营养液处理更有利于植物对这些微量元素的吸收,但是这些微量元素从根系到叶片的运输能力却在高浓度营养液处理下最强,而其中机理有待进一步研究。一般而言,植物中锌的含量为 10~125 mg/kg,铁含量为 50~100 mg/kg,而植物缺锰的现象比较少见^[18]。所以,从本试验结果来看,虽然在较高浓度的营养液处理下,植物对这些元素的吸收减少,但是并没有对非洲菊生长发育产生太大影响。

虽然不同营养液处理下各元素的吸收及转化情况各不相同,但总体而言,现蕾期施以 1.5 倍营养液的非洲菊植株生长情况相比其他 3 个处理更好。在生产实践中,应该从实际情况出发,兼顾成本与效益,结合非洲菊的生长时期及其他生长条件来考虑养分供给。

[参考文献]

- [1] Danaee E, Mostofi Y, Moradi P. Effect of GA₃ and BA on post-harvest quality and vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii*, cv. Good Timing) cut flowers [J]. Hort Environ Biotechnol, 2011, 52(2): 140-144.
- [2] 李 树, 汪承刚. 非洲菊基质栽培技术 [J]. 安徽农学通报, 2002, 8(6): 69-70.
Li S, Wang C G. The technology of gerbera culture in the substrate [J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2002, 8(6): 69-70. (in Chinese)
- [3] 庄应强, 沈玉英. 不同栽培基质对切花非洲菊生长和开花的影响 [J]. 中国农学通报, 2004(6): 173-186.
Zhuang Y Q, Shen Y Y. The impact on growth and anthesis of cut flower of african chrysanthemum under different kinds of culture media [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2004 (6): 173-186. (in Chinese)
- [4] 庄应强. 切花非洲菊新品种引进及其无土栽培技术研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2006.
Zhuang Y Q. The new species introducing and soilless culture technology of *Gerbera jamesonii* [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2006. (in Chinese)
- [5] 赵九洲. 无土基质与营养液 EC 值对切花菊生长发育的影响 [J]. 园艺学报, 1999, 26(5): 327-330.
Zhao J Z. Effects of growing medium and nutrient solution electrical conductivity (EC) on the growth and development of cut chrysanthemum [J]. Acta Horticulturae Sinica, 1999, 26 (5): 327-330. (in Chinese)
- [6] 赵小丹. 非洲菊无土栽培技术研究 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2005.
Zhao X D. Studies on the technology of soilless culture of *Gerbera jamesonii* [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2005. (in Chinese)
- [7] 李倩中, 谭国华, 李华勇. 不同栽培基质和肥料配比对盆栽非洲菊生长和开花的影响 [J]. 江苏农业科学, 2002(5): 43-44.
Li Q Z, Tan G H, Li H Y. Effects of different media and fertilizer proportion on the flowering and growing of *Gerbera jamesonii* in the pot [J]. Jiangsu Agriculture Science, 2002(5): 43-44. (in Chinese)
- [8] Caballero R, Ordova's J, Pajuelo P. Iron chlorosis in *Gerbera* as related to properties of various types of compost used as growing media [J]. Commun Soil Sci Plant Anal, 2007, 38: 2357-2369.
- [9] 杨先芬. 施肥技术手册无土盆栽非洲菊 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.

Yang X F. The technology of fertilizing of *Gerbera soilless* culture in the pot [M]. Beijing:Chinese Agriculture Press,2001. (in Chinese)

[10] 王华芳. 花卉无土栽培:非洲菊 [M]. 北京:金盾出版社,1997. Wang H F. Soilless culture of *Gerbera* [M]. Beijing: Jindun Press,1997. (in Chinese)

[11] 孟庆玲,程智慧,徐 鹏,等. 营养液 pH 值对非洲菊生长和生理特征的影响 [J]. 西北植物学报,2010,30(10):2081-2086. Meng Q L,Cheng Z H,Xu P,et al. Effects of nutrient solution pH value on growth and physiological characteristics of *Gerbera jamesonii* bolus [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica,2010,30(10):2081-2086. (in Chinese)

[12] 吴 巍,赵 军. 植物对氮素吸收利用的研究进展 [J]. 中国农学通报,2010,26(13):75-78. Wu W,Zhao J. Advances on plants nitrogen assimilation and utilization [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2010,26(13):75-78. (in Chinese)

[13] 郑炳松,程晓建. 钾元素对植物光合速率、Rubisco 和 RCA 的影响 [J]. 浙江林学院学报,2002,19(1):104-108. Zheng B S,Cheng X J. Effects of potassium on Rubisco,RCA and photosynthetic rate of plant [J]. Journal of Zhejiang Forestry College,2002,19(1):104-108. (in Chinese)

[14] 陈 岩,刘晓东. 微量元素铁、锌、硼对蝴蝶兰生长的影响 [J]. 东北林业大学学报,2009,37(4):11-13. Chen Y,Liu X D. Effect of different levels of iron,zinc and boron on growth of *Phalaenopsis aphrodita* [J]. Journal of Northeast Forestry University,2009,37(4):11-13. (in Chinese)

[15] 韦美丽,陈中坚. 黄花蒿叶片氮磷钾吸收动态及影响因素研究 [J]. 特产研究,2008(4):40-43. Wei M L,Chen Z J. Studies on the N,P,K absorption by *Artemisia annua* L. leaf and their influencing factors [J]. Special Wild Economic Animal and Plant Research,2008(4):40-43. (in Chinese)

[16] 杨光穗. 非洲菊最佳营养条件研究 [D]. 广州:华南热带农业大学,2003. Yang G S. Study on the best nutrition condition of *Gerbera* flowering [D]. Guangzhou:Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences,2003. (in Chinese)

[17] 祖艳群,林克惠. 氮钾营养的交互作用及其对作物产量和品质的影响 [J]. 土壤肥料,2000(2):3-7. Zu Y Q,Lin K H. Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition and its effect on yield and qualities of crops [J]. Soils and Fertilizers,2000(2):3-7. (in Chinese)

[18] 沈惠国. 土壤微量元素对植物的影响 [J]. 林业科技情报,2010,42(4):12-14. Shen H G. Influence of soil microelement on plant [J]. Forestry Science and Technology Information,2010,42(4):12-14. (in Chinese)

(上接第 129 页)

[7] 魏钦平,鲁轲强,张显川,等. 富士苹果高干开心形光照分布与产量品质的关系研究 [J]. 园艺学报,2004,31(3):291-296. Wei Q P,Lu R Q,Zhang X C,et al. Relationships between distribution of relative light intensity and yield and quality in different tree canopy shapes for ‘Fuji’ apple [J]. Acta Horticulturae Sinica,2004,31(3):291-296. (in Chinese)

[8] 王建新,牛自勉,李志强,等. 2011 乔砧富士苹果不同冠形相对光照强度的差异及对果实品质的影响 [J]. 果树学报,2011,28(1):8-14. Wang J X,Niu Z M,Li Z Q,et al. Influences of different canopy structures on their relative light intensity and fruit quality of Naganofuji apple [J]. Journal of Fruit Science,2011,28(1):8-14. (in Chinese)

[9] 伍 涛,张绍铃,吴 俊,等. ‘丰水’梨棚架与疏散分层冠层结构特点及产量品质的比较 [J]. 园艺学报,2008,35(10):1411-1418. Wu T,Zhang S L,Wu J,et al. Comparative studies on canopy structure characteristics,yield and fruit quality in horizontal trellis system and delayed-open central leader system of ‘Hosui’ pear tree [J]. Acta Horticulturae Sinica,2008,35(10):1411-1418. (in Chinese)

[10] Kelly N,Turnbull T,Bren L,et al. The geometry of light capture in plantation Eucalyptus globules laill [C]//4th international workshop on functional-structural plant models. France: Montpellier,2004:169-175. Lewallen K A S. Effects of light availability and canopy position on peach fruit quality [D]. Virginia:Virgina Polytechnic Institute and State University,2000.

[12] 王 谦,陈景玲,孙治强. LAI-2000 冠层分析仪在不同植物群体光分布特征研究中的应用 [J]. 中国农业科学,2006,39(5):922-927. Wang Q,Chen J L,Sun Z Q. The utility of LAI-2000 canopy analyzer studying the sunlight distribution characteristics in different plant colonies [J]. Scientia Agricultura Sinica,2006,39(5):922-927. (in Chinese)

[13] 高登涛,韩明玉,李丙智,等. 冠层分析仪在苹果树冠结构光学特性方面的研究 [J]. 西北农业学报,2006,15(3):166-170. Gao D T,Han M Y,Li B Z,et al. The characteristic of light distribution in apple tree canopy using WinsCanopy2004a [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica,2006,15(3):166-170. (in Chinese)

[14] Janet S,Melinda M. Modeling canopy openness and understory gap patterns based on image analysis andmapped tree data [J]. Forest Ecology and Management,2001,149:217-233.

[15] Callesen O,Wagenmakers P S. Effects of tree density,tree height and rectangularity on growth flowering and fruit production [J]. Acta Horticulture,1989,243:141-148.

[16] 林真二,田辺賢二・くだものをつくりの基礎 [R]. 鳥取:全国農業協同組合連合会鳥取本部,1991:46-47.