

## 氨基酸肥料施用促进切花菊‘优香’养分吸收及品质优化

欧阳琳<sup>1</sup> 李春杰<sup>2</sup> 夏鲁卿<sup>1</sup> 刘枫<sup>1</sup> 张黎黎<sup>1</sup>

MUHAMMAD Imtiaz<sup>1</sup> 洪波<sup>1</sup> 高俊平<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193;

2. 北京市延庆县种植服务中心,北京 102100)

**摘要** 为研究不同施肥对比对切花菊‘优香’营养吸收和品质的影响,筛选出其品质达到最优的施肥配比,以切花菊‘优香’为试材,设置了5种有机-无机施肥配比,分别为农户常规、企业常规、企业常规减量、氨基酸施肥1和氨基酸施肥2,测定比较植株营养和品质相关指标。结果表明:施用氨基酸肥料能够促进切花菊营养吸收及品质优化,其中氨基酸处理1效果显著。在营养吸收方面,促进采前植株干物质积累,达15.1 g/株,前期促进植株对氮的吸收,后期促进对磷和钾的吸收,氮、磷和钾含量在采前达258.9、27.0和473.3 mg/株;在品质方面,能促使花芽分化完成时间提早2~5 d;提高采收时花枝株高、茎粗和花序直径,分别达到127.4 cm、6.3 mm和22.6 mm,增加70 cm长的切花鲜重至56.7 g,达到优级出口标准;延长采后瓶插寿命2~5 d,达17 d,减缓花朵前期开放速度和叶片衰老程度。因此建议在适量施入基肥与追施无机复合肥的基础上,增施氨基酸肥料。

**关键词** 切花菊;氨基酸肥料;养分吸收;切花品质

中图分类号 S 682.1+1

文章编号 1007-4333(2015)03-0090-10

文献标志码 A

## Aminoacid fertilizer improved the nutrient uptake and the quality of cut *Chrysanthemum Morifolium* ‘Yuka’

OUYANG Lin<sup>1</sup>, LI Chun-jie<sup>2</sup>, XIA Lu-qing<sup>1</sup>, LIU Feng<sup>1</sup>, ZHANG Li-li<sup>1</sup>,

MUHAMMAD Imtiaz<sup>1</sup>, HONG Bo<sup>1</sup>, GAO Jun-ping<sup>1\*</sup>

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Yanqing Service Center of Planting, Beijing 102100, China)

**Abstract** This study was aimed to acquire an optimal fertilization ration for *Chrysanthemum morifolium* ‘Yuka’ and to provide a reference for rational fertilization. The effect of different combinations of fertilizer on the quality and nutrients uptake of *Chrysanthemum morifolium* ‘Yuka’ was studied. Five Different combinations of organic and inorganic fertilizers were named as farmer fertilization, company fertilization, company fertilization reduction, amino acid fertilization1 and amino acid fertilization 2. The recorded indicators included nutrition and quality of plant. The results indicated that amino acid fertilizer improved nutrient uptake and quality of the plant. Amino acid fertilization 1 had a significant effect on the chrysanthemum. The dry matter of cut chrysanthemum reached to 15.1 g/plant before harvest. The uptake of nitrogen was significantly improved at early growth stage, and the uptake of both phosphorus and potassium were significantly accelerated at both later stage and before harvest. The contents of NPK reached to 258.9, 27.0 and 473.3 mg/plant, respectively. The amino acid fertilization 1 shortened the process of bud differentiation by about 2-5 d and improved the comprehensive quality of harvest. Plant height, stem diameter and inflorescence diameter reached to 127.4 cm, 6.3 mm and 22.6 mm, respectively. The fresh weight of 70 cm high flower increased up to 56.7 g which is the best quality for

收稿日期: 2014-08-16

基金项目: 农业部‘948’滚动项目(2011-G17)

第一作者: 欧阳琳, 硕士研究生, E-mail: ouyanglin@cau.edu.cn

通讯作者: 高俊平, 教授, 主要从事观赏植物采后及逆境研究, E-mail: gaojp@cau.edu.cn

export. The vase life was 17 d which prolonged by 2-5 d in other treatments, showing a slow speed of flower opening process at early stage and fresh maintenance of the leaves and blooms. It can be thus recommended to use the combined base fertilizer and top dressing of inorganic compound fertilizer with amino acid fertilizer.

**Key words** cut chrysanthemum; amino acid fertilizer; nutrient uptake; quality

切花菊(*Chrysanthemum morifolium* Ramat)是世界花卉贸易的重要商品切花,在我国切花生产中占据很大的份额,2010年销售额高达6.49亿元<sup>[1]</sup>。‘优香’是一种优良的夏秋菊品种,花期可调控,是我国出口的主要切花菊品种。然而在切花菊的栽培过程中因无机化肥施用不合理,不仅造成肥料利用率低,土壤环境质量退化等严重问题<sup>[2-3]</sup>,而且影响了其正常栽培管理,导致切花品质下降,企业经济效益受损<sup>[4]</sup>。探索改善切花菊营养吸收及外观品质的配方施肥技术对推动切花菊产业的可持续发展、节约能源及增加环境经济效益有着极为重要的现实意义。

国内外针对切花菊营养需求特征对不同切花菊的氮、磷和钾元素配比、肥料种类及用量进行了大量的研究。李悦等<sup>[5]</sup>论述了切花菊氮、磷、钾营养及其吸收特性。穆鼎等<sup>[6]</sup>、姜贝贝等<sup>[7]</sup>、Babrosa等<sup>[8]</sup>、Amit等<sup>[9]</sup>探讨了有利于不同切花菊生长、营养吸收及达到最佳品质的氮、磷和钾元素及肥料配比。郝文雅等<sup>[10]</sup>阐明了有机肥能够改善土壤质量,具有较好的培肥效果,且能够提高菊花的产量及内在品质。王学军等<sup>[11]</sup>和李淑仪等<sup>[12]</sup>的研究表明合理的有机-无机肥配施对于土壤及园艺作物的产量和质量有着优于单施化肥或有机肥的效果。

氨基酸肥料是一种高效环保的新型有机肥,以氨基酸为螯合剂,与氮、磷、钾和钙、镁等中微量元素及腐殖酸盐、核酸等作用而成<sup>[13]</sup>。氨基酸肥料的施用具有使作物、蔬菜和果树等分蘖增加,叶色转绿、根系健壮和增加产量等效应<sup>[14-15]</sup>。目前氨基酸肥料在花卉上的应用还鲜有报道。切花菊的经济价值与切花品质密切相关。切花品质是否优良不仅取决于采收时的综合外观品质,采后保鲜品质同样是重要的评定内容。国内外在寻求采后保鲜技术方面开展了大量工作<sup>[16-17]</sup>。但针对采前施肥对鲜切花瓶插保鲜品质的影响这一方面展开的研究工作相对较少。本研究以切花菊‘优香’为研究对象,对比不同施肥处理对植株营养元素吸收花芽分化进程、切花采后品质和保鲜效果等方面的影响,特别探讨氨基酸肥料对于切花菊的影响,筛选出促进切花菊‘优香’养

分吸收、提高切花菊外观及保鲜品质的最优施肥配比,以期为切花菊合理施肥提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

本试验在北京双卉新华园艺公司钢架大棚内进行,其位于北京市延庆县,海拔500 m以上,大陆性季风气候,年平均气温8℃,年降水量480 mm,无霜期155~160 d。年日照时数2 800 h以上。以该公司提供的切花菊‘优香’扦插苗为试验材料,于2013年4月14日定植,同年7月25日采收。土壤(0~20 cm)基础理化指标如下:pH 6.6,有机质29.75 g/kg,全氮2.1 g/kg,无机氮35.2 mg/kg,有效磷146.7 mg/kg,速效钾353.8 mg/kg,EC值0.21,土壤容重为1.485 g/cm<sup>3</sup>。

### 1.2 试验设计

采用单因素完全随机区组设计,供试总面积为325 m<sup>2</sup>(25 m×13 m),根据基础土壤养分状况及切花菊的营养需求量,设置了5种施肥处理,分别为农户常规(FF)、企业常规(CF1)、企业常规减量(CF2)、氨基酸处理1(AF1)、氨基酸处理2(AF2),以不施肥(Control)作对比,各处理设置3个重复,每个重复面积为9.6 m<sup>2</sup>(0.8 m×12 m),种植株行距为15 cm×15 cm,定植320个扦插苗,每个扦插苗摘心后保留2株,共640株。定植前CF1、CF2和AF1施入基肥,之后各施肥处理按照各自的施肥量分别于定植5 d后、株高30~35 cm、株高55~60 cm、现蕾后4个时期进行等量的追肥处理(表1)。土壤容积含水量维持在25%~30%,同时实施正常的调控措施,如配施GA<sub>3</sub>、B<sub>9</sub>及光调控等。

### 1.3 指标测定

#### 1.3.1 植物干重及营养测定

分别于切花菊定植后50 d(营养生长向生殖生长转变),定植后100 d(采收前期)采集植物样本,每个处理3次重复下各取3株进行干重及植株体内养分氮、磷和钾的测定。在烘箱中用105℃杀青30 min后调整温度至70℃,烘干至恒重,冷却后用分析天平称量干重(DM)。采用浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>法

消解法对植物样品进行消煮,用凯氏定氮法进行测定氮含量,用钒钼黄比色法测定有效磷,用火焰光度法测定速效钾<sup>[18]</sup>。

表1 各施肥配方累计施肥用量及各成分的含量

Table 1 Cumulative dosage of fertilizer application and nutrients content supplied kg/hm<sup>2</sup>

施肥处理 Treatment	基肥 Base fertilizer	追肥 Top dressing	
	颗粒肥施肥量 Granular complex fertilizer	无机复合肥氮磷钾施用量 Inorganic compound fertilizer (N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O)	氨基酸有机肥 Amino acid soluble fertilizer
Control(不施肥)	0	0	0
FF(农户常规)	0	300+300+300	0
CF1(企业常规)	3 000	75+75+75	0
CF2(企业常规减量)	1 500	30+30+30	0
AF1(氨基酸处理 1)	1 500	30+30+30	540
AF2(氨基酸处理 2)	0	30+30+30	540

注:其中有机颗粒肥(由北京新耕科技开发有限公司生产):有机质含量 $\geq 45\%$ ,总养分 $\geq 18\%$ ;无机复合肥为保利丰1号肥料(由以色列海法公司生产):氮磷钾(19:19:19),含有6种微量元素;氨基酸水溶型肥料(‘生态源’氨基酸水溶型肥料,由沧州坤源生态产业有限公司生产):氨基酸 $\geq 100$  g/L,Cu+Fe+Mn+Zn+B $\geq 20$  g/L,N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O $\geq 12\%$ ,有机质含量 $\geq 20\%$ 。

Note:In the granular complex fertilizer:Content of organic matter  $\geq 45\%$ ,total content of nutrient  $\geq 18\%$ ;the inorganic compound fertilizer is poly-feed No.1,it contains equal NPK content of 19%;Amino acid fertilizer:Content of amino acid  $\geq 100$  g/L,Cu+Fe+Mn+Zn+B $\geq 20$  g/L,N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O $\geq 12\%$ ,content of organic matter $\geq 20\%$ .

### 1.3.2 花芽分化进程的观察

于短日处理开始时进行观测,每个处理3次重复下各摘取3个花头,在显微镜下进行切片观察,按照 Higuchi 等<sup>[19]</sup>的方法评定其花芽分化的程度,记录花芽分化完成的天数。花芽分化进程分为以下8个时期:0为生殖生长阶段;1为生长点肥大;2为总苞形成初期;3为总苞形成末期;4为小花原基形成初期;5为小花原基形成末期;6为花冠形成前期;7为花冠形成后期(图1)。

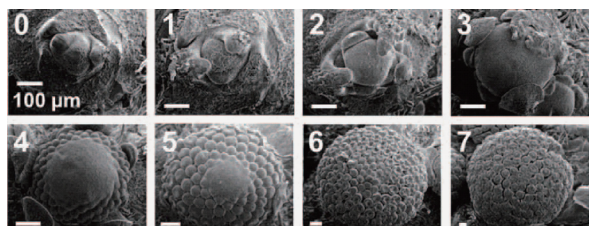


图1 单头菊花芽分化进程的划分<sup>[19]</sup>

Fig.1 Process of flower-bud differentiation of single-flower cut chrysanthemum<sup>[19]</sup>

### 1.3.3 植物外观品质测定

于采收期从每个处理的3次重复中各选取6枝

长势一致的花枝。用米尺测定其株高,游标卡尺测定其茎粗与花头直径,统计茎基部至顶部的叶片数,用分析天平测70 cm的鲜重。70 cm长度对应的鲜重的出口标准划分为:优级花 $\geq 55$  g,二级花 $\geq 45$  g,三级花 $\geq 38$  g。

### 1.3.4 花朵级别判定

从每个处理的3次重复下各选取3个花枝,采切标准一致,采切花枝长度70 cm,花头直径20 mm左右,采切花朵大小以花萼包裹花头1/2为准,叶片墨绿色,舌状花无损伤,无病虫害的花枝,采切后立即运往实验室进行清水瓶插,记录从瓶插开始到花朵失去观赏价值的天数,每2 d记录1次花头直径、开放度。花朵开放级别划分为0~11级<sup>[20]</sup>,根据出口市场需求,于2级时进行采收,其中最具有观赏价值的等级区间为5~9级,11级之后便失去观赏价值(图2)。

### 1.3.5 叶片保鲜效果判定

选取与花朵测定相同的样品。从瓶插开始,每2 d记录1次叶片颜色及其萎蔫和黄化状况。根据其叶片的观赏度采用了综合打分的方法,从0~5分进行评分,5分为最优,2分及以下则为失去观赏价

值。标准如下：5 分为叶片直立，颜色绿，没有任何黄化萎蔫现象；4 分为叶片硬但不直立，颜色绿，无黄化萎蔫现象；3 分为 20%~40% 的叶片出现萎蔫

或黄化，叶色开始变浅；2 分为 40%~60% 的叶片出现黄化萎蔫；1 分为 60% 以上叶片出现萎蔫或黄化（图 3）。



图 2 切花菊花朵开放级别的划分<sup>[20]</sup>

Fig. 2 Flower opening level of cut chrysanthemum<sup>[20]</sup>



图 3 叶片保鲜程度评分

Fig. 3 Scoring criteria of leaf fresh-keeping situation

### 1.4 数据分析

试验数据运用 EXCEL 和 SAS 软件进行处理和分析。

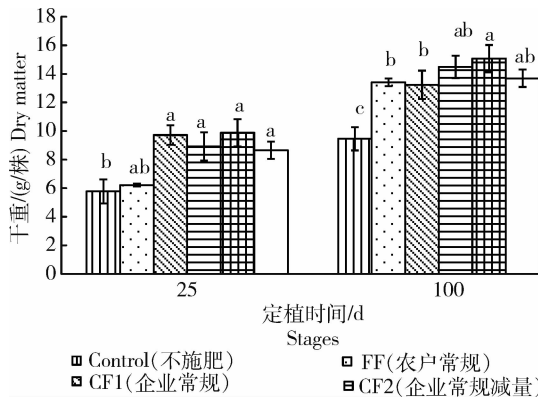
## 2 结果与分析

### 2.1 施肥处理对养分吸收影响

#### 2.1.1 施肥处理对切花菊植株干重的影响

施肥对于切花菊干重的影响（图 4），定植 50 d

时，CF1（企业常规）、CF2（企业常规减量）、AF1（氨基酸处理 1）和 AF2（氨基酸处理 2）的干重值达到 8.7~9.9 g/株，显著高于 FF（农户常规）40.3%~59.7%。其中 AF1 和 CF1 的干重值最大，分别为 9.9 和 9.7 g/株；定植 100 d 时，施肥处理间也显现出差异，其中 AF1 的干重值最大，分别显著高出 FF（农户常规）和 CF1（企业常规）12.7% 和 14.4%，与 CF2 和 AF2 差异不显著。



同一组中不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

Data in one group with different small letter superscripts mean significantly different ( $P < 0.05$ )

图 4 不同施肥处理对植株干重的影响

Fig. 4 Comparison of above ground dry matter production under different fertilization treatments

上述结果表明,施肥处理对切花菊干重在生长后期的效果逐渐显现,其中 AF1(氨基酸处理 1)对切花菊干重增长的优势明显,在 100 d 时干重值达最大为 15.1 g/株,而大量施入速效肥料的 FF(农户常规)对干重的增长并没有较为明显的作用。

### 2.1.2 施肥处理对切花菊植株营养状况的影响

不同施肥处理对切花菊氮、磷、钾吸收的影响(表 2)。

定植 50 d 时,植株含氮量最高的处理为 AF1 (303.9 mg/株),显著高于 FF(189.8 mg/株)和 CF2 (232.2 mg/株),与 CF1 和 AF2 差异不显著;CF1、CF2、AF1 和 AF2 植株磷钾含量差异不显著,在 17.2~20.3 和 372.6~425.7 mg/株,显著高于 FF。

定植 100 d 时,各施肥处理含氮量无显著差异,为 230.1~264.5 mg/株;AF1 与 CF2 的含磷量较高,分别为 27.0 和 26.2 mg/株,显著高于 FF (21.5 mg/株);AF1 的含钾量最高,为 473.3 mg/株,显著高出 FF(384.3 mg/株),与其他施肥处理下的钾含量无显著差异。

上述结果表明,AF1 在 3 个时期对氮、磷和钾的吸收效果都较佳,采收前吸收量分别达 258.9、27.0 和 473.3 mg/株。在第 50 天时明显促进了植株对氮素的吸收,达到 41.1 和 303.9 mg/株,显著高出 FF 处理 60.1%,在 100 d 则是促进了对磷和钾的吸收,分别达 27.0 和 473.3 mg/株,显著高出 FF 处理 25.6%和 23.2%。

表 2 不同施肥处理对植株氮、磷、钾吸收的影响

Table 2 Comparison of accumulation of plant nutrition under different fertilization treatments mg/株

定植后时间/d Days after transplanting		植株体内 N、P 和 K 含量 NPK in plant tissues at different timing after planting					
		Control	FF	CF1	CF2	AF1	AF2
50	N	142.3±32.8 d	189.8±20.8 dc	280.1±26.1 ab	232.2±25.5 bc	303.9±34.6 a	282.2±19.8 ab
	P	11.1±2.6 b	12.8±1.2 b	20.0±2.7 a	17.2±1.2 a	20.3±1.3 a	19.8±1.7 a
	K	209.4±17.8 c	283.0±34.5 b	421.5±33.6 a	372.6±36.5 a	425.7±32.6 a	417.6±29.2 a
100	N	173.3±26.1 b	242.0±25.6 a	230.1±19.8 a	264.5±30.4 a	258.9±31.0 a	231.6±33.3 a
	P	15.8±3.4 c	21.5±2.7 b	23.0±2.6 ab	26.2±1.8 a	27.0±1.1 a	23.8±1.5 ab
	K	302.9±50.8 c	384.3±44.5 bc	439.5±44.1 ab	459.9±31.4 ab	473.3±47.3 a	442.9±46.1 ab

注:同行数据中不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

Note: Data in the same line with different small letter superscripts mean significantly different ( $P<0.05$ ).

## 2.2 施肥处理对花枝品质的影响

### 2.2.1 切花菊花芽分化进程

不同施肥处理对花芽分化进程的影响(表 3),短日处理第 14 天,氨基酸肥料处理的 AF1 和 AF2 的 60% 以上花芽均处于花芽分化的第 1 期,Control、FF、CF1 和 CF2 的花芽则处在 0 期。短日处理第 18 天和第 22 天,AF1 和 AF2 的花芽分化都比其他施肥处理下的快一个进程。短日处理第 26 天时,AF1 已经完成了花芽分化,AF2 的花芽到了第 6 期,其他处理的花芽在第 4 期或第五期。统计花芽分化从开始(0 期)到结束(7 期)所用的时间发现,AF1 和 AF2 下的花芽分化进程较快,分别仅用 25 和 27 d 完成了花芽分化过程。这一结果表明,氨基酸肥料的施用加快了切花菊‘优香’花芽分化进程,使花期较其他施肥处理下提前了

2~5 d。

### 2.2.2 施肥处理切花菊花枝品质的影响

施肥处理对切花菊花枝品质的影响(表 4),对于株高,AF1、CF1、CF2 为 123.6~127.4 cm,显著高出 FF(110.8 cm) 11.6%~15.0%;茎粗方面,AF1 与 CF1 均为 6.3 mm,显著高出 FF(5.6 mm);对于叶片数量,AF1 与 AF2 为 49~50 片,低于其他处理;在采收时的花序直径上,AF1 处理下为 22.6 mm,显著高于其他施肥处理 7.1%~14.1%;AF1 与 AF2 处理的切花鲜重(70 cm)为 56.7 和 52.9 g,相对 FF 处理分别增重 26.3%和 35.3%。其中 AF1 各项指标下的优势较为明显,株高达 127.4 cm,茎粗达 6.3 mm,叶片数为 49,花序直径为 22.6 mm,70 cm 鲜重达到 56.7 g,达到出口优级花的标准。

表 3 施肥处理对花芽分化进程的影响

Table 3 Effect of different fertilization on the process of flower-bud differentiation d

施肥处理 Treatment	短日照处理时间 Time of short-day treatment					花芽分化完成时间 Total time of bud differentiation
	10	14	18	22	26	
Control	0	0	2	3	5	29
FF	0	0	2	3	4	30
CF1	0	0	2	3	5	29
CF2	0	0	2	3	5	29
AF1	0	1	3	4	7	25
AF2	0	1	3	4	6	27

注：花芽分化完成时间的统计皆为 60% 以上花芽达到的期数及完成的时间。0, 生殖生长阶段；1, 圆屋顶形状阶段；2, 总苞形成初期；3, 总苞形成末期；4, 小花原基形成初期；5, 小花原基形成末期；6, 花冠形成前期；7, 花冠形成后期。

Note: Stage and the total days were conducted by the situation of 60% cut chrysanthemum. 0, vegetative growth stage; 1, dome-shaped stage; 2, first stage of involucre formation; 3, final stage of involucre formation; 4, first stage of floret formation; 5, final stage of floret formation; 6, first stage of corolla formation; 7, final stage of corolla formation.

表 4 不同施肥处理对花枝品质的影响

Table 4 Comparison of the appearance quality under different fertilization treatments

施肥处理 Treatment	株高/cm Height	茎粗/mm Stem diameter	叶片数 Numbers of leaves	花序直径/mm Inflorescence diameter	鲜重/g Fresh weight
Control	104.2±3.0 c	4.8±0.2 c	45±2.0 c	19.8±0.9 c	35.7±1.3 b
FF	110.8±8.1 bc	5.6±0.3 b	53±1.5a	19.8±0.4 c	41.9±1.6 bc
CF1	124.5±3.1 a	6.3±0.1 a	52±0.7 a	20.3±0.9 bc	49.3±4.9 ab
CF2	123.6±9.2 a	6.0±0.5 ab	52±1.8 b	20.2±0.6 bc	47.6±4.9 ab
AF1	127.4±0.9 a	6.3±0.2 a	49±0.8 a	22.6±0.6 a	56.7±5.6 a
AF2	119.7±5.2 ab	6.2±0.4 ab	50±1.8 a	21.1±0.2 b	52.9±4.7 ab

注：每列中不同字母代表  $P < 0.05$  水平下的显著性差异。其中鲜重特指 70 cm 长度花枝的鲜重，花序直径为采收时测量的直径。

Note: Different letters indicates significant difference with a P-value of 0.05 under the same treatments. This fresh weight refers to the fresh weight of 70cm heighted plant. The inflorescence diameter was calculated when harvested.

### 2.2.3 切花菊采后瓶插效果

切花菊采后瓶插品质的好坏决定了其商品价值的高低，良好的瓶插品质表现为花朵开放速度缓慢、花朵瓶插观赏期较长且叶片保鲜效果好。

1) 花朵开放进程。切花菊在不同施肥下不同开花等级区间所维持天数各异(表 5)。其中 2~5 级为花朵未完全开放时期，各处理所用的时间差异不明

显，均约为 3 d；5~9 级为切花菊最佳观赏期，AF1 和 AF2 处理下的花朵可持续开放 11~12 d，比 Control、CF1 和 FF 等处理提高了 2~4 d；9~11 级为开放过度期，此时花朵已失去观赏价值，AF2 能够维持的天数最长为 3 d，Control 在 9 级后开始萎蔫，不能顺利开放到 11 级。瓶插寿命由长到短的顺序为：AF1 = AF2 > CF1 > FF = CF2 > Control。

表5 不同施肥处理对切花菊在不同开花等级区间所维持天数的影响

Table 5 Comparison of days on the typical stages in response to different fertilization treatments

施肥处理 Treatment	不同开花区间 Flower opening period			瓶插寿命 Vase life
	2~5	5~9	9~11	2~11
	Control	3	8	0
FF	3	9	1	13
CF1	3	10	2	15
CF2	3	8	2	13
AF1	3	12	2	17
AF2	3	11	3	17

注:于2级进行采收。2~5级,花朵未完全开放期;5~9级,切花菊观赏的最佳期;9~11,开放过度期,失去了观赏价值。

Note: We cut the flower to vase at the stage of 2. From stage 2-5 is the initial period of flower opening. Stage of 5-9 is the a high ornamental value period. Stage 9-11 is the period that, the flower began to wilt and is not preferable for ornamental use.

在开始瓶插的前9 d, Control 和 FF 处理的花朵开放速度明显快于了其他4种施肥处理(图5和图6),第9天开始,各处理的花序直径均出现一个剧烈增长的趋势,在第11天, Control 的花朵开放最快,花序直径达到最大值54.6 mm。在第13天时, FF 和 CF2 的花序直径达到最大,之后开始出现萎焉;在第15天时, CF1 达到最大开放值63.9 mm; AF1 与 AF2 下花朵开放时间最长,在第17天时花序直径达到最大值分别为72.5和70.0 mm,显著优于其他施肥处理。不同施肥处理导致切花菊前期开放的速度由慢到快的顺序为: CF2>AF1>AF2>CF1>FF>Control, 由此可得, 氨基酸肥料能够显著减缓花序前期开放速度, 且能使花头在后期完全开放, 相比其他施肥处理延长花序的瓶插寿命2~5 d。

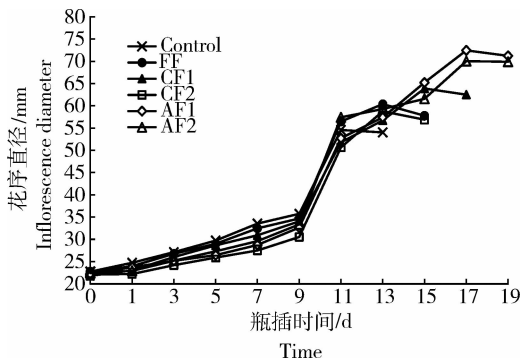
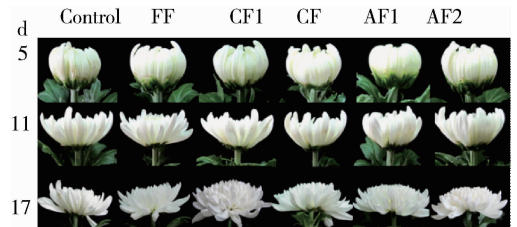


图5 不同施肥处理对花序直径增大的影响

Fig. 5 Effect of fertilization treatments on inflorescence diameter



选取了3个最具有代表的时期,即瓶插第5、11和17天,展示各个施肥处理的花朵在这3个时期的开放情况。

We selected three typical time which are the 5<sup>th</sup> day, 11<sup>th</sup> day and 17<sup>th</sup> day after putting into vase to show the flower opening situation under different fertilization.

图6 不同施肥处理对花朵开放速度的影响

Fig. 6 Comparison of flower opening situation under different fertilization treatments

2) 叶片保鲜程度。在不同施肥处理下,对切花菊叶片新鲜度的评价情况(表6和图7)。在瓶插前5 d,各个施肥处理的叶片都未表现出明显的黄化和萎焉现象,叶片鲜度评分达到4~5分;第5天时, Control 的叶片不能保持直立状态,其余处理叶片鲜度评分为3.9分;在第11天, Control 处理50%以上叶片都出现黄化,基本失去观赏价值, FF、CF1 与 CF2 的叶片都出现轻度的黄化萎焉现象, AF1 与 AF2 的叶片都保持挺立,未出现黄化萎焉,评分分别为4.2和4.1分;第17天, Control 与 FF 叶片全部黄化,完全失去观赏价值, CF1 与 CF2 的叶片也大多出现黄化萎焉的表型, AF1 与 AF2 叶片黄化和萎焉的程度低于40%,评分为3.4和3.2分,仍具

有一定的观赏价值。由此可见,氨基酸施肥处理(AF1和AF2)下的叶片保鲜效果要明显优于其他处理。

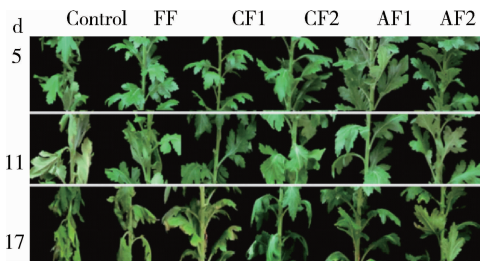
表6 不同施肥处理下叶片保鲜度评价

Table 6 Comparison of leaf fresh-keeping situation under different fertilization treatments

施肥处理 Treatment	第5天 5 <sup>th</sup> Day	第11天 11 <sup>th</sup> Day	第17天 17 <sup>th</sup> Day
Control	3.9	2.1	1.2
FF	4.5	3.0	1.5
CF1	4.7	3.1	2.2
CF2	4.8	3.3	2.3
AF1	4.9	4.2	3.4
AF2	4.8	4.1	3.2

注:叶片的保鲜程度采用0~5分进行评分。5分:叶片直立,颜色绿,没有任何黄化萎蔫现象;4分:叶片硬但不直立,颜色绿,无黄化萎蔫现象;3分:20%~40%的叶片萎蔫或黄化,叶色开始变浅;2分:40%~60%叶片出现黄化或萎蔫;1分:60%以上叶片萎蔫或者黄化。

Note: There are 5 fresh-keeping conditions of leaves which are divided into. 5: the leaves all stand upright, the color of the leaves keep green and there are no phenomenon of yellowing or wilting. 4: the average leaf abscission and yellowing rates are both less than 20%. 3: the average leaf abscission and yellowing are both between 20~40%. 2: the average leaf abscission and yellowing rates are both between 40%~60%. 1: average leaf abscission and yellowing rates are both over 60%.



选取了3个最具有代表的时期,即瓶插第5、11和17天,展示各个施肥处理的叶片在这3个时期的保鲜情况。

We selected three typical time which are the 5<sup>th</sup> day, 11<sup>th</sup> day and 17<sup>th</sup> day after putting into vase to show the leaf fresh-keeping situation under different fertilization.

图7 不同施肥处理对叶片保鲜度的影响

Fig. 7 Comparison of leaf fresh-keeping situation under different fertilization

## 3 讨论

### 3.1 氨基酸肥料促进植物营养吸收

氨基酸是合成蛋白质的前体物质,近年来的研究表明植物能够直接吸收氨基酸<sup>[21-23]</sup>。施入氨基酸肥料能够显著增加作物、蔬菜等地上部分的干重<sup>[14,24]</sup>。本研究也发现氨基酸施肥处理的植株干重在100 d时显著高于未施用氨基酸处理(图4),可以推测,氨基酸对于切花菊干重的增加主要在生长后期体现。大量施入速效肥料的FF(农户常规)对干重的增长并没有较为明显的作用。肥料减量后的CF2和AF2的干重值较AF1低,但是差异并不显著(图4),表明CF2和AF2的施肥量已经可以满足切花菊生长的基本需求,因此合理减低企业常规的用肥量是可行的,配合氨基酸的追施能够达到更加理想的干重氨基酸施肥能够增加植物的根系活力,促进植株对矿质营养的吸收<sup>[25]</sup>。土施甲硫氨酸会显著增加豆科植物(*Albizia lebeck*)中氮、磷和钾的含量<sup>[26]</sup>;对不结球白菜和生菜的研究表明,氨基酸处理能显著增加叶片全氮含量,改善品质<sup>[27]</sup>。本研究发现,与农户常规施肥相比,施用氨基酸在生长前期对氮的吸收作用显著,而后期则是对磷钾的吸收更为突出。而AF1处理下植物对氮、磷和钾的吸收效果略优于CF1(企业常规),说明追施的氨基酸不仅能够替代减量的施肥量,并且更有利于植物对营养的吸收。而在大量追施无机肥的农户常规下植株对营养的吸收效果并不显著(表2)。

### 3.2 氨基酸肥料对于植物品质的影响

氨基酸肥料是一种多功能的生态有机液肥,为天然有机活性物,对植物细胞壁有较强的渗透力,可通过叶面、茎秆和根部被植物吸收,肥效快而持久,能够使植株的株高、茎粗及叶面积明显增加<sup>[28,39]</sup>。氨基酸肥料在孔雀草、一串红和万寿菊等草本花卉的研究发现,施入氨基酸后植株冠幅大,整齐性好,花朵直径的大小和单盆开花数量的效果好<sup>[30]</sup>。本研究发现,氨基酸肥料的施入能够综合提升切花菊的外观品质,对株高、茎粗和叶片数有一定的促进作用,明显增加了花序直径。目前,用于出口的70 cm优级切花菊要求花枝鲜重大于50 g,本研究中采用氨基酸肥料处理的花枝均达到了50 g以上的优级标准(表4)。

氨基酸具有抗氧化的作用,研究已证实,氨基酸肥料能够提高植物的生理活性,增加叶绿素含量,提



高光合强度<sup>[31-32]</sup>;使过氧化物酶活性增强;降低植株丙二醛的含量,有防止细胞膜氧化和细胞衰老的作用<sup>[26-27]</sup>。施入氨基酸水溶性肥料能保持草本花卉的新叶呈亮绿色<sup>[31]</sup>。本试验研究表明,氨基酸处理能够延长瓶插寿命,延缓花朵的开放速度和减缓叶片的衰老,对于切花保鲜效果的影响显著(表5、图5和图6)。

花卉的花芽分化受环境条件的影响,土壤养分状况是其中之一<sup>[33-34]</sup>。氨基酸肥料对于开花时间的影响因植物种类而不同,如一串红花期提前3 d,万寿菊花期不变,而孔雀草的花期则推迟了8 d<sup>[30]</sup>。本试验研究发现,氨基酸对于切花菊‘优香’的花芽分化进程是促进作用,能使切花菊的采收期提前(表3)。出口到日本的‘优香’主要用于7—9月的节日,因此花期提前有利于保证节前切花的充分供应,提高其经济效益。

### 3.3 合理施肥对于切花菊植株生长具有促进作用

大量施用无机肥会造成植物品质及土壤肥力下降等问题,而仅施有机肥又不能满足植物的营养需求,因此只有配合无机肥与有机肥才能发挥出最佳的肥效<sup>[12,35]</sup>。研究表明,混合氨基酸的肥效大于等氮量的无机氮肥<sup>[36]</sup>。本研究发现,过量的施肥处理(FF)和较低的施肥处理(CF2)都不利于植株的生长发育,切花的外观品质和保鲜品质均不如肥料适中的CF1与AF1。氨基酸与无机肥料进行配合追肥,能够促进和调节切花菊的生长与对营养的吸收,从而达到最好的切花品质。

### 3.4 鲜切花品质评价方法的创新

切花菊品质有多种评价标准<sup>[37-38]</sup>,而保鲜品质的好坏主要是通过瓶插寿命的长短进行判断,本研究在保鲜品质上做了更为详细的评价,包括花序直径的变化、不同等级所需天数的统计以及叶片的鲜度评分。本研究前期已经对切花菊开花等级进行了详细的划分<sup>[20]</sup>,由于我国现阶段切花菊针对日本出口量较大,根据出口市场需求及观赏价值评定体系,切花菊在5~9级的观赏价值最高,同时考虑将花朵在5~9级维持的天数也作为衡量切花菊采后品质的重要指标(表5)。切花菊的观赏价值是花朵与叶片的保鲜品质的综合体现,只有花朵和叶片都维持最佳状态,切花菊才具有观赏价值。因此不能单独的评价花朵保鲜情况,而要结合叶片的保鲜效果进行综合评定。

## 4 结 论

通过分析各施肥处理对切花菊营养吸收及品质方面的影响,发现在氨基酸施肥处理1(AF1)的效果较为显著:

1)显著增加采收时切花菊‘优香’的干重;在植株生长的3个时期均促进了其对氮、磷和钾的吸收,其中植株在50 d时吸氮量显著较高,在100 d植株吸磷和吸钾量显著较高。

2)促进切花菊‘优香’花芽分化的进程,使花期提前2~5 d;株高、茎粗、叶片数、花序直径各项外观指标优势明显,70 cm鲜重达到出口优级花的标准;花朵开放速度在前期较慢,后期能够保持并且完全开放,采后瓶插寿命延长至2~5 d,叶片保鲜效果明显。

3)在设施条件下,建议采用AF1施肥配比,即定植前施入基肥(有机颗粒肥)1 500 kg/hm<sup>2</sup>,追施氮磷钾养分(30+30+30)kg/hm<sup>2</sup>和氨基酸水溶型肥料540 kg/hm<sup>2</sup>。

## 参 考 文 献

- [1] 谯德惠. 切花形势乐观盆花强势回归:2010年全国花卉统计数据分析[J]. 中国花卉园艺, 2011(13):18-21
- [2] Kaplan M, Sönmez S, Tokmak S, et al. Salinization problem in Antalya region greenhouse soils and recommendations [J]. International Symposium on Techniques to Control Salination for Horticultural Productivity, 2000, 573:401-406
- [3] Druge U, Zerche S, Kadner R, et al. Relation between nitrogen status, carbohydrate distribution and subsequent rooting of chrysanthemum cuttings as affected by pre-harvest nitrogen supply and cold-storage [J]. Annals of Botany, 2000, 85(5): 687-701
- [4] Nosengo N. Fertilized to death [J]. Nature, 2003, 425(6961): 894-895
- [5] 李悦, 张涛, 齐秀兰. 切花菊氮·磷·钾营养特性的研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2005, 33(8): 1486-1487
- [6] 穆鼎, 李春花. 切花菊优化施肥组合的初步探讨 [J]. 土壤肥料, 1999(6): 21-23
- [7] 姜贝贝, 房伟民, 陈发棣, 等. 氮磷钾配比对切花菊‘神马’生长发育的影响 [J]. 浙江林学院学报, 2009, 25(6): 692-697
- [8] Barbosa J G, Kampf A N, Martinez H E P, et al. Chrysanthemum cultivation in expanded clay I effect of the nitrogen-phosphorus-potassium ratio in the nutrient solution [J]. J Plant Nutr, 2000, 23(9): 1327-1336
- [9] Amit D, Trivedi J, Sanjay V. Effect of nitrogen and phosphorous on growth, flowering and yield of Chrysanthemum cv local

- white under Chhattisgarh Region[J]. *Plant Archives*, 2004, 4(1):171-173
- [10] 郝文雅,刘德辉,徐飞,等.施肥对栽培菊花土壤的有机无机复合性态和菊花产量与品质的影响[J]. *土壤*, 2008, 40(4):616-621
- [11] 李淑仪,邓许文,陈发,等.有机无机肥配施比例对蔬菜产量和品质及土壤重金属含量的影响[J]. *生态环境*, 2007, 16(4):1125-1134
- [12] 王学军,齐凤霞,王丽艳.有机肥与无机肥配施对冬白菜产量和品质的影响[J]. *河北农业科学*, 2006(1):57-59
- [13] 魏冰.氨基酸有机肥喷施甘蓝试验效果初报[J]. *甘肃农业科技*, 2006(3):25-26
- [14] 张树生,杨兴明,黄启为,等.施用氨基酸肥料对连作条件下黄瓜的生物效应及土壤生物性状的影响[J]. *土壤学报*, 2007, 44(4):689-694
- [15] 谢荔,成学慧,冯新新,等.氨基酸肥料对‘夏黑’葡萄叶片光合特性与果实品质的影响[J]. *南京农业大学学报*, 2013, 36(2):31-37
- [16] 高俊平,郭康,孙自然,等.月季切花聚乙烯膜包装运输保鲜技术初探[J]. *园艺学报*, 1995, 22(1):77-82
- [17] Macnish A J, Jiang C Z, Reid M S. Treatment with thidiazuron improves opening and vase life of iris flowers[J]. *Postharvest Biotech*, 2010, 56(1):77-84
- [18] 鲍士旦. *土壤农化分析*[M]. 北京:中国农业出版社, 2000:44-49
- [19] Higuchi Y, Sumitomo K, Oda A, et al. Day light quality affects the night-break response in the short-day plant chrysanthemum, suggesting differential phytochrome-mediated regulation of flowering[J]. *J Plant Phys*, 2012, 169:1789-1796
- [20] 李丽,关玥,刘克信,等.切花菊远距离运输中水势变化及预处理液研发[J]. *园艺学报*, 2013, 40(11):2213-2221
- [21] Schobert C, Köckenberger W, Komor E. Uptake of amino acids by plants from the soil: A comparative study with castor bean seedlings grown under natural and axenic soil conditions[J]. *Plant Soil*, 1988, 109(2):181-188
- [22] Falkengren-Grerup U, Månsson K F, Olsson M O. Uptake capacity of amino acids by ten grasses and forbs in relation to soil acidity and nitrogen availability[J]. *Environmental Exp Bot*, 2000, 44(3):207-219
- [23] Thornton B. Uptake of glycine by non-mycorrhizal *Lolium perenne*[J]. *J Exp Bot*, 2001, 52(359):1315-1322
- [24] 李潮海,周顺利,刘传玲,等.氨基酸拌种对玉米苗期生长的影响[J]. *河南农业科学*, 1996(9):9-11
- [25] 吴玉群,史振声,李荣华,等.植物氨基酸液肥浸种对甜玉米幼苗生理及生长的影响[J]. *玉米科学*, 2005, 13(3):103-105
- [26] Arshad M, Hussain A, Javed M, et al. Effect of soil applied L-methionine on growth, nodulation and chemical composition of *Albizia lebeck* L[J]. *Plant and Soil*, 1993, 148(1):129-135
- [27] 陈贵林,高绣瑞.氨基酸和尿素替代硝态氮对水培不结球白菜和生菜硝酸盐含量的影响[J]. *中国农业科学*, 2002, 35(2):187-191
- [28] 任海洋.氨基酸复合微肥对大豆增产效果的研究[J]. *中国林副特产*, 1997(4):67-68
- [29] 石清琢,吴玉群,郝楠,等.植物氨基酸液肥对鲜食糯玉米生长发育及生理指标的影响[J]. *杂粮作物*, 2006, 26(2):85-87
- [30] 廖海燕,唐田琳,梁恬.园林植物施用氨基酸肥料效果初探[J]. *南方园艺*, 2013, 24(4):25-26
- [31] 路明,史振声,吴玉群,等.复合氨基酸浸种对糯玉米苗期生长及生理效应的影响[J]. *种子*, 2004(6):41-43
- [32] 吴玉群,史振声,李荣华,等.植物氨基酸液肥对爆裂玉米产量及生理指标的影响[J]. *种子*, 2006, 25(4):73-75
- [33] 董运斋,王四清.氮磷钾配比对大花蕙兰花芽分化及开花品质的影响[J]. *北京林业大学学报*, 2005, 27(3):76-78
- [34] Wang Y T. Impact of a high phosphorus fertilizer and timing of termination of fertilization on flowering of a hybrid moth orchid[J]. *Hortscience*, 2000, 35(1):60-62
- [35] 王昌全,李廷强,夏建国,等.有机无机复合肥对农产品产量和品质的影响[J]. *四川农业大学学报*, 2001, 19(3):241-244
- [36] 莫良玉,吴良欢,陶勤南.无菌条件下小麦氨基酸态氮及铵态氮营养效应研究[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(2):184-186
- [37] 张德平,戴思兰,朱珺.切花菊新品系栽培特性的研究及其品质评价[J]. *江苏农业科学*, 2011(1):173-175
- [38] 杨再强,罗卫红,陈发棣,等.赤霉素对单头切花菊发育和外观品质的影响[J]. *植物生理学通讯*, 2008, 44(6):1095-1008

责任编辑:王燕华