

# 不同水肥处理对亚洲黄百合切花品质的影响

魏贵玉, 周琼, 李伏生

(广西大学 农学院, 广西南宁 530005)

**摘要:**为找出生产优质百合切花的水肥管理技术,现通过盆栽试验,研究了低钾(0.1 g K<sub>2</sub>O/kg 土)、中钾(0.2 g K<sub>2</sub>O/kg 土)、高钾(0.3 g K<sub>2</sub>O/kg 土)3种施钾水平,前期施用 1/2 N+1/2 K、中期施用 1/2 N、后期施用 1/2 K,前期施用 1/2 N、中期施用 1/2 K、后期施用 1/2 N+1/2 K,前期施用 1/2 N、中期施用 1/2 N+1/2 K、后期施用 1/2 K 3种不同生长阶段氮钾配合施用方法及轻度干旱(现蕾后土壤含水量控制在田间持水量的 60%~70%)和正常灌水(现蕾后土壤含水量控制在田间持水量的 70%~80%)2种灌水水平对亚洲黄百合鲜切花形态品质、瓶插期间百合花被片中淀粉、可溶性糖及丙二醛含量的影响。结果表明:以高钾,前期施用 1/2 N、中期施用 1/2 K、后期施用 1/2 N+1/2 K 和现蕾后土壤含水量控制在田间持水量的 50%~60%处理百合切花的品质效果最佳,可有效提高百合株高、茎粗、花径、叶面积、叶片数,延长切花开花寿命,维持开花期间百合花被片中较高的淀粉和可溶性糖含量,延缓丙二醛的积累。

**关键词:**钾肥;氮钾配合;灌水量;百合切花

**中图分类号:**S 682.2<sup>+</sup>65 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)20-0157-06

百合(*Lilium* spp.)属百合科百合属多年生球根草本植物,是目前世界上最受欢迎的切花之一<sup>[1]</sup>。近年来

我国百合产业发展迅速,生产规模不断扩大,由于生产技术落后,我国切花百合品质相对较低。以往研究主要集中在切花采后生理及鲜花保鲜等研究<sup>[2]</sup>,而在栽培技术上的研究较少。有研究表明,切花品质受生产过程养分管理状况的影响很大,合理施肥能够促进根系生长,使植株健壮,叶片繁茂有光泽,花枝挺拔秀美<sup>[3-4]</sup>。百合是喜钾作物,施用钾肥对百合增产效果显著<sup>[5]</sup>。也有研究表明,切花生产期间不宜灌水太多,适宜土壤含水量有利于根系发育和细胞分裂素积累,从而可以延长切花寿命<sup>[6]</sup>。因此,只有合理的水肥管理才能保证切花百合良好的品质。该试验在温室盆栽条件下,研究了施钾水平、不同生长阶段氮钾配合和灌水水平对亚洲黄百合鲜

**第一作者简介:**魏贵玉(1984-),女,江西东乡人,硕士,现主要从事植物营养与水肥利用等研究工作。E-mail:409825761@qq.com.

**责任作者:**李伏生(1963-),男,湖南祁阳人,博士,教授,博士生导师,现主要从事植物营养与水肥利用理论与技术研究等工作。E-mail:zhenz@gxu.edu.cn.

**基金项目:**国家“863”计划资助项目(2011AA100504);国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2012BAD05B03);中国科学院战略性先导科技专项子课题资助项目(XDA05070403)。

**收稿日期:**2013-05-20

**Abstract:** Taking cabbage as material, the effects of microelement water soluble fertilizer on cabbage agronomic traits and yield were studied, to provide references for the application of water soluble fertilizer in cabbage production. The results showed that for the cabbage grown in Qixing district of Guilin city, spraying microelement water soluble fertilizer could increase its plant height, single plant weight and yield by 8.05%, 5.68% and 5.50% respectively from spraying equal water, and 9.30%, 7.19% and 6.81% respectively from spraying nothing. For the cabbage grown in Qinbei district of Qinzhou city, spraying microelement water soluble fertilizer could increase its plant height, single plant weight and yield by 7.76%, 5.56% and 5.14% respectively from spraying equal water, and 21.10%, 9.94% and 9.87%, respectively from spraying nothing. Owing to increasing cabbage yield, applying microelement water soluble fertilizer could increase production value by 2 373.75 Yuan/hm<sup>2</sup> and 2 499.75 Yuan/hm<sup>2</sup> respectively compared with spraying equal water and spraying nothing in Guibei district of Guilin city, while in Qinbei district of Qinzhou city, the production value was increased by 2 400.75 Yuan/hm<sup>2</sup> and 4 151.25 Yuan/hm<sup>2</sup>, respectively. Spraying microelement water soluble fertilizer could significantly increase plant height and single plant weight, further promote the yield and production value of cabbage.

**Key words:** microelement; water soluble fertilizer; cabbage; yield

切花品质的影响,以期找出能生产出优质百合切花的钾肥用量及不同生长阶段氮钾配合施用量和灌水量,为百合切花合理的水肥管理提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

盆栽试验于 2005 年 1~3 月在广西大学农学院网室大棚中进行。土壤采自该校果园内赤红壤,质地为重粘土,田间持水量为 28%,土壤 pH 为 4.75,碱解氮含量 15.1 mg/kg,速效磷含量为 4.52 mg/kg,速效钾含量为 44.03 mg/kg。

### 1.2 试验材料

供试材料为亚洲黄百合‘Mirella’。

### 1.3 试验方法

盆栽试验所用土壤中掺入部分细砂,其中粘土:细砂比为 3:1(质量比),为改善百合生长环境,用聚乙烯塑料桶(桶口径 30 cm、高 20 cm)为栽培容器。每盆装土 14 kg。

试验设 3 种施钾水平,即低钾( $K_1$ , 0.1 g  $K_2O/kg$  土),中钾( $K_2$ , 0.2 g  $K_2O/kg$  土)和高钾( $K_3$ , 0.3 g  $K_2O/kg$  土),3 种不同生长阶段氮钾配合,即  $NK_1$  (前期施用  $1/2 N+1/2 K$ 、中期施用  $1/2 N$ 、后期施用  $1/2 K$ ),  $NK_2$  (前期施用  $1/2 N$ 、中期施用  $1/2 K$ 、后期施用  $1/2 N+1/2 K$ ),  $NK_3$  (前期施用  $1/2 N$ 、中期施用  $1/2 N+1/2 K$ 、后期施用  $1/2 K$ ) 及 2 种灌水水平,即现蕾后设轻度干旱( $W_1$ , 50%~60% $\theta_t$ ,  $\theta_t$  为田间持水量)和正常灌水( $W_2$ , 70%~80% $\theta_t$ ),而现蕾前所有处理土壤含水量均保持在 70%~80% $\theta_t$ ,完全方案设计,共 18 个处理,每个处理重复 3 次,共 54 盆。氮肥用硝酸钙(分析纯),用量为 0.2 g N/kg 土,磷肥用磷酸二氢铵(分析纯),用量为 0.1 g  $P_2O_5/kg$  土,钾肥用氯化钾(分析纯)。磷肥全部作基肥,所需氮、钾肥按各自不同生长阶段氮钾配合比例来施用,第 1 次施肥结合装盆将肥料混入土壤中,第 2 次和第 3 次施肥分别在播种 30 d 和 60 d 后结合灌水施入;每盆下种球 3 个。

### 1.4 项目测定

用称重法确定每次灌水量,称重时间间隔为 2 d,用量筒量取灌水量并记下每个处理的灌水量。于百合花蕾初现黄色后,开始采摘百合切花,并将切花插入装有自来水的广口瓶中,为防止水分蒸发,瓶口用塑料布封住。自开花当日起每隔 3 d 取花被片,用蒽酮法测定可溶性糖含量和淀粉含量;用硫代巴比妥酸法测定丙二醛含量;测定方法根据广西大学内部教材《植物生理学实验指导》。在切花采摘时测定百合株高,叶片数,花枝中部茎直径,花枝中上部 10 片具有代表性叶的平均单叶面积(LI-3000 叶面积仪测定)和花朵直径(盛开时)。

## 1.5 数据分析

试验数据用 SNKSS 程序中广义线性模型中的单因素变量法分析,多重比较用 Duncan 法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水肥处理对切花百合形态品质的影响

由表 1 可以看出,施钾(K)水平、不同生长阶段氮钾(NK)配合(简称 NK 配合,下同)、灌水水平、NK 配合×施 K 水平(×,表示交互作用,下同)、NK 配合×灌水水平、施 K 水平×灌水水平、施 K 水平×NK 配合×灌水水平对百合切花寿命、叶片数、叶面积、花径、茎粗和株高影响显著( $P<0.05$ )。相同 NK 配合和灌水水平下,高 K 处理百合开花寿命、叶片数、叶面积、花径、茎粗和株高高于中 K 和低 K 处理,高 K 处理的百合花寿命比低 K 处理延长了 1.5~2 d。相同施 K 水平和灌水水平下,  $NK_2$  处理开花寿命、叶片数、叶面积、花径、茎粗和株高高于  $NK_3$  和  $NK_1$  处理。相同施肥条件下,轻度干旱处理百合开花寿命和叶面积高于正常灌水处理,而叶片数、花径、茎粗和株高则无明显的规律。说明高 K、 $NK_2$  处理即前期施用  $1/2 N$ 、中期施用  $1/2 K$ 、后期施用  $1/2 N+1/2 K$  及现蕾后土壤含水量保持在田间持水量的 50%~60%可以提高切花百合的形态品质。

### 2.2 不同水肥处理对百合花花被片淀粉含量的影响

由表 2 可知,施 K 水平、NK 配合、施 K 水平×NK 配合对开花当天、开花后 3 d 和 6 d 百合花花被片中淀粉含量的影响显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ )。灌水水平、NK 配合×灌水水平对切花当天花被片中淀粉含量的影响显著( $P<0.05$ ),而对开花后 3 d 和 6 d 的影响不显著。施 K 水平×灌水水平、施 K 水平×NK 配合×灌水水平对开花当天、开花后 3 d 和 6 d 花被片中淀粉含量的影响均不显著。相同 NK 配合和灌水水平下,随着钾肥施用量的增加开花当天百合花被片中淀粉含量呈增加趋势。开花期间,各处理淀粉含量逐渐减少,切花后 6 d 与当天相比,其中低 K 处理花被片淀粉含量减少 48.0%,中 K 处理减少 33.0%,而高 K 处理仅减少 30.0%。相同施 K 水平和灌水水平下,在开花当天以  $NK_2$  处理百合花被片中淀粉含量最高,其次是  $NK_3$  处理,最低是  $NK_1$  处理,开花期间,各处理淀粉含量也逐渐减少,开花后 6 d 与开花当天相比,  $NK_2$  处理百合花被片中淀粉含量减少最少为 30.0%,其次是  $NK_1$  处理减少 43.9%,最多是  $NK_3$  处理减少 62.5%。2 种水分处理之间,轻度干旱处理的花被片淀粉含量低于或接近正常灌水处理,各处理在开花期间,淀粉含量也逐渐减少,但到开花后 6 d 时,轻度干旱处理淀粉含量高于正常灌水。说明高 K、 $NK_2$  和轻度干旱处理处理有助于淀粉的积累并能够延缓淀粉的降解。

表 1 不同水肥处理对切花百合形态品质的影响

Table 1 Effect of different water and fertilization treatments on morphology quality of lily cut flowers

施钾水平	氮钾配合	灌水水平	株高	茎径	花径	叶面积	叶片数	花期
K level	Combination of N and K	Irrigation level	Plant height/cm	Stem diameter /cm	Flower diameter /cm	Leaf area /cm <sup>2</sup>	Leaf number	Flowering period/d
K <sub>3</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	70.64±0.24n	0.70±0.04a	15.6±0.18h	8.1±0.09g	92±0.8d	12.0c
		W <sub>2</sub>	69.79±0.24p	0.57±0.03	14.9±0.31j	6.7±0.11j	110±0.7a	12.0c
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	81.13±0.21c	0.68±0.04ab	14.2±0.12k	11.7±0.11a	100±0.5c	13.7a
		W <sub>2</sub>	81.26±0.21b	0.66±0.04bcd	16.2±0.31a	9.4±0.14d	101±0.31c	12.0c
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	71.55±0.22l	0.67±0.07abc	15.6±0.23h	10±0.12bc	110±0.7a	12.5b
		W <sub>2</sub>	78.77±0.28d	0.62±0.09e	15.9±0.24c	8.7±0.16e	111±0.9a	11.5d
K <sub>2</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	71.07±0.23m	0.62±0.04e	15.6±0.27h	8.4±0.06f	101±0.8c	12.0c
		W <sub>2</sub>	73.37±0.23i	0.62±0.07e	15.8±0.21e	6.3±0.19k	112±0.9a	11.5d
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	78.76±0.27d	0.64±0.06cde	15.86±0.21d	9.7±0.22c	92±0.6d	12.4b
		W <sub>2</sub>	76.64±0.25f	0.68±0.05ab	16.110.37b	10.3±0.17b	102±0.7bc	11.0e
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	70.28±0.24o	0.61±0.07e	15.7±0.26g	8.0±0.22g	76±0.7g	11.3d
		W <sub>2</sub>	72.07±0.26k	0.63±0.06de	15.1±0.32i	6.7±0.12j	91±0.3d	10.5f
K <sub>1</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	73.11±0.19j	0.67±0.07abc	15.9±0.25c	9.8±0.24c	80±0.5f	12.6b
		W <sub>2</sub>	75.67±0.23h	0.68±0.02ab	15.8±0.34e	7.2±0.18i	105±0.4b	10.5f
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	82.44±0.21a	0.69±0.04ab	15.8±0.21e	10.2±0.20b	81±0.8f	10.5f
		W <sub>2</sub>	77.56±0.24e	0.66±0.09bcd	15.9±0.39c	8.8±0.12e	94±0.4d	10.3f
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	76.00±0.21g	0.61±0.07e	15.91±0.25b	7.6±0.11h	86±0.3e	10.0g
		W <sub>2</sub>	71.56±0.23l	0.67±0.09abc	15.76±0.31f	7.6±0.15h	100±0.4c	10.5f
显著性检验(P值)Significance test (P value)								
施钾水平 K level (K)			<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
氮钾配合 Combination of N and K (NK)			<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
灌水水平 Irrigation level(W)			<0.001	0.024	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
K×NK			<0.001	0.014	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
K×W			<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.008
NK×W			<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
K×NK×W			<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:表中数值均为平均值±标准误,不同小写字母表示差异达到显著水平( $P<0.05$ ),K<sub>1</sub>,K<sub>2</sub>和K<sub>3</sub>分别为低K、中K和高K。3种不同生长阶段氮钾配合(NK)为NK<sub>1</sub>(前期施用1/2 N+1/2 K,中期施用1/2 N,后期施用1/2 K),NK<sub>2</sub>(前期施用1/2 N,中期施用1/2 K,后期施用1/2 N+1/2 K),NK<sub>3</sub>(前期施用1/2 N,中期施用1/2 N+1/2 K,后期施用1/2 K),W<sub>1</sub>为轻度干旱,即现蕾后土壤含水量控制在田间持水量的50%~60%,W<sub>2</sub>,正常灌水,即现蕾后土壤含水量控制在田间持水量的60%~70%。以下表同。

Note: Values are average value ± standard error, different letters mean significant difference at  $P<0.05$  level. K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> and K<sub>3</sub> are low K, middle K and high K respectively. 3 combinations of applied N and K (NK) at different growth stages, i. e. (NK<sub>1</sub>) applied 1/2 N and 1/2 K at the early stage, 1/2 N at the middle stage and 1/2 K at the later stage; (NK<sub>2</sub>) applied 1/2 N at the early stage, 1/2 K at the middle stage, 1/2 N and 1/2 K at the later stage; (NK<sub>3</sub>) applied 1/2 N at the early stage, 1/2 N and 1/2 K at the middle stage, 1/2 K at the later stage. W<sub>1</sub> indicates slight drought (50%~60% of field capacity after bud appearing period) and W<sub>2</sub> indicates normal irrigation level (70%~80% of field capacity after bud appearing period). The same symbols were used for other tables.

表 2 不同水肥处理对百合花花被片淀粉含量的影响

Table 2 Effect of different water and fertilization treatments on petal starch content of lily cut flowers

施钾水平	氮钾配合	灌水水平	开花当天	开花后 3 d	开花后 6 d
K level	Combination of N and K	Irrigation level	Flowering day	3 d after flowering	6 d after flowering
K <sub>3</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	0.37±0.12de	0.28±0.15cd	0.13±0.14defg
		W <sub>2</sub>	0.40±0.04cd	0.30±0.02bcd	0.15±0.03de
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	0.57±0.14a	0.44±0.14a	0.39±0.11a
		W <sub>2</sub>	0.56±0.21a	0.43±0.06a	0.39±0.08a
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	0.39±0.11cde	0.29±0.13bcd	0.24±0.12c
		W <sub>2</sub>	0.41±0.03c	0.27±0.09d	0.23±0.05cd
K <sub>2</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	0.36±0.17e	0.30±0.08bcd	0.20±0.09d
		W <sub>2</sub>	0.37±0.02de	0.29±0.02bcd	0.16±0.06d
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	0.54±0.12ab	0.43±0.11a	0.37±0.11ab
		W <sub>2</sub>	0.52±0.09b	0.41±0.12a	0.35±0.06b
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	0.31±0.16f	0.22±0.14e	0.14±0.11def
		W <sub>2</sub>	0.32±0.08f	0.22±0.01e	0.12±0.04efgh
K <sub>1</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	0.24±0.14g	0.15±0.13fg	0.12±0.12efgh
		W <sub>2</sub>	0.29±0.05f	0.18±0.07f	0.11±0.05fgh
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	0.36±0.09e	0.31±0.12bc	0.22±0.17cd
		W <sub>2</sub>	0.40±0.07cd	0.32±0.12b	0.21±0.13cd
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	0.22±0.14g	0.11±0.05h	0.10±0.03gh
		W <sub>2</sub>	0.25±0.01g	0.13±0.06gh	0.09±0.11h
显著性检验(P值)Significance test (P value)					
施钾水平 K level (K)			<0.001	<0.001	<0.001
氮钾配合 Combination of N and K (NK)			<0.001	<0.001	<0.001
灌水水平 Irrigation level(W)			0.002	0.707	0.074
K×NK			<0.001	0.005	<0.001
K×W			0.014	0.088	0.108
NK×W			0.137	0.352	0.980
K×NK×W			0.695	0.679	0.698

## 2.3 不同水肥处理对百合可溶性糖含量的影响

由表 3 可知,灌水水平、施 K 水平 $\times$ 灌水水平对开花 6 d 百合花花被片中可溶性糖含量的影响不显著,对切花当天和开花 3 d 可溶性糖含量影响极显著( $P<0.01$ )。施 K 水平、NK 配合、施 K 水平 $\times$ NK 配合、NK 配合 $\times$ 灌水水平、施 K 水平 $\times$ NK 配合 $\times$ 灌水水平对切花当天,开花后 3 d 和 6 d 花被片中可溶性糖含量的影响均极显著( $P<0.01$ )。相同 NK 配合和灌水水平下,开花当天高 K 处理百合花花被片中可溶性糖含量最高,中 K 处理次之,低 K 处理最低。与切花当天相比,各处理开花后 3 d 花被片中可溶性糖含量有所增加,开花后 6 d 又迅速降低,开花后 6 d 与开花当天相比,花被片中可溶性糖含量高 K 处理减少最少,为 19.6%,其次为中 K,减

少 49.0%,低 K 处理减少 76.4%。说明高钾处理有助于百合花花被片可溶性糖含量的积累并能够缓可溶性糖降解。相同钾肥条件下,开花当天 NK<sub>2</sub> 处理百合花被片可溶性糖含量最高,其次是 NK<sub>3</sub> 处理,最低是 NK<sub>1</sub> 处理。同样,与开花当天相比,各处理开花后 3 d 花被片中可溶性糖含量有所增加,开花后 6 d 又迅速降低。开花后 6 d 与当天相比,高钾条件下 NK<sub>1</sub>、NK<sub>2</sub>、NK<sub>3</sub> 处理分别减少 31.0%、19.6%、28.0%,而在中低钾条件下 NK<sub>2</sub> 处理可溶性糖含量较低。说明在高中 K 条件下 NK<sub>2</sub> 处理有助于百合花被片中可溶性糖含量的积累并能够缓解可溶性糖含量的降解,而低钾条件下 NK<sub>2</sub> 处理则不利于延缓可溶性糖降解。水分处理对开花期间百合花被片中可溶性糖含量的影响没有明显规律。

表 3 不同水肥处理对切花百合花被片可溶性糖含量的影响

Table 3 Effect of different water and fertilization treatments on petal soluble sugar content of lily cut flowers

%

施钾水平	氮钾配合	灌水水平	开花当天	开花后 3 d	开花后 6 d
K level	Combination of N and K	Irrigation level	Flowering day	3 d after flowering	6 d after flowering
K <sub>3</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	2. 21±0. 13b	2. 61±0. 15c	1. 59±0. 13c
		W <sub>2</sub>	2. 13±0. 06cd	2. 53±0. 09d	1. 54±0. 11cd
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	2. 21±0. 12b	2. 71±0. 17b	1. 72±0. 11b
		W <sub>2</sub>	2. 30±0. 05a	2. 8±0. 06a	1. 85±0. 12 a
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	2. 19±0. 11bc	2. 51±0. 09d	1. 52±0. 09d
		W <sub>2</sub>	2. 16±0. 03bc	2. 43±0. 04ef	1. 49±0. 09d
K <sub>2</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	2. 19±0. 14bc	2. 48±0. 12de	1. 01±0. 15f
		W <sub>2</sub>	2. 09±0. 03de	2. 50±0. 11d	1. 03±0. 14f
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	1. 89±0. 15gh	2. 05±0. 17j	0. 98±0. 14fg
		W <sub>2</sub>	2. 14±0. 07bcd	2. 39±0. 12f	1. 09±0. 04e
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	2. 05±0. 17ef	2. 21±0. 11gh	1. 02±0. 14f
		W <sub>2</sub>	2. 01±0. 08f	2. 26±0. 11g	0. 89±0. 09h
K <sub>1</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	1. 92±0. 11g	1. 94±0. 18k	0. 96±0. 17g
		W <sub>2</sub>	1. 85±0. 09i	1. 96±0. 05k	0. 83±0. 05i
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	1. 99±0. 09f	2. 20±0. 11hi	0. 42±0. 08l
		W <sub>2</sub>	1. 91±0. 11gh	2. 15±0. 13i	0. 45±0. 10k
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	1. 14±0. 12j	1. 59±0. 11o	0. 49±0. 09jk
		W <sub>2</sub>	1. 79±0. 08i	1. 83±0. 08l	0. 52±0. 09j
显著性检验 ( <i>P</i> 值)Significance test ( <i>P</i> value)					
施钾水平 K level (K)			<0. 001	<0. 001	<0. 001
氮钾配合 Combination of N and K (NK)			<0. 001	<0. 001	<0. 001
灌水水平 Irrigation level(W)			<0. 001	<0. 001	0. 686
K×NK			<0. 001	<0. 001	<0. 001
K×W			<0. 001	<0. 001	0. 182
NK×W			<0. 001	<0. 001	<0. 001
K×NK×W			<0. 001	<0. 001	<0. 001

## 2.4 不同水肥处理对百合花花被片丙二醛含量的影响

从表 4 可以看出,NK 配合 $\times$ 灌水水平对开花后 6 d 百合花花被片中丙二醛含量的影响不显著,而对切花当天和开花后 3 d 花被片中丙二醛含量的影响极显著( $P<0.01$ )。施 K 水平、NK 配合、灌水水平、NK 配合 $\times$ 施 K 水平、NK 配合 $\times$ 灌水水平、施 K 水平 $\times$ 灌水水平、施 K 水平 $\times$ NK 配合 $\times$ 灌水水平对切花当天,开花后 3 d 和 6 d 花被片中丙二醛含量的影响极显著( $P<0.01$ )。在相同氮钾配合和水分条件下,百合切花当天高 K 处理花被片中 MDA 含量一般比中低 K 处理低。切花

开花期间,各处理花被片中 MDA 含量随开花天数增加而增加。开花后 6 d 与开花当天相比,花被片中 MDA 含量高 K 处理增加 84.3%,中 K 处理增加 143%,低 K 处理增加 129%,这表明高 K 处理在一定程度上有利于减缓百合花被片中丙二醛的升高。同时也可看出,百合切花刚开花时 NK<sub>3</sub> 处理花被片中 MDA 含量比 NK<sub>2</sub> 和 NK<sub>1</sub> 处理低。切花开花期间,各处理花被片中 MDA 含量也呈上升趋势。开花 6 d 与开花当天相比,高钾条件下 NK<sub>1</sub>、NK<sub>2</sub>、NK<sub>3</sub> 分别增加 65.8%、84.3%、79.4%,虽然 NK<sub>2</sub> 处理丙二醛增加量最多,但是含量最低为 7.30



$\mu\text{mol/g FW}$ ,  $\text{NK}_1$  和  $\text{NK}_3$  分别为  $7.56 \mu\text{mol/g FW}$  和  $7.39 \mu\text{mol/g FW}$ 。该结果表明,  $\text{NK}_2$  处理即后期 1/2 氮与 1/2 钾配施在一定程度上减缓丙二醛的升高。在高 K 和不同氮钾配合条件下, 切花当天轻度干旱处理花被片中 MDA 含量比正常灌水处理高, 与切花当天相比, 开花后 6 d 轻度干旱处理和正常灌水处理的花被片中

MDA 含量分别增加 77.1%、53.2%、51.4% 和 79.4%、84.3%、65.8%。在中低钾条件下, 轻度干旱处理的优势不明显。这表明高 K 条件下, 轻度干旱处理有利于减缓花被片中 MDA 含量的积累。但是在中低钾条件下, 轻度干旱处理则不利于减缓花被片中 MDA 含量的积累。

表 4 不同水肥处理对百合切花花被片中丙二醛含量的影响

Table 4 Effect of different water and fertilization treatments on petal MDA content of lily cut flowers

$\mu\text{mol/g FW}$

施钾水平 K level	氮钾配合 Combination of N and K	灌水水平 Irrigation level	开花当天 Flowering day	开花后 3 d 3 d after flowering	开花后 6 d 6 d after flowering
K <sub>3</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	4.02±0.11gh	6.92±0.09d	7.12±0.08i
		W <sub>2</sub>	4.12±0.06g	5.68±0.05h	7.39±0.01h
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	4.77±0.12c	5.97±0.06fg	7.31±0.14h
		W <sub>2</sub>	3.96±0.05hij	5.92±0.15fg	7.30±0.18h
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	4.98±0.13b	5.96±0.12fg	7.54±0.14g
		W <sub>2</sub>	4.56±0.11c	5.98±0.12f	7.56±0.04g
K <sub>2</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	3.87±0.15j	5.56±0.13i	9.25±0.12d
		W <sub>2</sub>	3.89±0.05ij	5.67±0.06h	9.01±0.14ef
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	4.44±0.21d	5.53±0.12i	8.93±0.14f
		W <sub>2</sub>	3.68±0.04k	5.56±0.08i	8.95±0.07f
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	4.45±0.13d	5.98±0.14f	9.87±0.13b
		W <sub>2</sub>	4.12±0.08g	5.87±0.11g	9.22±0.11d
K <sub>1</sub>	NK <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	4.25±0.14e	7.04±0.12c	10.23±0.21a
		W <sub>2</sub>	4.32±0.12e	6.56±0.20e	9.21±0.09d
	NK <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	3.21±0.14l	6.84±0.15d	10.19±0.16a
		W <sub>2</sub>	3.99±0.11hi	6.01±0.14f	9.12±0.08de
	NK <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	5.64±0.14a	7.56±0.14a	10.32±0.13a
		W <sub>2</sub>	4.76±0.09b	7.21±0.09b	9.67±0.05c
显著性检验( <i>P</i> 值)Significance test ( <i>P</i> value)					
施钾水平 K level (K)			<0.001	<0.001	<0.001
氮钾配合 Combination of N and K (NK)			<0.001	<0.001	<0.001
灌水水平 Irrigation level(W)			<0.001	<0.001	<0.001
K×NK			<0.001	<0.001	<0.001
K×W			<0.001	<0.001	<0.001
NK×W			<0.001	<0.001	0.156
K×NK×W			<0.001	<0.001	<0.001

### 3 讨论与结论

切花生产的栽培管理直接影响到切花生长发育和切花品质, 因此合理水肥管理能保证切花正常发育和较好的品质<sup>[7]</sup>, 适量增加钾肥可以增强花枝耐折性、碳水化合物输送能力和保水性, 延长切花瓶插寿命<sup>[7]</sup>。钾作为多种生化反应中酶的活化因子, 在植物生命活动中具有重要的地位。增施钾肥, 可以促进植株的光合作用及光合产物的运输和积累, 还有利于植株正常呼吸, 减少呼吸消耗<sup>[8-9]</sup>。该研究条件下, 百合切花株高、花径、叶面积、叶片数、瓶插寿命及开花期间百合花被片中淀粉含量、可溶性糖和丙二醛含量, 在施钾量为  $0.3 \text{ g K}_2\text{O/kg}$  土处理中最好, 与前人研究结果一致。

还有研究表明, 在切花生长后期施少量氮肥及适量钾肥有利于提高切花品质<sup>[10]</sup>。该研究发现, 前期施用 1/2 N、中期施用 1/2 K、后期施用 1/2 N+1/2 K 处理百合切花品质均高于前期施用 1/2 N、中期施用 1/2 N+1/2 K、后期施用 1/2 K 和前期施用 1/2 N+1/2 K、中期

施用 1/2 N、后期施用 1/2 K 处理, 与前人研究结果相一致。

以往研究还发现, 切花栽培期间, 尤其是后期保持土壤相对干燥有利于植株细胞分裂素含量的增加及根系发育, 从而延长切花寿命<sup>[11]</sup>。该研究表明, 轻度干旱处理切花形态品质要好于正常灌水处理。

糖类物质是切花采收后生命活动消耗的主要物质, 开花前期可溶性糖含量增加是淀粉降解的原因, 因此糖类物质含量高低直接影响切花寿命<sup>[12-15]</sup>。唐菖蒲切花含糖量高低与切花观赏品质和开花寿命呈正相关, 开花当天含糖量越高其观赏性也越高, 随开花天数增加含糖量高的切花其观赏性也越高<sup>[12-14]</sup>。苏军等<sup>[15]</sup>研究表明, 用外源糖处理的切花菊花, 减少了自身糖分的消耗并提高了切花观赏品质。该研究条件下, 百合切花花被片中淀粉和可溶性含量呈现下降的趋势, 而在高钾、NK 配合、干旱处理百合切花花被片中淀粉和可溶性糖含量降低最少, 而且一直保持在较高水平。

丙二醛为膜脂过氧化的产物,其含量多少可以反应膜脂受损害的程度,丙二醛积累会增加过氧化物酶活性,对细胞产生毒害<sup>[16-17]</sup>,因此丙二醛含量与切花品质密切相关。该研究条件下,高钾、NK<sub>2</sub>、干旱处理下丙二醛积累最少。

综上所述,施用 0.3 g K<sub>2</sub>O/kg 土、前期施用 1/2 N、中期施用 1/2 K、后期施用 1/2 N+1/2 K 和干旱处理能够缓解切花百合花被片中淀粉、可溶性糖下降及丙二醛积累,从而可以提高切花百合观赏品质及寿命。

#### 参考文献

- [1] 樊金萍,车代弟.百合切花生产现状及市场前景[J].北方园艺,2003(3):48-49.
- [2] 朱娇,潘远智,赵莉,等.不同氮、磷、钾、钙水平对香水百合切花品质效应的研究[J].中国土壤与肥料,2012(3):48-54.
- [3] 何春梅,何盈,罗涛,等.施肥方法对百合生长影响的研究[J].北方园艺,2006(4):120-122.
- [4] 楼枝春,郑顺生,周舜雄,等.百合及其切花生产技术[J].中国林副特产,2002(4):38-40.
- [5] 舒畅成,程莹.施用钾肥对百合产量及经济效益的影响[J].中国土壤与肥料,2006(6):46-47.
- [6] 施满容.防止切花早衰的技术措施[J].安徽农业,2003(4):18.

- [7] 彭春秀.影响切花品质的生理生化因素及其采前生长条件研究[J].江苏林业科技,2003,4(2):45-55.
- [8] Narendra S, Grewal K S, Singh Y P. Yield and quality of wheat as influenced by potassium and iron application[J]. Annals of Agricultural Biology Research, 1992, 8(3): 231-238.
- [9] Bar Tal A. The effects of nitrogen form on interactions with potassium[J]. Optimizing Crop Nutrition, 2011(29): 1-11.
- [10] 窦淑娟.花卉保鲜技术[J].农村新技术,2010(4):71-72.
- [11] 陈莉,孙兆法,李梅,等.切花品质评价标准及采前生长条件对切花的影响[J].北方园艺,2000(1):40-42.
- [12] 姜微波,孙自然.蔗糖溶液对唐菖蒲切花保鲜的影响[J].北京农业大学学报,1988,14(4):435.
- [13] 姜微波,孙自然,于梁,等.采收时花序的发育程度对唐菖蒲切花的影响[J].植物生理学通讯,1988(5):18-21.
- [14] 姜微波,孙自然,于梁,等.低温贮藏结合蔗糖处理对唐菖蒲切花的影响[J].园艺学报,1989,16(1):63-67.
- [15] 苏军,孙自然,于梁,等.预处理对切花菊贮藏中含糖量及过氧化物酶活性的影响[J].园艺学报,1991,18(1):94-96.
- [16] 周琼,李伏生,黄文君,等.分根区交替灌溉对百合切花生理变化和品质的影响[J].北方园艺,2007(3):33-38.
- [17] Halliwell B. Chloroplast metabolism, the structure and function of chloroplasts in green leaves cell. Oxford[M]. Charendon Press, 1981:186.

## Effects of Different Fertilization and Water Treatments on Quality of Cut Asian Yellow Lily

WEI Gui-yu, ZHOU Qiong, LI Fu-sheng

(College of Agronomy, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005)

**Abstract:** In order to find out irrigation and fertilization management for producing cut lily with high quality, the effects of different fertilization and water treatments on morphology quality of cut Asian yellow lily (*Lilium* sp. cv. Mirella), and contents of starch, soluble sugar and MDA contents during the period of cut-flower in vase were investigated using pot experiment in the greenhouse. There were three applied K levels, i. e. low K (0.1 g K<sub>2</sub>O/kg soil), middle K (0.2 g K<sub>2</sub>O/kg soil) and high K (0.3 g K<sub>2</sub>O/kg soil); three combinations of applied N and K at different growth stages, i. e. applied 1/2N and 1/2K at the early stage, 1/2N at the middle stage and 1/2K at the later stage; applied 1/2N at the early stage, 1/2K at the middle stage, 1/2N and 1/2K at the later stage; applied 1/2N at the early stage, 1/2N and 1/2K at the middle stage, 1/2K at the later stage. Two irrigation levels included slight drought (50%~60% of field capacity after bud appearing period) and normal irrigation level (70%~80% of field capacity after bud appearing period). The results showed that the treatment with high K, applied 1/2N at the early stage, 1/2K at the middle stage, 1/2N and 1/2K at the later stage and drought treatment (50%~60% of field capacity after bud appearing period) had the best effect on quality of cut lily, and this treatment increased plant height, stem diameter, flower diameter, leaf area, leaf number, lifespan of cut lily, maintained higher contents of petal starch and soluble sugar contents and delayed the accumulation of petal MDA during the period of cut flower in vase.

**Key words:** K fertilizer; combination of N and K; irrigation level; cut lily