

# 鲜切菊花品种 ‘Cedis’ 多头小菊和 ‘Country’ 多头菊养分需求特性研究

李 淼, 赵 平, 姜 蓉, 汤 利\*

(云南农业大学资源与环境学院, 昆明 650201)

**摘 要:** 以设施栽培鲜切菊花主栽品种荷兰多头小菊 ‘Cedis’ 和多头菊 ‘Country’ 为研究对象, 比较其鲜切菊花产量、观赏性状和对氮磷钾养分吸收、累积特性, 以期为设施鲜切菊花优质生产和科学施肥提供依据。结果表明: 两品种的产量无显著差异, 多头小菊 ‘Cedis’ 的采收率和高等级鲜切花比例显著高于多头菊 ‘Country’, 而鲜样质量和株高则以多头菊 ‘Country’ 较高。多头小菊 ‘Cedis’ 的氮和钾需求量显著高于多头菊 ‘Country’, 分别高 10.80% 和 35.03%, 而磷需求量两者无显著差异。多头小菊 ‘Cedis’ 的养分吸收量为  $K > N > P$ , 而多头菊 ‘Country’ 为  $N > K > P$ 。移栽 30 ~ 45 d 时 (茎生长期—花芽分化期), 鲜切荷兰菊氮、磷、钾阶段累积量最大。

**关键词:** 菊花; 鲜切; 不同类型; 养分; 吸收; 累积

**中图分类号:** S 682.1<sup>+1</sup>

**文献标志码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2018) 03-0591-08

## Characterization of Nutrient Uptake and Accumulation of Two Types of Cut-chrysanthemum ‘Cedis’ and ‘Country’

LI Miao, ZHAO Ping, JIANG Rong, and TANG Li\*

(College of Resources and Environmental Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

**Abstract:** In order to provide theoretical basis for high quality and scientific fertilization of chrysanthemum, we carried out a field experiment to compare the yield, ornamental characters and nutrient uptake and accumulation characteristics between ‘Cedis’ and ‘Country’ which are two leading varieties of chrysanthemum in the Netherlands. The results showed that the yield was not significantly different between ‘Cedis’ and ‘Country’. The harvest rate of ‘Cedis’ reaching the high level of cut-flower quality was significantly higher than that of ‘Country’. However, ‘Country’ was higher in the fresh weight and stem length relatively. The accumulation amount of nitrogen and potassium in ‘Cedis’ was evidently higher than that of ‘Country’ with increase of 10.80% and 35.03%, respectively, while that of phosphorus was not different between two chrysanthemum apparently. The total amount of ‘Cedis’ nutrients was K, N, P in decreasing order, and that of ‘Country’ nutrients was P, K, N in increasing order. The requirement of chrysanthemum on nutrients increased to the highest level when chrysanthemum was transplanted after 30 – 45 d (the stem growth stage – the flower bud differentiation stage).

收稿日期: 2017 – 10 – 30; 修回日期: 2018 – 03 – 05

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2017YFD0200207)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: ltang@ynau.edu.cn)

**Keywords:** chrysanthemum; cut flower; different types; nutrient; uptake; accumulation

菊花在云南地区种植广泛,主要有单头菊、多头小菊和多头菊。氮、磷、钾营养对作物生长发育起着至关重要的作用,根据其养分需求特性施肥,可以很大程度提高产量和改善品质(张朝轩等, 2008; 司东霞等, 2009)。已有大量针对单头菊的栽培、保鲜等技术的研究(Davies, 2004; 王翠丽等, 2014)。姜贝贝等(2008)和梁定裁等(2011)的研究表明,在水培条件下单头菊品种‘神马’最佳氮磷钾摩尔浓度配比,营养生长期为 14.3:2.0:8.0,生殖生长期为 7.1:4.0:12.0;钾肥用量为 20 和 25 g·m<sup>-2</sup>时观赏性状均能达到一级花出口标准。欧阳琳等(2015)的研究表明,施用氨基酸可以促进‘优香’切花菊采前干物质积累,前期促进对氮的吸收,后期促进对磷和钾的吸收。以往对多头菊的研究多集中在栽培技术上(王青等, 2012),对多头小菊的研究尚少。

不同类型作物养分需求特性显著不同(房增国和赵秀芬, 2015; 徐子先等, 2017)。而目前针对设施花卉不同类型养分需求特性的研究尚少。本研究选取荷兰鲜切菊主栽品种中多头菊‘Country’和多头小菊‘Cedis’,通过对其观赏性状和产量比较,以及不同生育期植株氮磷钾养分含量和累积量差异,研究两种类型鲜切菊的养分需求特性,以期为设施条件下荷兰鲜切菊科学施肥以及建立高产高效优质的施肥体系提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验于 2015 年 10 月至 2016 年 1 月在云南富民县丰岛花卉基地进行。试材为生产中最具代表性的荷兰鲜切菊主栽品种多头小菊‘Cedis’和多头菊‘Country’。供试土壤为连续 8 年种植设施菊花的红壤土,基本农化性状:有机质 70.8 g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮 278.2 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷 131.1 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 177.1 mg·kg<sup>-1</sup>,pH 6.3。

### 1.2 试验设计

田间试验小区面积为 20 m<sup>2</sup>,基质育苗,种植密度为 75 株·m<sup>-2</sup>,随机区组排列。供试复合肥的养分比列为:N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:15:15。常规施肥方式,采用基肥施用复合肥 750 kg·hm<sup>-2</sup>,移栽 45 d 追施 1 次复合肥 450 kg·hm<sup>-2</sup>。植株于 2015 年 10 月 20 日移栽,2016 年 01 月 20 日收获切花。试验中所涉及的用苗规格,栽培方式,补光和遮光时间,均采用基地常规菊花管理。每个品种重复 3 次。

### 1.3 取样与分析

每个小区采样 30 株,于‘Cedis’和‘Country’移栽后 15 d(根生长期)、30 d(茎生长期)、45 d(花芽分化期)、60 d(现蕾期)和 80 d(收获期)进行多点“S”型采样。测量株高、叶片数、花苞数、鲜样质量、花径和茎粗。测定小区收获株数。

鲜切菊参考商业分级标准(姜蓉等, 2016),其中规定单株质量、株高、露色花苞数量分别为 60 g 以上、75~78 cm、7 个以上为 2L 级;50~59 g、75~78 cm、6 个以上为 L 级;40~49 g、75~78 cm、5 个以上为 M 级,30~39 g、70 cm、4 个以上为 S 级。

植株在 105 ℃杀青 30 min,70 ℃恒温烘干,粉碎,充分混合后备用。样品用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消煮

后, 凯氏定氮测定全氮; 钒钼黄比色法测定全磷; 火焰光度计法测定全钾 (鲍士旦, 2005)。  
有关参数计算如下: 养分阶段累积强度 = (所求时期养分累积量 - 前一时期养分累积量) / 间隔  
采样天数; 累积百分率 (%) = 所求时期养分累积量 / 整个生育期养分累积量 × 100。  
试验数据用 Excel 2016 处理, 统计分析采用 SPSS19.0 软件进行 *t*-test 分析。

2 结果与分析

2.1 不同类型荷兰鲜切菊产量和质量等级

从表 1 可知: 两品种的产量无显著差异。多头小菊 ‘Cedis’ M 级的比例与 ‘Country’ 差异不  
显著。多头菊 ‘Country’ 的采收率、2L 级和 L 级的比例显著低于多头小菊 ‘Cedis’, 而 S 级的比  
例多头菊 ‘Country’ 是多头小菊 ‘Cedis’ 的 1.4 倍, 差异显著。

表 1 鲜切菊花 ‘Cedis’ 多头小菊和 ‘Country’ 多头菊的产量、等级分类比较  
Table 1 Yield and grade classification of cut-chrysanthemum ‘Cedis’ and ‘Country’

品种 Cultivar	产量/(株·m <sup>2</sup> ) Yield	等级比例/% Grade classification				采收率/% Harvest rate
		2L	L	M	S	
Cedis	68.98 ± 0.65 a	8.48 ± 0.73 a	18.13 ± 1.11 a	34.18 ± 0.73 a	31.17 ± 0.35 b	92.94 ± 0.87 a
Country	61.75 ± 0.46 a	0.67 ± 0.41 b	4.39 ± 1.05 b	32.60 ± 1.35 a	44.67 ± 2.39 a	82.33 ± 0.61 b

注: 同列数据后不同小写字母表示品种间差异达 5%显著水平 (*t*-test 法)。  
Note: Values followed by different lowercases in the same column are significantly different between varieties at the 5% level (*t*-test).

2.2 不同类型荷兰鲜切菊观赏性状

从表 2 可知, 两种类型荷兰菊的叶片数、茎粗和花苞数差异不显著。多头小菊 ‘Cedis’ 的鲜样  
质量和株高显著低于多头菊 ‘Country’, 花径是多头菊 ‘Country’ 的 1.36 倍, 这与两个品种的花形  
有关。表 1 和表 2 也同时说明, 荷兰鲜切菊的类型影响其产量、等级分类比例、采收率和观赏性状。

表 2 鲜切菊花 ‘Cedis’ 多头小菊和 ‘Country’ 多头菊的观赏性状比较  
Table 2 Index of ornamental characters of cut-chrysanthemum ‘Cedis’ and ‘Country’

品种 Cultivar	鲜样质量/g Fresh weight	叶片数 Leaf number	株高/cm Stem length	茎粗/cm Stem diameter	花径/cm Flower diameter	花苞数 Bud number
Cedis	43.14 ± 1.14 b	32.33 ± 1.53 a	79.67 ± 0.58 b	0.54 ± 0.03 a	2.62 ± 0.08 a	11.00 ± 1.73 a
Country	54.68 ± 0.75 a	30.00 ± 1.73 a	89.33 ± 2.52 a	0.50 ± 0.03 a	1.93 ± 0.71 b	10.67 ± 0.58 a

注: 同列数据后不同小写字母表示品种间差异达 5%显著水平 (*t*-test 法)。  
Note: Values followed by different lowercases in the same column are significantly different between varieties at the 5% level (*t*-test).

2.3 荷兰多头菊和多头小菊地上部养分含量动态变化

由图 1, A 可知: 多头小菊 ‘Cedis’ 的地上部氮含量在移栽后 30 d 和 80 d 时显著高于多头菊  
‘Country’, 其他生育期差异不显著。  
由图 1, B 可知: 多头小菊 ‘Cedis’ 磷含量峰值出现在移栽后 30 d, 而多头菊 ‘Country’ 出现  
在 45 d。多头小菊 ‘Cedis’ 地上部磷含量在移栽 15 d 相较于多头菊 ‘Country’ 低 96.30%, 而到移

栽 30 d 时急剧增加，比多头菊 ‘Country’ 高 88.0%；移栽后 45 ~ 80 d 两品种差异不显著。

由图 1，C 可知：多头小菊 ‘Cedis’ 地上部钾含量在移栽 30 d 显著低于多头菊 ‘Country’，但 45 d 之后显著高于多头菊 ‘Country’（后者急剧回落）。荷兰鲜切菊类型不同，其养分含量动态变化趋势差异较小，但具体养分含量差异显著。

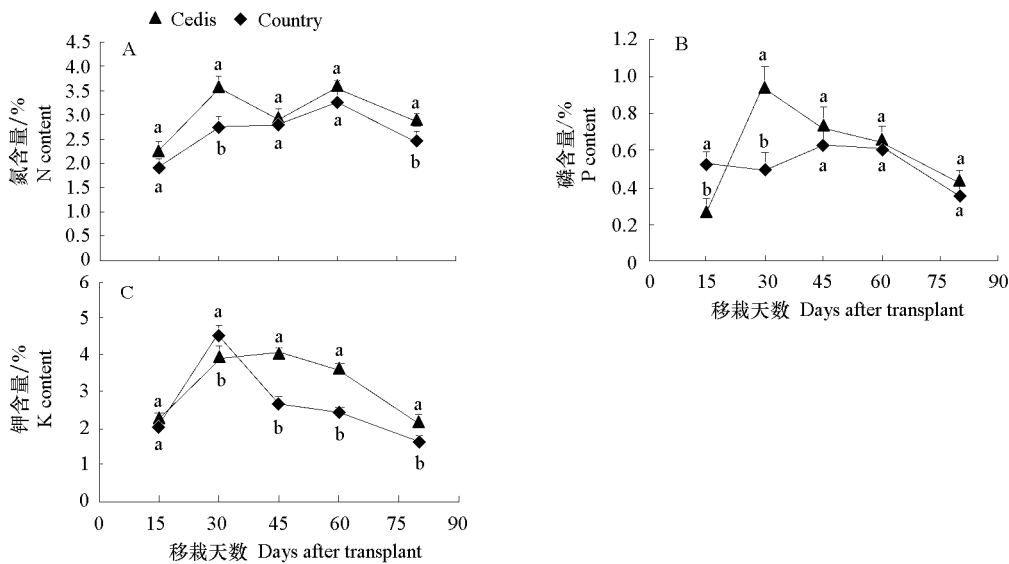


图 1 鲜切菊花 ‘Cedis’ 多头小菊和 ‘Country’ 多头菊地上部氮 (A)、磷 (B)、钾 (C) 含量动态变化  
Fig. 1 Dynamical changes of N (A), P (B), K (C) content in shoot of cut-chrysanthemum ‘Cedis’ and ‘Country’

2.4 多头小菊和多头菊养分累积动态变化

2.4.1 氮累积特征

从表 3 可知，在移栽 45 d 和 80 d 时，多头小菊 ‘Cedis’ 氮累积量相较于多头菊 ‘Country’ 分别显著提高 2.84%和 10.80%。

表 3 鲜切菊花 ‘Cedis’ 多头小菊和 ‘Country’ 多头菊地上部氮累积吸收特征  
Table 3 Characteristics of N accumulation in shoot of cut-chrysanthemum ‘Cedis’ and ‘Country’

移栽天数 Days after transplant	品种 Cultivar	累积量/ (g · m <sup>-2</sup> ) Accumulation	阶段累积强度/ (mg · m <sup>-2</sup> · d <sup>-1</sup> ) Accumulation intensity	累积百分率/% Accumulated percentage
15	Cedis	0.37 ± 0.03 a	—	—
	Country	0.40 ± 0.01 a	—	—
30	Cedis	1.79 ± 0.06 a	0.09	11.54
	Country	1.76 ± 0.09 a	0.09	12.24
45	Cedis	5.79 ± 0.01 a	0.27	32.49
	Country	5.63 ± 0.08 b	0.26	34.83
60	Cedis	8.21 ± 0.03 a	0.16	19.66
	Country	7.69 ± 0.02 a	0.14	18.54
80	Cedis	12.31 ± 0.09 a	0.21	33.31
	Country	11.11 ± 0.13 b	0.17	30.78

注：同列数据后不同小写字母表示品种间差异达 5%显著水平 (t-test 法)。  
Note: Values followed by different lowercases in the same column are significantly different between varieties at the 5% level (t-test).

从移栽到移栽后 15 d（根生长期），由于菊花苗小，根吸收能力弱，多头小菊 ‘Cedis’ 和多头菊 ‘Country’ 的氮累积量、阶段累积强度和累积百分率都是整个生育期最小的。两种类型鲜切菊的阶段氮累积量的峰值都出现在移栽 45 d（花芽分化期），分别占整个生育期累积量的 32.49%和 34.83%。氮累积量的第 2 高峰出现移栽 80 d（收获期）。

2.4.2 磷累积特征

从表 4 可知，在移栽 15 d 和 60 d 时，‘Cedis’ 地上部磷累积量显著低于 ‘Country’；30 d 时显著高于 ‘Country’，磷累积百分率为多头菊 ‘Country’ 的 1.96 倍。

多头小菊 ‘Cedis’ 和多头菊 ‘Country’ 的阶段累积量峰值都出现在移栽 45 d（花芽分化期）时，分别占到整个生育期累积量的 47.29%和 47.85%。磷累积量的第 2 高峰出现在移栽 80 d（收获期）。

表 4 鲜切菊花 ‘Cedis’ 多头小菊和 ‘Country’ 多头菊地上部磷累积吸收特征  
Table 4 Characteristics of P accumulation in shoot of cut-chrysanthemum ‘Cedis’ and ‘Country’

移栽天数 Days after transplant	品种 Cultivar	累积量/ ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) Accumulation	阶段累积强度/ ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ) Accumulation intensity	累积百分率/% Accumulated percentage
15	Cedis	$0.04 \pm 0.00 \text{ b}$	—	—
	Country	$0.09 \pm 0.00 \text{ a}$	—	—
30	Cedis	$0.46 \pm 0.01 \text{ a}$	0.03	20.69
	Country	$0.31 \pm 0.01 \text{ b}$	0.01	10.53
45	Cedis	$1.42 \pm 0.02 \text{ a}$	0.06	47.29
	Country	$1.31 \pm 0.04 \text{ a}$	0.07	47.85
60	Cedis	$1.50 \pm 0.06 \text{ b}$	0.01	3.94
	Country	$1.66 \pm 0.01 \text{ a}$	0.02	16.75
80	Cedis	$2.03 \pm 0.11 \text{ a}$	0.03	26.11
	Country	$2.09 \pm 0.09 \text{ a}$	0.02	20.57

注：同列数据后不同小写字母表示品种间差异达 5%显著水平（*t*-test 法）。  
Note: Values followed by different lowercases in the same column are significantly different between varieties at the 5% level（*t*-test）.

2.4.3 钾累积特征

从表 5 可知，30 d 时多头小菊 ‘Cedis’ 钾累积量显著低于多头菊 ‘Country’，而移栽 45、60 和 80 d 时显著高于多头菊 ‘Country’，分别高了 41.32%、38.75%和 35.07%。

表 5 鲜切菊花 ‘Cedis’ 多头小菊和 ‘Country’ 多头菊地上部钾累积吸收特征  
Table 5 Characteristics of K accumulation in shoot of cut-chrysanthemum ‘Cedis’ and ‘Country’

移栽天数 Days after transplant	品种 Cultivar	累积量/ ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) Accumulation	阶段累积强度/ ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ) Accumulation intensity	累积百分率/% Accumulated percentage
15	Cedis	$0.35 \pm 0.01 \text{ a}$	—	—
	Country	$0.39 \pm 0.01 \text{ a}$	—	—
30	Cedis	$1.97 \pm 0.06 \text{ b}$	0.11	14.92
	Country	$2.97 \pm 0.02 \text{ a}$	0.17	32.09
45	Cedis	$7.90 \pm 0.02 \text{ a}$	0.40	54.60
	Country	$5.59 \pm 0.03 \text{ b}$	0.17	32.59
60	Cedis	$9.99 \pm 0.15 \text{ a}$	0.14	19.24
	Country	$7.20 \pm 0.01 \text{ b}$	0.11	20.02
80	Cedis	$10.86 \pm 0.19 \text{ a}$	0.04	8.01
	Country	$8.04 \pm 0.21 \text{ b}$	0.04	10.45

注：同列数据后不同小写字母表示品种间差异达 5%显著水平（*t*-test 法）。  
Note: Values followed by different lowercases in the same column are significantly different between varieties at the 5% level（*t*-test）.

多头小菊 ‘Cedis’ 和多头菊 ‘Country’ 钾阶段累积量峰值都出现在移栽 45 d（花芽分化期），分别占整个生育期累积量的 54.60%、32.59%。可见，荷兰鲜切菊花的类型不同，其生育后期的钾累积量有显著差异。

2.5 不同类型荷兰鲜切菊养分需求量

从表 6 可知，不同类型鲜切菊，单位面积所吸收需养分量及比例相差较大。多头小菊 ‘Cedis’ 所需的氮和钾显著高于多头菊 ‘Country’；而磷需求量无显著差异。多头小菊 ‘Cedis’ 和多头菊 ‘Country’ 的养分吸收量分别为： $K_2O > N > P_2O_5$ ， $N > K_2O > P_2O_5$ 。

表 6 鲜切菊花 ‘Cedis’ 多头小菊和 ‘Country’ 多头菊单位面积养分需求量  
Table 6 The content of N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  for forming per unit area of cut-chrysanthemum ‘Cedis’ and ‘Country’

品种 Cultivar	养分量/ ( $g \cdot m^{-2}$ ) Nutrient content			N : $P_2O_5$ : $K_2O$				
	N	$P_2O_5$	$K_2O$	15 d	30 d	45 d	60 d	80 d
Cedis	12.31 a	4.65 a	13.03 a	1 : 0.11 : 0.95	1 : 0.26 : 1.10	1 : 0.25 : 1.36	1 : 0.18 : 1.22	1 : 0.16 : 0.88
Country	11.11 b	4.79 a	9.65 b	1 : 0.23 : 0.98	1 : 0.18 : 1.69	1 : 0.23 : 0.99	1 : 0.22 : 0.94	1 : 0.19 : 0.72

注：同列数据后不同小写字母表示品种间差异达 5%显著水平（*t*-test 法）。  
Note: Values followed by different lowercases in the same column are significantly different between varieties at the 5% level (*t*-test).

3 讨论

不同类型作物，其生长发育状况存在显著差异（杨延杰 等，2006；高伟 等，2008；房增国和赵秀芬，2015）。本研究表明，在同等田间试验条件下，多头小菊花径、采收率和高等级菊花比例显著高于多头菊，株高和鲜质量显著低于多头菊，这与菊花花形有关。

氮、磷、钾养分对鲜切菊有着至关重要的作用（Babrasso et al., 2000；Choi et al., 2001；Shima et al., 2003；王少平和陈碧华，2013）。多头小菊和多头菊养分吸收量显著不同，养分吸收量、累积强度和累积百分率都存在显著差异。荷兰鲜切菊在根生长期氮、磷、钾累积量相对较小，这与此时植株幼苗弱小，根系吸收能力较低有关（刘迪，2014）。茎生长期—花芽分化期的地上部氮、磷、钾需求量达到整个生育期峰值，平均占总累积量的 33.67%、47.57%、43.60%，此时主要为生殖生长。氮、磷累积量的第 2 高峰出现在现蕾期—收获期。本研究中还发现，单位面积的养分需求量以多头小菊较高，同时不同生育期氮、磷、钾的吸收比例不同，这与夏文通等（2014）在郁金香上的研究一致。多头小菊 ‘Cedis’ 和多头菊 ‘Country’ 的养分吸收量分别为： $K_2O > N > P_2O_5$  和  $N > K_2O > P_2O_5$ ，两种不同类型荷兰鲜切菊吸收养分差异较大，本研究中对多头菊的研究结果与前人的研究结论（姜蓉 等，2012）一致。多头小菊 ‘Cedis’ 的氮、钾需求量相较于多头菊 ‘Country’ 分别显著增加了 10.80%、35.03%；而磷需求量差异不显著。姜蓉（2013）的研究表明，单头菊 ‘优香’ 对 N、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$  需求量为 18.78、2.94、32.0  $g \cdot m^{-2}$ ，与本研究荷兰多头（小）菊鲜切菊花相比较，其磷、钾需求量显著相对较高，而磷需求量反之，可能是因为切花的类型和种植的时间不同。本试验条件下，以多头小菊 ‘Cedis’ 的养分需求量较高。荷兰鲜切菊施肥应尤其关注茎生长期—花芽分化期的养分供应。试验中所得到的养分参数对生产实践具有重要的参考意义。

References

Babrasso J, Kampf A, Martine H E P, Koller O C, Bohnen H. 2000. Chrysanthemum cultivation in expanded clay (I): effects of the nitrogen-

- phosphorous ratio in the nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, 23 (9): 1327 - 1336.
- Bao Shi-dan. 2005. *Soil Agricultural Chemistry Analysis*: 3rd ed. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 鲍士旦. 2005. 土壤农化分析. 3 版. 北京: 中国农业出版社.
- Choi J M, Shim C Y, Chung H J. 2001. Effect of liming fertilization on changes of nutrient concentration in rice-hull based media, crop growth and nutrient uptake of chrysanthemum. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, 42 (5): 553 - 556.
- Davies F T. 2004. Fertility affects susceptibility of *Chrysanthemum* to cotton aphid: influence on plant growth, photosynthesis, ethylene evolution, and herbivore abundance. *J Amer Soc Hort Sci*, 129 (3): 344 - 353.
- Fang Zeng-guo, Zhao Xiu-fen. 2015. Nutrient absorption and distribution characteristics of different peanut varieties in Jiaodong peninsula. *Journal of Plant Nutrition and Fertilize*, (3): 241 - 250. (in Chinese)
- 房增国, 赵秀芬. 2015. 胶东地区不同花生品种的养分吸收分配特性. *植物营养与肥料学报*, (3): 241 - 250.
- Gao Wei, Jin Ji-yun, He Ping, Li Shu-tian. 2008. Dynamics of maize nutrient uptake and accumulation in different regions of northern China. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 14 (4): 623 - 629. (in Chinese)
- 高 伟, 金继运, 何 萍, 李书田. 2008. 我国北方不同地区玉米养分吸收及累积动态研究. *植物营养与肥料学报*, 14 (4): 623 - 629.
- Jiang Bei-bei, Fang Wei-min, Chen Fa-di, Gu Jun-jie. 2008. Effect of N, P and K ratio on the growth and development of cut chrysanthemum ‘Jinba’. *Journal of Zhejiang Forestry College*, (6): 692 - 697. (in Chinese)
- 姜贝贝, 房伟民, 陈发棣, 顾俊杰. 2008. 氮磷钾配比对切花菊 ‘神马’ 生长发育的影响. *浙江林学院学报*, (6): 692 - 697.
- Jiang Rong. 2013. Effects of organic and inorganic fertilizer combined application on growth and nutrients utilization of greenhouse chrysanthemum [M. D. Dissertation]. Kunming: Yunnan Agricultural University. (in Chinese)
- 姜 蓉. 2013. 有机无机配施对设施菊花生长及养分吸收利用的影响[硕士论文]. 昆明: 云南农业大学.
- Jiang Rong, Xu Zhi, Tang Li, Hong Yang. 2016. Effect of bio-organic fertilizers on nutrient uptake, transformation and quality of greenhouse chrysanthemum under chemical fertilizers reduction. *Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science)*, (5): 910 - 916. (in Chinese)
- 姜 蓉, 徐 智, 汤 利, 洪 杨. 2016. 化肥减量配施生物有机肥对设施菊花养分吸收转运及产量的影响. *云南农业大学学报 (自然科学)*, (5): 910 - 916.
- Jiang Rong, Xu Zhi, Tang Li, Zhang Li-fang, Li Jian-qing, Guo Qing. 2012. Uptake and accumulation of dutch spray chrysanthemum under greenhouse cultivation condition. *Soil Science of China. Proceedings of the Symposium on Soil and Fertilizer*. Chengdu: University of Electronic and Technology of China Press: 571 - 577. (in Chinese)
- 姜 蓉, 徐 智, 汤 利, 张李芳, 李建庆, 郭 晴. 2012. 设施菊花荷兰多头菊氮磷钾养分吸收累积特征研究//中国土壤学会. 面向未来的土壤科学(上册)——中国土壤学会第十二次全国会员代表大会暨第九届海峡两岸土壤肥科学术交流研讨会论文集. 成都: 中国电子科技大学出版社: 571 - 577.
- Liang Ding-zai, Zeng Qing-dong, Qin You-ping. 2011. Effect of potassium application at various rates on quality of *Chrysanthemum morifolium* cv. Jinba. *Tropical Forestry*, (3): 43 - 45. (in Chinese)
- 梁定裁, 曾庆东, 覃有平. 2011. 不同钾肥用量对神马白菊质量的影响. *热带林业*, (3): 43 - 45.
- Lin Yu-hong, Luo Jun-jie. 2011. Effect of nitrogen on yield, nutrient accumulation and quality of Lanzhou lily. *Acta Prataculturae Sinica*, (5): 223 - 230. (in Chinese)
- 林玉红, 罗俊杰. 2011. 氮素对兰州百合产量、养分累积和品质的影响. *草业学报*, (5): 223 - 230.
- Liu Di. 2014. Studies on Nitrogen, phosphorus and potassium nutrition of three standard chrysanthemum varieties [M. D. Dissertation]. *Ornamental Plants and Horticulture*. (in Chinese)
- 刘 迪. 2014. 三个独本菊品种的氮、磷、钾营养研究[硕士论文]. 北京: 北京林业大学.
- Ouyang Lin, Li Chun-jie, Xia Lu-qing, Liu Feng, Zhang Li-li, MUHAMMAD Imtiaz, Hong Bo, Gao Jun-ping. 2015. Aminoacid fertilizer improved the nutrient uptake and the quality of cut *Chrysanthemum morifolium* ‘Yuka’. *Journal of China Agricultural University*, (3): 90 - 99. (in Chinese)

- 欧阳琳, 李春杰, 夏鲁卿, 刘 枫, 张黎黎, MUHAMMAD Imtiaz, 洪 波, 高俊平. 2015. 氨基酸肥料施用促进切花菊 '优香' 养分吸收及品质优化. *中国农业大学学报*, (3): 90 - 99.
- Shima K, Goto T, Kageyama T. 2003. The effects of fertilization application methods on cut flower quality and nutrient uptake by spray chrysanthemum in bench culture. *Horticulture Research*, 3 (1): 23 - 26.
- Si Dong-xia, Hu Shu-wen, Chen Qing, Yang Jun-gang, Chen Xin-ping, Zhang Fu-suo. 2009. Effects of seedling growth and nutrient uptake of cucumber with different rates of controlled release fertilizer. *Acta Horticulturae Sinica*, 36 (1): 53 - 58. (in Chinese)
- 司东霞, 胡树文, 陈 清, 杨俊刚, 陈新平, 张福锁. 2009. 控释肥料不同用量对黄瓜幼苗生长及养分吸收的影响. *园艺学报*, 36 (1): 53 - 58.
- Wang Cui-li, Cui Yang, Ma Hai-yan, Zhang Ling. 2014. Research on preservation physiology of blooming promoter Jinba for cut chrysanthemum. *Acta Agriculturae Jiangxi*, (1): 21 - 24. (in Chinese)
- 王翠丽, 崔 洋, 马海燕, 张 凌. 2014. 神马切花菊催花液的保鲜生理研究. *江西农业学报*, (1): 21 - 24.
- Wang Qing, Dai Si-lan, He Jing, Ji Yu-shan, Wang Shuo. 2012. Application of grey correlation analysis and AHP method in selection of potted chrysanthemum. *Scientia Agricultura Sinica*, 17: 3653 - 3660. (in Chinese)
- 王 青, 戴思兰, 何 晶, 季玉山, 王 朔. 2012. 灰色关联法和层次分析法在盆栽多头小菊株系选择中的应用. *中国农业科学*, 17: 3653 - 3660.
- Wang Shao-ping, Chen Bi-hua. 2013. Preliminary study on distribution rule of 9 kind of nutrient elements in cut chrysanthemum 'Sijibai'. *Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory*, 30 (1): 203 - 206. (in Chinese)
- 王少平, 陈碧华. 2013. 切花菊 '四季白' 9 种营养元素的分布规律初探. *光谱实验室*, 30 (1): 203 - 206.
- Xia Wen-tong, Liu Yan, Liu Hai-peng. 2014. Absorption and distribution of nitrogen phosphorus and potassium in tulip. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, (3): 643 - 648. (in Chinese)
- 夏文通, 刘 燕, 刘海鹏. 2014. 郁金香养分吸收及分配规律. *浙江农业学报*, (3): 643 - 648.
- Xu Zi-xian, Qin Lu, Li Yin-shui, Han Pei-pei, Liao Xiang-sheng, Hu Xiao-jia, Xie Li-hua, Yu Chang-bing, Zhang Xiu-rong, Liao Xing. 2017. Effect of different nitrogen form and ratio on growth and nutrient uptake of different sesame cultivars. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, (2): 204 - 212. (in Chinese)
- 徐子先, 秦 璐, 李银水, 韩配配, 廖祥生, 胡小加, 谢立华, 余常兵, 张秀荣, 廖 星. 2017. 铵硝配比对不同芝麻品种苗期生长及养分吸收的影响. *中国油料作物学报*, (2): 204 - 212.
- Yang Yan-jie, Li Tian-lai, Lin Duo, Fan Wen-li, Han Ling. 2006. Effect of low light on dry matter and macro nutrient accumulation in different type tomato. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, (3): 121 - 124. (in Chinese)
- 杨延杰, 李天来, 林 多, 范文丽, 韩 凌. 2006. 弱光对不同番茄干物质积累及矿质营养分配的影响. *华北农学报*, (3): 121 - 124.
- Zhang Chao-xuan, Xie Zhu-jie, Chen Shu-tang, Wu Zhen. 2008. Effect of nitroge, phosphoru, potassium and boron on nutrient absorption, distribution, yield and quality of broccoli. *Acta Horticulturae Sinica*, 35 (4): 591 - 594. (in Chinese)
- 张朝轩, 谢祝捷, 陈澍棠, 吴 震. 2008. 氮磷钾硼肥配施对青花菜养分吸收分配及产量和品质的影响. *园艺学报*, 35 (4): 591 - 594.