

Cu 胁迫对黄菖蒲和马蔺 Cu 富集及其他营养元素吸收的影响

张开明^{1,2}, 佟海英¹, 黄苏珍^{1,①}, 原海燕¹

[1. 江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014; 2. 武汉科技大学中南分校, 湖北 武汉 430223]

摘要: 研究了不同浓度 Cu 胁迫下, 黄菖蒲(*Iris pseudacorus* L.) 和马蔺 [*I. lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Roide] 对 Cu 的富集作用及对其他营养元素的吸收作用。结果表明, 黄菖蒲和马蔺均能超量富集吸收 Cu, 在 55 和 80 mg · L⁻¹ Cu 胁迫下, 黄菖蒲和马蔺地上部分对 Cu 的富集量分别达 2 933.93 和 5 614.56 μg · g⁻¹, 2 586.83 和 8 846.44 μg · g⁻¹, 地下部分对 Cu 的富集量明显高于地上部分, 表明这 2 种植物为潜在的 Cu 富集植物。低浓度 (1, 3 和 5 mg · L⁻¹) Cu 胁迫下, 2 种植物对 Mn、Ca、K 和 Mg 的吸收与对照差异不显著, 但高浓度 Cu 胁迫可导致各营养元素吸收代谢失衡。

关键词: 黄菖蒲; 马蔺; Cu 胁迫; 营养元素; 吸收

中图分类号: Q948.116; X503.233 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2007)01-0018-05

Effect of Cu stress on Cu accumulation and other nutrient element absorption of *Iris pseudacorus* and *I. lactea* var. *chinensis* ZHANG Kai-ming^{1,2}, TONG Hai-ying¹, HUANG Su-zhen^{1,①}, YUAN Hai-yan¹ (1. Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Wuhan University of Science and Technology, Zhongnan Branch, Wuhan 430223, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2007, 16(1): 18-22

Abstract: Cu accumulation and absorption of six nutrient elements in above- and under-ground parts of *Iris pseudacorus* L. and *I. lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Roide were studied under Cu stress with different concentrations. The results showed that *I. pseudacorus* and *I. lactea* var. *chinensis* had the ability to hyper-accumulate Cu, and Cu content in above-ground part of *I. pseudacorus* and *I. lactea* var. *chinensis* reached to 2 933.93 and 5 614.56 μg · g⁻¹, 2 586.83 and 8 846.44 μg · g⁻¹ respectively under 55 and 80 mg · L⁻¹ Cu stress. The hyper-accumulation ability to Cu of under-ground part was obviously higher than that of above-ground part. It is suggested that these two species are the potential Cu hyper-accumulators. Under Cu stress with lower concentrations (1-3 mg · L⁻¹), absorption to Mn, Ca, K and Mg of *I. pseudacorus* and *I. lactea* var. *chinensis* had no significant difference compared with control, whereas the absorption metabolism of some nutrient elements was imbalance under Cu stress with high concentrations (55-80 mg · L⁻¹).

Key words: *Iris pseudacorus* L.; *I. lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Roide; Cu stress; nutrient element; absorption

由于不合理采矿冶炼、污水灌溉及含 Cu 农药的大量使用, 土壤和水域环境中的 Cu 污染日益严重。在重金属污染修复技术中, 植物修复技术以治理效果永久、成本低廉并兼顾环境美学等优势而倍受青睐。植物修复技术的关键在于获得重金属超富集植物。研究发现, 鸢尾属 (*Iris* L.) 部分植物具有较好的耐 (富集) Cu 能力^[1]。有关 Cu 胁迫对植物矿质营养元素吸收的研究已有许多报道^[2-4], 为进一步探讨植物 Cu 富集与矿质元素吸收的相关性,

作者以黄菖蒲 (*Iris pseudacorus* L.) 和马蔺 [*I. lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Roide] 2 种观赏植物为研究对象, 通过对不同浓度 Cu 胁迫下 2 种植物对 Cu 的富集能力及其对其他营养元素吸收能力

收稿日期: 2006-08-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30270940)和江苏省农业高新技术项目(BG2003308)

作者简介: 张开明(1979-), 女, 河南郑州人, 硕士, 助教, 主要从事观赏植物资源及其抗逆性评价研究。

① 通讯作者 E-mail: hsz1959@163.com

的分析,筛选 Cu 超富集植物,研究 Cu 胁迫下植物体内 Cu^{2+} 与其他营养元素离子间的协同及拮抗作用,从而探讨植物对 Cu 的耐(富集)性机理,为 Cu 富集植物的应用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

黄菖蒲(*Iris pseudacorus* L.)和马蔺[*I. lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Roide]的种子均为无性繁殖群体的自然籽实,来源并栽培于江苏省·中国科学院植物研究所鸢尾种质圃。

将种子用自来水浸泡至发芽后播种于石英砂中,每天喷 1/4 Hoagland 营养液 2 次。待幼苗长至高约 10 cm 时取出,去离子水冲洗干净,选取长势一致的幼苗备用。

1.2 方法

实验于 2005 年 5 月在江苏省·中国科学院植物研究所苗圃温室内进行。实验共设 6 个处理组和 1 个对照组,处理组的 Cu 浓度分别为 1、3、5、30、55 和 80 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,对照组(CK)的含 Cu 量仅为 0.31 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$,可忽略不计。用 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 配制各处理液,每处理用苗 3 株,各设 3 次重复。

幼苗置于 400 mL 广口塑料瓶中培养,瓶身用黑色塑料薄膜包裹,以 0.5 cm 厚的白色硬泡沫板为盖,用少许海绵将植株基部固定于泡沫板的小孔中,采用上述处理液进行水培,每 5 天更换处理液 1 次。培养 30 d 后采集植株的地上和地下部分,去离子水冲洗干净;根部用 20 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ EDTA - Na_2 溶液浸泡 20 min,以除去根表皮附着的 Cu^{2+} ,然后用去离子水冲洗干净;上述样品于 105 $^{\circ}\text{C}$ 杀青 30 min,80 $^{\circ}\text{C}$ 烘干至恒重,玛瑙研钵研成粉末后用 $V(\text{HNO}_3):V(\text{HClO}_4) = 87:13$ 混合液消化,采用 ICP - AES (Fisons ARL MaximIII) 法测定各元素浓度。

1.3 数据处理

实验数据采用 Stst 软件进行统计分析。

2 结果和分析

2.1 黄菖蒲和马蔺对 Cu 富集量的比较

不同浓度 Cu 胁迫下,黄菖蒲和马蔺地上和地

下部分对 Cu 的富集量见表 1。由表 1 可见,黄菖蒲和马蔺的地上和地下部分的 Cu 含量均随 Cu 处理浓度的升高而增加,在 1~5 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度范围内 2 个种的地上和地下部分 Cu 含量与对照差异不明显;当 Cu 处理浓度达到或超过 30 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,Cu 含量则急剧上升;当 Cu 处理浓度为 55 和 80 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,黄菖蒲和马蔺地上部分的 Cu 含量分别达到 2 933.93 和 5 614.56 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 、2 586.83 和 8 846.44 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$,均超过 Cu 超富集植物的界定标准(1 000 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$),二者均为潜在的 Cu 富集植物。

表 1 不同浓度 Cu 胁迫下黄菖蒲和马蔺地上和地下部分 Cu 含量的比较¹⁾

Table 1 Comparison of Cu content in above- and under-ground parts of *Iris pseudacorus* L. and *I. lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Roide under Cu stress with different concentrations¹⁾

种类 Species	Cu 浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cu conc.	不同部位的 Cu 含量/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ Cu content in different part	
		A	U
		黄菖蒲 <i>I. pseudacorus</i>	CK
	1	30.45	422.52
	3	51.99	531.52
	5	85.27	733.63
	30	906.88	6 571.45
	55	2 933.93	20 404.51
	80	5 614.56	36 117.47
马蔺 <i>I. lactea</i> var. <i>chinensis</i>	CK	9.43	85.32
	1	30.93	395.00
	3	64.01	615.83
	5	99.71	818.94
	30	1 768.56	22 402.18
	55	2 586.83	32 226.37
	80	8 846.44	42 449.59

¹⁾ A: 地上部分 Above-ground part; U: 地下部分 Under-ground part; 数据为 3 次重复的平均值 Data are the average of three replications.

2.2 Cu 胁迫对黄菖蒲和马蔺体内 Fe、Zn 和 Mn 含量的影响

不同浓度 Cu 胁迫下黄菖蒲和马蔺体内 Fe、Zn 和 Mn 含量的变化见表 2。由表 2 可见,在 1~80 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cu 浓度范围内,黄菖蒲的地上和地下部分 Fe 含量均高于对照,说明 Cu 胁迫有促进黄菖蒲对 Fe 的吸收和积累的作用。Cu 胁迫下,马蔺地上部分的 Fe 含量也均高于对照,而地下部分的 Fe 含量在 1~30 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cu 浓度范围内随 Cu 浓度的升高基本呈下降趋势,在 Cu 处理浓度达 55 和 80 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,Fe 含量极显著高于对照,说明高浓度

Cu 胁迫也能促进马蔺对 Fe 的吸收。值得注意的是,当 Cu 浓度达 $80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,马蔺地下部分 Fe 含量较 $55 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cu 胁迫处理组低,而地上部分 Fe 含量则明显增高,说明高浓度 Cu 胁迫有促进马蔺地下部分 Fe 向地上部分转移的作用,这与 Vardakc^[5] 等人以小麦为研究对象所得出的结果相似,但不同于徐照丽^[6] 等用烟草进行的实验结果。

受 Cu 胁迫后,黄芑蒲地上和地下部分的 Zn 含量均显著低于对照,说明 Cu 胁迫能显著抑制黄芑蒲对 Zn 的吸收。马蔺地上部分的 Zn 含量均高于对照,而地下部分的 Zn 含量则均显著低于对照,说明 Cu 胁迫有促进 Zn 向马蔺地上部转移的趋势。

当 Cu 胁迫浓度较低 ($1 \sim 3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 时,黄芑蒲和马蔺地上部分的 Mn 含量与对照差异不明显;随 Cu 浓度的升高,地上部分 Mn 含量均增加,并显著高于对照。黄芑蒲和马蔺地下部分 Mn 含量变化与地上部分不同,当 Cu 浓度为 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,黄芑蒲地下部分的 Mn 含量最高,达到 $4.64 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$;当 Cu 浓度为 $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,马蔺地下部分对 Mn 的积累量达到最高值 ($5.56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。黄芑蒲体内 Mn 含量的变化趋势表明,在一定浓度范围内, Cu 胁迫能促进黄芑蒲根系对 Mn 的吸收和向地上部分的转移,但 Cu 浓度超过一定的范围,黄芑蒲对 Mn 的吸收能力则下降。较高浓度的 Cu 胁迫可促进马蔺对

Mn 的吸收。另外,马蔺体内的 Mn 含量较黄芑蒲高,这可能与马蔺体内 Cu 含量较高有关。

2.3 Cu 胁迫对黄芑蒲和马蔺体内 Ca、K 和 Mg 含量的影响

不同浓度 Cu 胁迫下,黄芑蒲和马蔺体内 Ca、K 和 Mg 含量的变化见表 3。由表 3 可见,黄芑蒲地上部分的 Ca 含量随 Cu 处理浓度的升高基本上呈上升趋势;当 Cu 浓度为 $1 \sim 5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,黄芑蒲地下部分的 Ca 含量与对照没有显著差异,但随 Cu 浓度的升高,黄芑蒲地下部分的 Ca 含量显著高于对照 ($P < 0.05$),说明较高浓度的 Cu 胁迫处理能促进黄芑蒲对 Ca 的吸收。在较低浓度 ($1 \sim 30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 范围内,马蔺地上部分的 Ca 含量随 Cu 浓度的升高呈增加趋势;但当 Cu 胁迫浓度达到 $55 \sim 80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,马蔺地上部分 Ca 含量则降低;在 $1 \sim 3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cu 浓度范围内,马蔺地下部分的 Ca 含量较对照差异不显著,而在 $5 \sim 80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cu 胁迫下则显著上升,说明 Cu 胁迫可促进马蔺对 Ca 的吸收,但当 Cu 浓度较高时,则又抑制 Ca 向马蔺地上部分的转移。前人的研究结果表明,在果园中喷施含 Cu 的波尔多液能够使苹果叶片的 Ca 含量增加^[3];增加 Ca^{2+} 浓度能够减少苹果对 Cu^{2+} 的吸收和积累,缓解重金属毒害^[7,8]。因此,黄芑蒲和马蔺体内 Ca 含量的增加可能是植物对 Cu 胁迫的保护性

表 2 不同浓度 Cu 胁迫下黄芑蒲和马蔺地上和地下部分 Fe、Zn 和 Mn 含量的比较¹⁾

Table 2 Comparison of contents of Fe, Zn and Mn in above- and under-ground parts of *Iris pseudacorus* L. and *I. lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Roide under Cu stress with different concentrations¹⁾

种类 Species	Cu 浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cu concentration	地上部分的元素含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Element content in above-ground part			地下部分的元素含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Element content in under-ground part		
		Fe	Zn	Mn	Fe	Zn	Mn
黄芑蒲 <i>I. pseudacorus</i>	CK	0.29f	0.10a	0.08e	1.89c	0.59a	0.72c
	1	0.31f	0.02d	0.09e	1.91bc	0.19c	0.61c
	3	0.66e	0.05c	0.08e	1.98bc	0.27b	0.59c
	5	0.87d	0.05c	0.16d	1.91bc	0.25b	4.64a
	30	2.32a	0.07b	0.18c	2.00bc	0.35b	2.41b
	55	1.49c	0.07c	0.36a	2.45b	0.21bc	0.62c
	80	1.93b	0.06bc	0.27b	3.34a	0.40b	0.96c
马蔺 <i>I. lactea</i> var. <i>chinensis</i>	CK	0.32b	0.10e	0.07e	2.22a	1.24a	0.62e
	1	0.58b	0.14de	0.06e	2.1a	0.18b	0.70e
	3	0.86b	0.14cd	0.04e	1.47b	0.45b	1.63d
	5	0.71b	0.18bc	0.18d	1.58b	0.18b	3.34b
	30	1.26b	0.17cd	1.05a	1.42b	0.38b	5.56a
	55	1.12b	0.28a	0.72c	8.46c	0.39b	1.03e
	80	3.48a	0.21b	0.95b	6.33c	0.41b	2.47c

¹⁾ 数据为 3 次重复的平均值,同列不同字母表示显著差异 ($P < 0.05$) Data are the average of three replications. Different letters in the same column indicate the significant difference ($P < 0.05$).

表3 不同浓度 Cu 胁迫下黄菖蒲和马蔺地上和地下部分 Ca、K 和 Mg 含量的比较¹⁾Table 3 Comparison of contents of Ca, K and Mg in above- and under-ground parts of *Iris pseudacorus* L. and *I. lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Roide under Cu stress with different concentrations¹⁾

种类 Species	Cu 浓度/mg · L ⁻¹ Cu concentration	地上部分的元素含量/mg · g ⁻¹ Element content in above-ground part			地下部分的元素含量/mg · g ⁻¹ Element content in under-ground part		
		Ca	K	Mg	Ca	K	Mg
黄菖蒲 <i>I. pseudacorus</i>	CK	62.51c	28.46a	7.45b	244.44c	4.37d	6.31e
	1	64.83c	30.91a	6.13b	190.79c	9.53bcd	6.816c
	3	56.95c	29.92a	5.29b	201.72c	8.31cd	12.67d
	5	64.88c	31.92a	6.41b	239.46c	14.88ab	21.90c
	30	82.43bc	32.30a	13.28a	326.76b	18.27a	47.71a
	55	94.17b	13.19b	14.85a	384.78ab	11.87bc	43.22b
	80	225.46a	13.15b	11.69a	439.04a	8.05cd	13.41d
马蔺 <i>I. lactea</i> var. <i>chinensis</i>	CK	75.41c	34.76a	7.75c	378.01c	8.19d	19.33c
	1	78.99c	30.23ab	8.92bc	355.50c	9.47d	32.31bc
	3	83.92bc	31.70ab	9.19bc	365.99c	11.45cd	33.77b
	5	122.78a	29.98ab	10.28bc	506.59bc	14.55cd	56.37a
	30	111.87ab	26.40bc	10.93b	782.34a	25.98a	61.70a
	55	66.50c	19.46cd	16.70a	768.81a	22.09ab	35.09b
	80	63.95c	18.66d	11.25b	742.36ab	16.26bc	29.04bc

¹⁾ 数据为3次重复的平均值,同列不同字母表示显著差异 ($P < 0.05$)
Data are the average of three replications. Different letters in the same column indicate the significant difference ($P < 0.05$).

拮抗反应。

在 1~30 mg · L⁻¹ Cu 胁迫处理下,黄菖蒲地上部分 K 含量与对照差异不显著,但当 Cu 浓度高于 55 mg · L⁻¹ 时则显著下降;受 Cu 胁迫后,黄菖蒲地下部分 K 含量均高于对照,说明较高浓度的 Cu 胁迫可抑制 K 向黄菖蒲地上部分的转移。在 Cu 胁迫处理下,马蔺地上部分 K 含量均低于对照,地下部分 K 含量则均高于对照,说明 Cu 胁迫可抑制 K 向马蔺地上部分的转移。受一定浓度的 Cu 胁迫处理后,黄菖蒲和马蔺体内 K 含量有所增加,其原因可能与植物通过对 K⁺ 的吸收以提高细胞内阳离子的有效浓度,从而在一定程度上减弱 Cu 的毒性有关。Cu 胁迫对 K 吸收的抑制作用可能是因为 Cu²⁺ 的存在对 K⁺ 的吸收有一定的拮抗作用。

在 1~5 mg · L⁻¹ Cu 浓度范围内,黄菖蒲和马蔺地上部分 Mg 含量与对照无显著差异;而在 30~80 mg · L⁻¹ Cu 胁迫下则显著高于对照。受不同浓度 Cu 胁迫处理后,黄菖蒲与马蔺地下部分 Mg 含量的变化趋势相似,均高于对照,并随 Cu 浓度的增加呈先上升后下降的趋势。受高浓度 Cu 胁迫后,黄菖蒲和马蔺地上部分 Mg 含量显著增加,可能是植物对 Cu 胁迫的一种保护性反应。

3 讨 论

Cu 是植物必需的微量元素之一,适量增加外源 Cu 的供应量能促进植物生长及其对某些矿质元素的吸收。然而 Cu 过量却能影响植物对其他矿质营养元素的吸收^[8],导致植物体内营养代谢失衡,进而对植物的正常代谢及生长产生影响^[9-11]。娄来清^[2]的研究结果表明,低浓度(10 和 50 μmol · L⁻¹) Cu 处理能够促进海州香薷(*Elsholtzia splendens* Nakai ex F. Maekawa)对 Fe、Ca、Mg 和 Mn 的吸收,而高浓度(100 μmol · L⁻¹以上) Cu 处理则抑制海州香薷对 Fe、Ca、Mg、Mn 和 Zn 的吸收。

上述实验结果表明,受较低浓度的 Cu 胁迫处理后(1、3 和 5 mg · L⁻¹),黄菖蒲和马蔺体内 Fe、Mn、Ca、K 和 Mg 等元素的含量均与对照无显著差异,其中黄菖蒲地上部分的 Ca 和 K 含量、马蔺地上部分的 Fe 含量甚至在 Cu 浓度达 30 或 55 mg · L⁻¹ 时也与对照无显著差异,表明一定浓度的 Cu 胁迫对黄菖蒲和马蔺体内某些营养元素的吸收代谢影响不明显,黄菖蒲和马蔺具有一定的 Cu 抗(耐)性。

当 Cu 胁迫浓度较高时,黄菖蒲和马蔺体内不同

元素的含量均发生变化。除 Ca 含量外,地上部分的 Fe、Zn、Mn、K 和 Mg 含量均显著低于对照;地下部分的 Fe、Ca、K 和 Mg 含量则显著高于对照。表明黄菖蒲和马蔺体内的矿质元素代谢失衡,植株受到严重的 Cu 毒害,抗(耐)Cu 能力急剧下降。

参考文献:

- [1] 张开明. 鸢尾属(*Iris L.*) 4 种植物 Cu 积累、胁迫耐性及 EDTA 调节影响研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [2] 娄来清. 海州香薷对铜的耐性及其机理探讨[D]. 南京: 南京农业大学, 2002.
- [3] 刘永明, 刘春生, 常红岩. 喷使波尔多液对苹果叶片矿质元素含量的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2003, 34(3): 431-433.
- [4] 常红岩, 孙百晔, 刘春生. 植物铜素毒害研究进展[J]. 山东农业大学学报, 2000, 31(2): 227-230.
- [5] Vardake E, Cook C M, Lanaras T. Interelemental relationship in the soil and plant tissue and photosynthesis of field cultivated wheat growing in naturally enriched copper soils[J]. J Plant Nutr, 1997, 20(4-5): 441-453.
- [6] 徐照丽, 张晓海. 利用铁、铜间相互作用减轻烤烟铜毒害的研究[J]. 中国烟草科学, 2006(2): 37-40.
- [7] Alva A K, Graham J H. Role of calcium in amelioration of copper phytotoxicity for citrus[J]. Soil Sci, 1993, 155(3): 211-218.
- [8] 刘春生, 史衍玺, 马丽, 等. 过量铜对苹果树生长及代谢的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(4): 451-456.
- [9] Liu J, Xiong Z T, Li T Y. Bioaccumulation and ecophysiological responses to copper stress in two populations of *Rumex dentatus* L. From Cu contaminated and noncontaminated sites[J]. Environ Exp Bot, 2004, 52: 43-51.
- [10] Kinraide T B, Pedler J F, Parker D R. Relative effectiveness of calcium and magnesium in the alleviation of rhizotoxicity in wheat induced by copper, zinc, aluminum, sodium and low pH[J]. Plant Soil, 2004, 259(1-2): 201-208.
- [11] 周长芳, 吴国荣, 施国新, 等. 水生抗铜系统植物在抵御 Cu²⁺ 胁迫中的作用[J]. 植物学报, 2002, 43(4): 389-394.

(上接第11页 Continued from page 11)

- (4) 题目: 一般不超过20个字, 中、外文题目应一致, 不要副标题。
- (5) 作者: 一般不超过5人, 中国作者英文姓名用汉语拼音, 姓大写, 名的第1个字母大写, 双名间用连字号隔开。外籍作者姓在前名在后, 姓写全, 名缩写。第1作者需附简介: 姓名, 出生年份, 性别, 民族, 籍贯, 职称, 职务, 学位, 研究方向。作者简介置第1页下方。
- (6) 法定计量单位: 以1984年国家计量局公布的《中华人民共和国法定计量单位》为准, 用英文缩写字母表示, 距数字空一格小写, 不加缩写点, 如 cm, kg 等
- (7) 图和表: 图表应少而精, “自明性”强。插图应线条匀称, 最大(包括图题和图注)不超过16cm(宽)×22.5cm(高), 图题和图注应有中英文对照。图版照片应清晰, 按16cm(宽)×19cm(高)的版芯整齐拼贴, 图版说明须用中英文对照, 附于文后。表格请用三线表格式制作, 表内文字都应有中英文对照, 中文在上, 英文在下。
- (8) 参考文献: 择主要的列入, 未公开发表的资料不要引用, 文献的标注方式采用“顺序编码制”(GB 7714-87), 即按正文中引用文献出现的先后顺序连续编码, 文献序号用方括号在正文中出现处的右上角注明。文献作者3人以下(包括3人)者, 全部列出, 3人以上者, 只列出前3人, 后加“等”(中文)或“*et al.*”(外文)。文末参考文献表按序号依次编排, 不分文种。书写格式为:

期刊: 序号 责任者. 题名. 期刊名称, 年份, 卷(期): 起讫页码。

图书: 序号 责任者. 书名(卷). 出版地点: 出版者, 出版年份. 起讫页码。

析出文献: 析出责任者. 题名. 原文献责任者. 原文献题名. 版本. 出版地: 出版者, 出版年份. 在原文献中的位置。

- 四. 来稿请注明科研项目来源及项目号, 本刊对国家自然科学基金资助项目、省部级以上重大攻关项目和基础研究基金资助项目等的优秀论文将优先发表。
- 五. 来稿请勿一稿两投, 来稿时请写明联系电话、传真和电子信箱(E-mail)以及详细的通信地址, 同时交审理费50元。稿件处理情况将于收稿后4个月内通知作者。录用稿件酌收发表费。稿件一经刊登, 酌付稿酬, 并赠送该期期刊3册。不拟刊登的稿件恕不退回, 请自留底稿。编辑部对稿件有删改权。
- 六. 来稿文责由作者自负。凡在本刊发表的论文将编入数据库供交流、查阅及检索, 作者的著作权使用费与本刊稿酬一次性给付, 不再另付。如作者不同意将论文编入数据库, 请在来稿时声明。
- 七. 来稿请挂号寄: 南京市中山门外, 江苏省·中国科学院植物研究所内, 《植物资源与环境学报》编辑部(邮政编码: 210014)。Tel: 025-84347016; Fax: 025-84432074; E-mail: nbgxx@jlonline.com; zwzy@mail.cnbg.net。