

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 21 期 Vol.33 No.21 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 21 期 2013 年 11 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 生态系统生产总值核算:概念、核算方法与案例研究..... 欧阳志云,朱春全,杨广斌,等 (6747)
- 气候变化对传染病爆发流行的影响研究进展..... 李国栋,张俊华,焦耿军,等 (6762)
- 好氧甲烷氧化菌生态学研究进展 负娟莉,王艳芬,张洪勋 (6774)
- 氮沉降强度和频率对羊草叶绿素含量的影响..... 张云海,何念鹏,张光明,等 (6786)
- 世界蜘蛛的分布格局及其多元相似性聚类分析..... 申效诚,张保石,张 锋,等 (6795)
- 风向因素对转基因抗虫棉花基因漂移效率的影响..... 朱家林,贺 娟,牛建群,等 (6803)

个体与基础生态

- 长江口及东海春季底栖硅藻、原生动物和小型底栖生物的生态特点 孟昭翠,徐奎栋 (6813)
- 长江口横沙东滩围垦潮滩内外大型底栖动物功能群研究..... 吕巍巍,马长安,余 骥,等 (6825)
- 沔阳沿岸土壤和优势植物重金属富集特征和潜在生态风险..... 杨 阳,周正朝,王欢欢,等 (6834)
- 盐分和底物对黄河三角洲区土壤有机碳分解与转化的影响..... 李 玲,仇少君,檀菲菲,等 (6844)
- 短期夜间低温胁迫对秋茄幼苗碳氮代谢及其相关酶活性的影响..... 郑春芳,刘伟成,陈少波,等 (6853)
- 32 个切花菊品种的耐低磷特性 刘 鹏,陈素梅,房伟民,等 (6863)
- 年龄和环境条件对泥蚶富集重金属镉和铜的影响..... 王召根,吴洪喜,陈肖肖,等 (6869)
- 角倍蚜虫瘿对盐肤木光合特性和总氮含量的影响..... 李 杨,杨子祥,陈晓鸣,等 (6876)
- 多噬伯克霍尔德氏菌 WS-FJ9 对草甘膦的降解特性 李冠喜,吴小芹,叶建仁 (6885)
- 金龟甲对蓖麻叶挥发物的触角电位和行为反应..... 李为争,杨 雷,申小卫,等 (6895)

种群、群落和生态系统

- 白洋淀生态系统健康评价..... 徐 菲,赵彦伟,杨志峰,等 (6904)
- 珠海鹤洲水道沿岸红树林湿地大型底栖动物群落特征 王 卉,钟 山,方展强 (6913)
- 典型森林和草地生态系统呼吸各组分间的相互关系..... 朱先进,于贵瑞,王秋凤,等 (6925)
- 抚育间伐对油松人工林下大型真菌的影响..... 陈 晓,白淑兰,刘 勇,等 (6935)
- 百山祖自然保护区植物群落 beta 多样性 谭珊珊,叶珍林,袁留斌,等 (6944)
- 土霉素对堆肥过程中酶活性和微生物群落代谢的影响..... 陈智学,谷 洁,高 华,等 (6957)

景观、区域和全球生态

- 兴安落叶松针叶解剖结构变化及其光合能力对气候变化的适应性 季子敬,全先奎,王传宽 (6967)
- 盐城海滨湿地景观演变关键土壤生态因子与阈值研究..... 张华兵,刘红玉,李玉凤,等 (6975)

半干旱区沙地芦苇对浅水位变化的生理生态响应 马赞花,张铜会,刘新平 (6984)

SWAT 模型融雪模块的改进 余文君,南卓铜,赵彦博,等 (6992)

科尔沁沙地湖泊消涨对气候变化的响应..... 常学礼,赵学勇,王 玮,等 (7002)

贝壳堤岛 3 种植被类型的土壤颗粒分形及水分生态特征..... 夏江宝,张淑勇,王荣荣,等 (7013)

三峡库区古夫河着生藻类叶绿素 a 的时空分布特征及其影响因素..... 吴述园,葛继稳,苗文杰,等 (7023)

资源与产业生态

煤炭开发对矿区植被扰动时空效应的图谱分析——以大同矿区为例..... 黄 翌,汪云甲,李效顺,等 (7035)

学术信息与动态

《中国当代生态学研究》新书推介 刘某承 (7044)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 300 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 30 * 2013-11



封面图说: 百山祖保护区森林植物群落——百山祖国家级自然保护区位于浙西南闽浙交界处,由福建武夷山向东北伸展而成,主峰海拔 1856.7m,为浙江省第二高峰。其独特的地形和水文地理环境形成了中亚热带气候区中一个特殊的区域,保存着十分丰富的植物种质资源以及国家重点保护野生动植物种,尤其是 1987 年由国际物种保护委员会列为世界最濒危的 12 种植物之一的百山祖冷杉,是第四纪冰川的孑遗植物,素有“活化石”之称。随着海拔的升高,其植被为常绿阔叶林、常绿-落叶阔叶混交林、针阔混交林、针叶林、山地矮林和山地灌草丛。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@ 163.com

DOI: 10.5846/stxb201207171016

刘鹏,陈素梅,房伟民,蒋甲福,管志勇,陈发棣.32 个切花菊品种的耐低磷特性.生态学报,2013,33(21):6863-6868.

Liu P, Chen S M, Fang W M, Jiang J F, Guan Z Y, Chen F D. Preliminary evaluation on tolerance to phosphorous deficiency of 32 cultivars of cut chrysanthemum. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(21): 6863-6868.

32 个切花菊品种的耐低磷特性

刘 鹏,陈素梅,房伟民,蒋甲福,管志勇,陈发棣*

(南京农业大学园艺学院,南京 210095)

摘要:利用砂培试验对 32 个切花菊品种进行了苗期耐低磷筛选和鉴定。结果表明,供试切花菊品种耐低磷能力存在明显的基因型差异,表现在幼苗相对干重(低磷胁迫/正常供磷)、相对磷含量和相对磷积累量存在较大的基因型间变异(CV 分别为 12.14%、20.99% 和 26.41%),相对干重、相对磷含量和相对磷积累量之间均呈极显著正相关($P < 0.01$)。通过聚类分析可将 32 份供试品种的耐低磷胁迫能力分为极强、强、中等、弱、极弱 5 个级别,南农银山对低磷的忍耐能力最强,属耐低磷能力极强的品种;南农红枫、南农香槟和优香对低磷胁迫的忍耐能力最差,属耐低磷能力极弱的品种。相对干重、相对磷含量和相对磷积累量可作为切花菊耐低磷特性的筛选指标,为切花菊育种、栽培管理、磷营养学研究提供参考。

关键词:切花菊;基因型差异;低磷胁迫;筛选指标

Preliminary evaluation on tolerance to phosphorous deficiency of 32 cultivars of cut chrysanthemum

LIU Peng, CHEN Sumei, FANG Weimin, JIANG Jiafu, GUAN Zhiyong, CHEN Fadi*

College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China

Abstract: Cut chrysanthemum (*Chrysanthemum × moriflorum* Ramat.) is one of the most important ornamental plants in cut flower market all over the world. Phosphorus is a principal limited factor for plant growth, more than 90% of the added fertilizer phosphorus may rapidly be transformed to phosphorus forms that are not easily available to plants. Due to low natural phosphorus and high fixation capacity, a heavy dose of phosphorus is needed to achieve high production. Developing cultivars with tolerance to phosphorus deficiency may represent a more sustainable solution than sole reliance on fertilizer application. The possibility of exploiting genotypic differences in absorption and utilization of phosphorus to improve efficiency of phosphorus fertilizer use or to obtain higher productivity on phosphorus deficient soils has received considerable attention in recent years. In this study, to assess genotypic variation of cut chrysanthemum for tolerance to phosphorus deficiency, 32 cultivars of cut chrysanthemum were screened and evaluated for tolerance to low phosphorus using sand culture at seedling stage with two treatments of low phosphorus (15 $\mu\text{mol/L}$) and normal phosphorus (300 $\mu\text{mol/L}$) in the Chrysanthemum Germplasm Resource Preserving Centre, Nanjing Agricultural University, China. The results showed that there existed evident genotype differences in different cultivars of cut chrysanthemum in tolerant ability to low phosphorus stress. Among all the characters studied, relative plant dry weight (low phosphorus supply / normal phosphorus supply), relative phosphorus content and relative phosphorus accumulation demonstrated significant genotypic variation (the CV was 12.14%, 20.99% and 26.41%, respectively). Moreover, correlation analysis showed that there were significant positive

基金项目:江苏省科技支撑计划资助项目(BE2011325);国家农业科技成果转化资助项目(2010GB2360063);863 计划资助项目(2011AA100208);教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目(NCET-10-0492);江苏省高校科研成果产业化推进资助项目(JHB2011-8);国家自然科学基金资助项目(31272202)

收稿日期:2012-07-17; 修订日期:2012-10-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: chenfd@njau.edu.cn

correlations between relative plant dry weight and relative phosphorus content, between relative plant dry weight and relative phosphorus accumulation, and between relative phosphorus content and relative phosphorus accumulation ($P < 0.01$), the correlative coefficients are 0.3067, 0.7391 and 0.8258 respectively. Therefore, relative plant dry weight, relative phosphorus content and relative phosphorus accumulation were suggested as screening indexes of cut chrysanthemum on tolerance to low phosphorus stress. A comprehensive evaluation of low phosphorus tolerance of 32 cultivars was made by using hierarchical clustering analysis. Clustering analysis showed that 32 cultivars could be divided into extremely low phosphorus tolerant, low phosphorus tolerant, moderately low phosphorus tolerant, low phosphorus sensitive and extremely low phosphorus sensitive group respectively. Among 32 tested materials, the tolerant ability to low phosphorus stress of Nannongyinshan is higher than other cultivars, belonging to extremely low phosphorus tolerant cultivar; T1102, Nannongyupan, Nannonggongxun and Nannongbaixue are low phosphorus tolerant cultivars; Nannongyuzhu, Nannongjinrong, Nannongjindie, Nannongzichun, Nannongyuegui, huanghanju, Monalisa Yellow, Noa Yellow, Monalisa Rosy and Jinba are low phosphorus sensitive cultivars; the tolerant ability to low phosphorus stress of Nannonghongfeng, Nannongxiangbin and Youxiang are lower than other cultivars, these cultivars are extremely low phosphorus sensitive genotypes; the others are moderately low phosphorus tolerant cultivars. Efficient genotypes with the desirable characteristics can be used directly in advance field trials or in breeding programs to cope phosphorus deficiency.

Key Words: cut chrysanthemum; genotypic differences; low phosphorus stress; screening index

花卉种植业是精细农业的代表,植物营养调控作为精细农业的重要组成部分,开发高效营养型的花卉品种将会有助于花卉精准栽培的实现。同时控制肥料用量也成为花卉取得国际认证、打入国际市场的保证^[1]。切花菊是世界四大切花之一,在花卉种植业中占据重要地位^[2],因此研究切花菊的营养利用能力十分必要。

磷是植物最重要营养元素之一,植物体内的绝大部分代谢都离不开磷的参与。磷矿作为一种不可再生的资源,预计在不久的将来将会耗竭^[3]。另外,施入土壤的磷肥极易被土壤吸附或固定,磷肥的当季利用率仅为 10%—25%,未被利用的磷素长期或暂时滞留在土壤中,造成磷素资源的浪费和土壤次生盐渍化,加大淋溶损失所造成的污染风险^[4]。切花菊一般采用设施栽培且复种指数高,为维持高产优质需要大量施用化肥,导致肥料浪费和土壤连作障碍,造成的环境污染也较大田更为严重^[5-6]。

利用作物对土壤营养元素吸收和利用的遗传性差异,筛选或培育能提高土壤磷利用率的耐低磷品种是经济、环保的有效方法^[7]。为了在较大范围内对切花菊的磷利用状况进行评价,筛选出磷高效利用品种和磷低效利用品种,并为切花菊的栽培、磷营养学研究和品种选育工作提供参考和依据,本文在借鉴大田作物筛选方法的基础上,结合切花菊特点,探讨切花菊苗期耐低磷种质的筛选方法。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为南京农业大学中国菊花品种资源保存中心保存的 32 份切花菊品种(表 1)。

1.2 方法

1.2.1 筛选体系

2010 年进行预实验确定筛选体系与合适的筛选压力,2011 年进行正式试验。试验选用石英砂作为培养基质,石英砂按毛达如等的方法处理^[8]。设全磷(KH_2PO_4 300 $\mu\text{mol/L}$)、低磷(KH_2PO_4 15 $\mu\text{mol/L}$,用 KCl 使钾盐浓度与正常供磷一致)2 个处理。营养成分配方参照荷兰花卉研究所岩棉滴灌用配方^[9],取其 1/3 用量。除磷酸盐外的各成分分别为: KNO_3 1.67 mmol/L, MgSO_4 250 $\mu\text{mol/L}$, K_2SO_4 300 $\mu\text{mol/L}$, CaCl_2 750 $\mu\text{mol/L}$, Fe-EDTA 15 $\mu\text{mol/L}$, H_3BO_3 45 $\mu\text{mol/L}$, MnCl_2 4.5 $\mu\text{mol/L}$, ZnSO_4 1 $\mu\text{mol/L}$, H_2MoO_4 0.13 $\mu\text{mol/L}$, CuSO_4 0.16 $\mu\text{mol/L}$ 。全部营养液 pH 调至 5.8。

1.2.2 试验处理

选取长势一致的切花菊插穗扦插于生根基质(1:1 的蛭石和珍珠岩),15d 后插穗生根形成扦插苗。将洗净基质的扦插苗置于全磷营养液中预培养 3d,然后定植于砂培槽中,浇入相应的营养液,各处理每个品种 20 株,7d 换 1 次营养液,换营养液前从砂面浇蒸馏水淋洗 1 次,每天视光照和气温调整灌溉次数以补充水分消耗,防止萎蔫,每隔 2—3d 调节 pH 1 次。处理 20d 后各品种间出现明显差异,进行数据采集。

1.2.3 数据采集与分析

测量的指标包括株高、干重、磷含量、磷积累量。植物材料置于 105℃ 杀青 0.5h,80℃ 烘干至恒重后测干重。材料经浓 H_2SO_4 和 H_2O_2 消煮后用钼锑抗法测磷含量^[10]。磷积累量(吸磷量)=生物量×磷含量。为了消除不同品种间固有生物学差异,采用相对耐性指数,如:相对株高、相对干重等综合指标来衡量不同品种间的耐低磷胁迫能力。相对耐性指数 = (低 P 处理的测定值/完全培养液的测定值)×100%,包括相对株高(RPH)、相对总生物量(RPW)、相对磷含量(PPC)、相对磷积累量(RPA)。试验结果利用 Excel 和 SPSS 软件进行统计分析。

2 结果及分析

2.1 低磷胁迫下切花菊品种的生物学性状差异

低磷胁迫下,32 个供试品种均出现生长变缓、根冠比变大、部分品种下部叶片黄化,整体上与全磷处理组呈显著性差异,如磷含量($t=21.95>>t_{0.01}$)、干重($t=14.55>>t_{0.01}$)均达到极显著差异。

表 1 中的数据显示,供试切花菊品种间在磷利用能力上存在差异,其中差异最大的是相对磷积累量(RPA),变异系数达到 26.41%。相对株高(RPH)、相对总生物量(RPW)、相对磷含量(PPC)的变异系数也较大,分别为 12.66%、12.14%和 20.99%,这表明切花菊品种的耐低磷能力存在明显的基因型差异。

表 1 32 个切花菊品种在低磷胁迫下的生物学性状统计

Table 1 Statistical result on biological characters of 32 cultivars of cut chrysanthemum exposed to phosphorus deficiency

编号 No.	品种 Variety	相对株高/% Relative plant height	相对干重/% Relative plant dry weight including shoot and root	相对磷含量/% Relative phosphorus content	相对磷积累量/% Relative phosphorus accumulation
1	南农金蝶 Nannongjindie	105.60 a	61.15 o	48.80 k—m	29.84 l
2	南农银山 Nannongyinshan	96.38 b	92.86 a	72.60 a	67.42 a
3	南农皇冠 Nannonghuangguan	70.01 kl	73.55 k—m	65.69 bc	48.32 d—f
4	南农紫星 Nannongzixing	92.83 bc	78.68 g—j	63.83 cd	50.22 c—e
5	南农红荷 Nannonghonghe	87.28 d—f	79.72 e—h	54.76 g—i	43.65 gh
6	南农玉盘 Nannongyupan	93.53 bc	83.63 b—d	69.57 ab	58.18 b
7	南农紫唇 Nannongzichun	74.83 ij	84.4 b—d	35.8 1p	30.22 l
8	南农功勋 Nannonggongxun	86.04 ef	82.92 c—f	70.24 a	58.24 b
9	南农玉珠 Nannongyuzhu	90.88 cd	75.29 i—l	53.47 h—j	40.25 hi
10	南农金绒 Nannongjinrong	89.69 c—e	66.45 n	56.34 f—h	37.44 ij
11	南农雪峰 Nannongxuefeng	81.43 gh	71.43 lm	62.75 cd	44.82 fg
12	南农红袖 Nannonghongxiu	78.04 hi	85.88 b—d	52.35 h—k	44.96 fg
13	南农金轮 Nannongjnlun	104.04 a	75.32 i—l	68.76 ab	51.79 cd
14	南农月桂 Nannongyuegui	69.39 kl	63.76 no	46.56 lm	29.69 l
15	南农舞风车 Nannongwufengche	93.05 bc	83.51 b—d	51.85 i—k	43.30 gh
16	南农红枫 Nannonghongfeng	67.54 lm	54.67 p	37.57 op	20.54 n
17	南农香槟 Nannongxiangbin	73.27 jk	62.49 o	34.47 p	21.54 mn
18	南农白雪 Nannongbaixue	93.87 bc	82.47 c—f	71.00 a	58.55 b
19	月黄 yuehuang	89.58 c—e	87.62 b	51.05 i—l	44.73 fg
20	黄寒菊 huanghanju	84.65 fg	78.95 f—i	48.95 j—m	38.65 ij
21	绿安娜 Lvanna	92.69 bc	60.52 o	63.10 cd	38.19 ij
22	优香 Youxiang	91.31 cd	61.87 o	41.18 no	25.48 m
23	神马 Jinba	79.43 h	70.56 m	49.12 j—m	34.66 jk
24	希望之光 Xiwangzhiguang	63.68 m	74.54 j—m	63.13 cd	47.06 e—g

续表

编号 No.	品种 Variety	相对株高/% Relative plant height	相对干重/% Relative plant dry weight including shoot and root	相对磷含量/% Relative phosphorus content	相对磷积累量/% Relative phosphorus accumulation
25	T1102	81.72 gh	86.55 bc	68.67 ab	59.43 b
26	703	72.49 jk	77.24 h—k	59.47 d—f	45.93 e—g
27	蒙黄 Monalisa Yellow	78.52 hi	75.83 h—k	41.30 no	31.32 kl
28	蒙粉 Monalisa Rosy	75.14 ij	75.91 h—k	48.44 k—m	36.77 ij
29	Noa80.47 h	84.08 b—d	61.63 c—e	51.82 cd	
30	Noa Yellow	74.46 ij	85.92 b—d	44.60 mn	38.32 ij
31	Tiona	101.77 a	78.65 g—j	58.08 e—g	45.68 fg
32	Wimbledon	86.44 ef	81.97 d—g	65.42 bc	53.62 c
	平均数 Mean	84.38	76.20	56.27	42.83
	标准差 SD	10.68	9.25	11.81	11.31
	变异系数 CV/%	12.66	12.14	20.99	26.41

同一列中数据后跟相同小写字母者表示在 1% 水平差异不显著

2.2 筛选指标的建立

由表 2 可知,相对株高(RPH)、相对干重(RPW)、相对磷含量(PPC)和相对磷积累量(RPA)两两之间均呈正相关,其中相对磷积累量(RPA)与相对干重(RPW)、相对磷含量(PPC)之间呈极显著正相关($P<0.01$),相关系数分别达到 0.7391 和 0.8258。

表 2 低磷胁迫条件下不同切花菊各筛选指标间的相关系数

Table 2 Correlative coefficients among screening criteria per se in cut chrysanthemum cultivars exposed to phosphorus deficiency									
指标 Index	RPH	RPW	RPC	RPA	指标 Index	RPH	RPW	RPC	RPA
RPH	1								
RPW	0.1358	1							
RPC	0.1725	0.3067 *	1		RPA	0.3346 *	0.7391 **	0.8258 **	1

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

部分切花菊品种在低磷胁迫下株高出现反常现象,如南农金蝶植株表现为又细又高,即较高的株高、较低的干物质积累和磷含量,因此相对株高(RPH)只能作为鉴定切花菊耐低磷特性的辅助指标。相对干重、相对磷含量和相对磷积累量反映切花菊对磷素的吸收及同化能力,这些指标在各品种间差异显著且变异系数较大(表 1),且各指标间呈显著正相关(表 2),可作为切花菊耐低磷特性的评价指标。根据这 3 个评价指标计算耐低磷指数,耐低磷指数 = (RPW + RPC + RPA) / 3,见表 3。

表 3 32 个切花菊品种耐低磷指数

Table 3 Synthetic indexes of 32 cultivars of cut chrysanthemum for tolerance to low phosphorus							
品种 Cultivar	耐低磷指数 Low-P tolerant index	品种 Cultivar	耐低磷指数 Low-P tolerant index	品种 Cultivar	耐低磷指数 Low-p tolerant index	品种 Cultivar	耐低磷指数 Low-p tolerant index
南农金蝶	0.47	南农香槟	0.40	南农银山	0.78	南农白雪	0.71
南农皇冠	0.63	月黄	0.61	南农紫星	0.64	黄寒菊	0.56
南农红荷	0.59	绿安娜	0.61	南农玉盘	0.70	优香	0.43
南农紫唇	0.50	神马	0.51	南农功勋	0.70	希望之光	0.62
南农玉珠	0.56	T1102	0.72	南农金绒	0.53	703	0.60
南农雪峰	0.60	Monalisa Yellow	0.49	南农红袖	0.61	Monalisa Rosy	0.54
南农金轮	0.65	Noa	0.66	南农月桂	0.47	Noa Yellow	0.56
南农舞风车	0.60	Tiona	0.61	南农红枫	0.38	Wimbledon	0.67

2.3 32 个切花菊品种耐低磷特性的评价结果

以耐低磷指数为变量,将数据在 0—1 标准化,采用系统聚类法,当类间距离为 5 时可将 32 份供试品种的耐低磷胁迫能力分为极强、强、中等、弱、极弱 5 个级别(图 1),其中耐低磷能力极强(1 份):南农银山;耐低磷能力强(4 份):T1102、南农玉盘、南农功勋、南农白雪;耐低磷能力中等(14 份):南农红袖、南农雪峰、南农皇冠、南农金轮、南农紫星、南农舞风车、南农红荷、绿安娜、希望之光、Tiona、月黄、Wimbledon、703、Noa;耐低磷能力弱(10 份):南农玉珠、黄寒菊、蒙黄、蒙粉、Noa Yellow、南农金绒、南农金蝶、南农紫唇、南农月桂、神马;耐低磷能力极弱(3 份):南农红枫、南农香槟、优香。

3 讨论

植物在营养元素利用能力上存在基因型差异^[11-12]。由于磷元素参与沉积循环,磷矿是一种不可再生的资源,存储量有限,选育耐低磷的作物品种是一种比单纯施用磷肥更为持续有效地解决作物对磷素需求的方法^[13]。

由于作物耐低磷胁迫的生理生化 and 遗传机制非常复杂,因而与之有关的性状指标也非常多,采用合适的评价指标才能对作物的耐低磷特性进行准确评价。相对地上部干重、相对分蘖数是水稻耐低磷种质筛选的指标^[7, 14-17],相对根长、相对根表面积、相对根体积可为玉米耐低磷基因型的筛选指标^[18]。乔振江等^[19]的研究发现随着土壤磷素水平的增加,大豆植株的生物量和叶片叶绿素含量显著增加,根冠比则显著下降。磷素对切花菊的生长影响很大,缺磷会导致切花菊的一系列反应,如下部叶片出现黄斑、生长变缓、根冠比增大等。姜贝贝^[20]等指出不同切花菊苗期干物质重的差异在一定程度上能反应它对养分的吸收、转运和利用效率的差异。本研究发现,利用植株相对干重、相对磷含量和相对磷积累量来综合评价切花菊的磷利用效率较为有效。

本研究发现切花菊品种间在幼苗阶段磷利用能力上存在差异,这为不同切花菊品种的差异化施磷和精准栽培体系的建立提供了依据。但是,由于切花菊的营养调节最终要归结到切花的品质,因此需进一步深入研究低磷胁迫对切花菊全生育期和切花生产的影响。研究还发现切花菊品种南农银山是典型的耐低磷品种,该品种在低磷环境中能维持较高的干物质积累量和磷含量,这说明该品种具有磷高效吸收、转运的遗传学基础。人们正试图从这些磷高效利用品种中找到磷高效利用基因^[21],揭示切花菊磷高效利用的分子生物学机制,进而利用分子生物学手段改良现有的主栽切花菊品种。

References:

- [1] Wang Y, Wu D. The impact of flower certification on the development of Chinese floral industry. *Forest Research*, 2007, 20(6): 763-767.
- [2] Ministry of Agriculture. Flower industry statistics in 2010. *China Flowers & Horticulture*, 2011, 13: 22.
- [3] Oelkers E, Valsami J E. Phosphate mineral reactivity and global sustainability. *Elements*, 2008, 4: 83-88.
- [4] Liu Y, Chen J N, Mol A P. Comparative analysis of phosphorus use with national and local economies in china. *Resources, Conservation and Recycling*, 2007, 51: 454-474.
- [5] Yu H Y, Li T X, Zhang X Z. Nutrient budget and soil nutrient status in greenhouse system. *Agricultural Sciences in China*, 2010, 43(3):

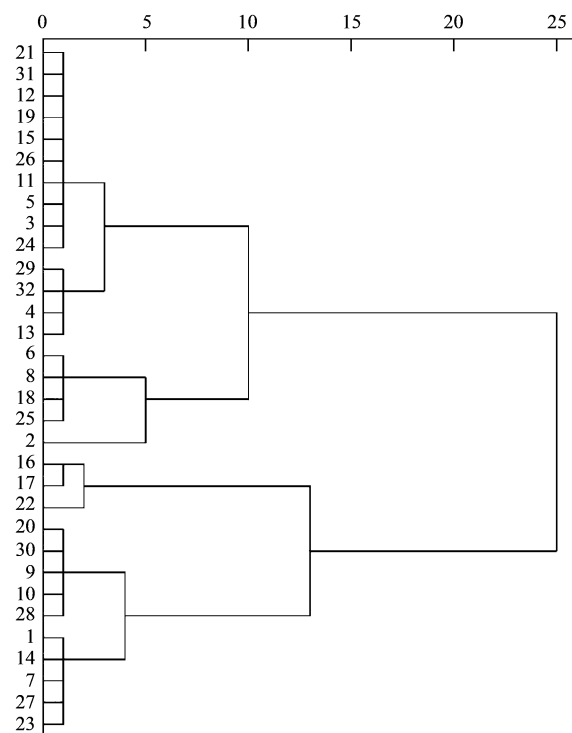


图 1 32 个切花菊品种耐低磷性的聚类图

Fig.1 Cluster tree of tolerance to low phosphorus of 32 cultivars of cut chrysanthemum

514-522.

- [6] Wang X M, Hou Y I. Phosphorus Fractions and Its Vertical Distribution in a Soil of Vegetable Field under Solar Greenhouse in Suburb of Anyang City. *Journal of Agro-environmental Science*, 2004, 23 (1): 72-75.
- [7] Guo Z H, He L Y, Huang W, Xu C G. Screening of rice for tolerance to low phosphorus stress. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2006, 12 (5): 642-648.
- [8] Mao R D, Shen J B. *Plant nutrition research methods*. Beijing: China Agricultural University Press, 2005: 25-29.
- [9] Guo S R, Wang X F. *Science of soilless culture*. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 113.
- [10] Bao S D. *Analysis of soil agrochemical*. Beijing: China Agriculture Press, 1999: 268-270.
- [11] Wissuwa M. How do plants achieve tolerance to phosphorus deficiency? Small causes with big effects. *Plant physiology*, 2003, 133: 1947-1958.
- [12] Rose T J, Pariasca T J, Rose M T, Fukuta Y, Wissuwa M. Genotypic variation in grain phosphorus concentration, and opportunities to improve P-use efficiency in rice. *Field Crops Research*, 2010, 119: 154-160.
- [13] Wissuwa M, Ae N. Genotypic variation for tolerance to phosphorus deficiency in rice and the potential for its exploitation in rice improvement. *Plant Breeding*, 2001, 120: 43-48.
- [14] Liu Y, Li Z C, Mi G H, Zhang H L, Mu P, Wang X K. Screening and identification for tolerance to low phosphorus stress of rice germplasm (*Oryza sativa* L.). *Acta Agronomica Sinica*, 2005, 31(2): 238-242.
- [15] Song A M, Huang X P, Sun S B, Zhang Y L, XU G H. Screening and identification of rice cultivars with relatively high nitrogen use efficiency for tolerance to phosphorus deficiency at seedling stage. *Chinese Journal of Rice Science*, 2010, 24(5): 479-486.
- [16] Li Y F, Luo A C, Wang W M, Yang C D, Yang X E. An approach to the screening index for low phosphorus tolerant rice genotype. *Chinese journal of applied ecology*, 2005, 16(1): 119-124.
- [17] Zang Y W, Du J, Pu X Y, Zhang H, Zhou G H, Yang S M, Yang X J. Characteristics of nitrogen and phosphorus efficiency of core collection for rice landraces in Yunnan, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(12): 6355-6363.
- [18] Zhang J H, Gao S B, Yang K C, Zhang Z M, Lin H J, Huang N, Zheng M, Xu K C, Cheng Y X, Pan G T. Screening and identification for tolerance to low phosphorus stress of maize germplasm resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2008, 9(3): 335-339.
- [19] Qiao Z J, Cai K Z, Luo S M. Interactive effects of low phosphorus and drought stress on dry matter accumulation and phosphorus efficiency of soybean plants. *Acta Ecologica Sinica*, *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(19): 5578-5587.
- [20] Jang B B, Fang W M, Chen F D, Gu J J. Effects of N, P and K ratio on the growth and development of cut chrysanthemum 'Jinba'. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2008, 25(6): 692-697.
- [21] Nussaume L, Kanno S, Javot H, Marin E, Nakanishi T M, Thibaud M C. Frontiers: Phosphate import in plants: focus on the PHT1 transporters. *Frontiers in Plant Traffic and Transport*, 2011, 2: 1-12.

参考文献:

- [1] 王雁, 吴丹. 花卉认证对我国花卉产业发展的影响. *林业科学研究*, 2007, 20(6): 763-767.
- [2] 农业部. 2010 年全国花卉业统计数据. *中国花卉园艺*, 2011, 13: 22.
- [5] 余海英, 李廷轩, 张锡洲. 温室栽培系统的养分平衡及土壤养分变化特征. *中国农业科学*, 2010, 43(3): 514-522.
- [6] 王新民, 侯彦林. 日光温室土壤磷素形态及其空间分布特性研究. *农业环境科学学报*, 2004, 23(1): 72-75.
- [7] 郭再华, 贺立源, 黄魏, 徐才国. 耐低磷水稻筛选与鉴定. *植物营养与肥料学报*, 2006, 12(5): 642-648.
- [8] 毛达如, 申建波. *植物营养研究方法*. 北京: 中国农业大学出版社, 2005: 25-29.
- [9] 郭世荣, 王秀峰. *无土栽培学*. 北京: 中国农业出版社, 2003: 113.
- [10] 鲍士旦. *土壤农化分析*. 北京: 中国农业出版社, 1999: 268-270.
- [14] 刘亚, 李自超, 米国华, 张洪亮, 穆平, 王象坤. 水稻耐低磷种质的筛选与鉴定. *作物学报*, 2005, 31(2): 238-242.
- [15] 宋爱梅, 黄新朋, 孙淑斌, 张亚丽, 徐国华. 氮高效水稻品种苗期耐低磷种质的筛选与鉴定. *中国水稻科学*, 2010, 24(5): 479-486.
- [16] 李永夫, 罗安程, 王为木, 杨长登, 杨肖娥. 耐低磷水稻基因型筛选指标的研究. *应用生态学报*, 2005, 16(1): 119-124.
- [17] 曾亚文, 杜娟, 普晓英, 张浩, 周国华, 杨树明, 杨晓娟. 云南地方稻核心种质氮磷高效性. *生态学报*, 2008, 28(12): 6355-6363.
- [18] 张吉海, 高世斌, 杨克诚, 张志明, 林海建, 黄宁, 郑溟, 徐克成, 陈义轩, 潘光堂. 玉米耐低磷种质资源的筛选与鉴定. *植物遗传资源学报*, 2008, 9(3): 335-339.
- [19] 乔振江, 蔡昆争, 骆世明. 低磷和干旱胁迫对大豆植株干物质积累及磷效率的影响. *生态学报*, 2011, 31(19): 5578-5587.
- [20] 姜贝贝, 房伟民, 陈发棣, 顾俊杰. 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*, 2008, 25(6): 692-697.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.21 Nov., 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Gross ecosystem product: theory framework and case study OUYANG Zhiyun, ZHU Chunquan, YANG Guangbin, et al (6747)
- Advances in impacts of climate change on infectious diseases outbreak LI Guodong, ZHANG Junhua, JIAO Gengjun, et al (6762)
- Ecology of aerobic methane oxidizing bacteria (methanotrophs) YUN Juanli, WANG Yanfen, ZHANG Hongxun (6774)
- Nitrogen deposition and *Leymus chinensis* leaf chlorophyll content in Inner Mongolian grassland
..... ZHANG Yunhai, HE Nianpeng, ZHANG Guangming, et al (6786)
- Worldwide distribution and multivariate similarity clustering analysis of spiders
..... SHEN Xiaocheng, ZHANG Baoshi, ZHANG Feng, et al (6795)
- The influence of wind direction on pollen-mediated gene flow in transgenic insect-resistant cotton
..... ZHU Jialin, HE Juan, NIU Jianqun, et al (6803)

Autecology & Fundamentals

- Ecological characteristics of benthic diatoms, protozoa and meiobenthos in the sediments of the Changjiang Estuary and East China
Sea in spring MENG Zhaoxui, XU Kuidong (6813)
- Macrobenthic functional groups at the reclamation and natural tidal flats of Hengsha East Shoal, the Estuary of Changjiang River
..... LV Weiwei, MA Chang'an, YU Ji, et al (6825)
- Enrichment and ecological risk of heavy metal in soils and dominant plants in the riparian of the Fenghe River
..... YANG Yang, ZHOU Zhengchao, WANG Huanhuan, et al (6834)
- Effects of salinity and exogenous substrates on the decomposition and transformation of soil organic carbon in the Yellow River
Delta LI Ling, QIU Shaojun, TAN Feifei, et al (6844)
- Effects of short-term dark chilling on leaves carbon and nitrogen metabolism and involved activities of enzymes in mangrove *Kandelia
obovata* seedling ZHENG Chunfang, LIU Weicheng, CHEN Shaobo, et al (6853)
- Preliminary evaluation on tolerance to phosphorous deficiency of 32 cultivars of cut chrysanthemum
..... LIU Peng, CHEN Sumei, FANG Weimin, et al (6863)
- Effects of age and environmental conditions on accumulation of heavy-metals Cd and Cu in *Tegillarca granosa*
..... WANG Zhaogen, WU Hongxi, CHEN Xiaoxiao, et al (6869)
- Effects of Chinese gallnut on photosynthetic characteristics and total nitrogen content of *Rhus chinensis*
..... LI Yang, YANG Zixiang, CHEN Xiaoming, et al (6876)
- The characterization of glyphosate degradation by *Burkholderia multivorans* WS-FJ9 LI Guanxi, WU Xiaoqin, YE Jianren (6885)
- Electroantennographic and behavioural responses of scarab beetles to *Ricinus communis* leaf volatiles
..... LI Weizheng, YANG Lei, SHEN Xiaowei, et al (6895)

Population, Community and Ecosystem

- Ecosystem health assessment in Baiyangdian Lake XU Fei, ZHAO Yanwei, YANG Zhifeng, et al (6904)
- Characteristics of macrobenthic communities in mangrove wetlands along the waterways of North Hezhou, Zhuhai, South China
..... WANG Hui, ZHONG Shan, FANG Zhanqiang (6913)
- The interaction between components of ecosystem respiration in typical forest and grassland ecosystems
..... ZHU Xianjin, YU Guirui, WANG Qiufeng, et al (6925)
- Effects of thinning on macro fungi and their relationship with litter decomposition in *Pinus tabulaeformis* plantations
..... CHEN Xiao, BAI Shulan, LIU Yong, et al (6935)

- Beta diversity of plant communities in Baishanzu Nature Reserve TAN Shanshan, YE Zhenlin, YUAN Liubin, et al (6944)
- Effect of Oxytetracycline (OTC) on the activities of enzyme and microbial community metabolic profiles in composting
 CHEN Zhixue, GU Jie, GAO Hua, et al (6957)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Variations in leaf anatomy of *Larix gmelinii* reflect adaptation of its photosynthetic capacity to climate changes
 JI Zijong, QUAN Xiankui, WANG Chuankuan (6967)
- The studying of key ecological factors and threshold of landscape evolution in Yancheng Coastal wetland
 ZHANG Huabing, LIU Hongyu, LI Yufeng, et al (6975)
- Eco-physiological response of *Phragmites communis* to water table changes in the Horqin Sand Land
 MA Yunhua, ZHANG Tonghui, LIU Xinping (6984)
- Improvement of snowmelt implementation in the SWAT hydrologic model ... YU Wenjun, NAN Zhuotong, ZHAO Yanbo, et al (6992)
- Responses of lake fluctuation to climate change in Horqin Sandy Land
 CHANG Xueli, ZHAO Xueyong, WANG Wei, et al (7002)
- Water ecology and fractal characteristics of soil particle size distribution of three typical vegetations in Shell Island
 XIA Jiangbao, ZHANG Shuyong, WANG Rongrong, et al (7013)
- Spatio-temporal distribution of epilithic algal chlorophyll a in relation to the physico-chemical factors of Gufu River in Three Gorges Reservoir WU Shuyuan, GE Jiwen, MIAO Wenjie, et al (7023)

Resource and Industrial Ecology

- Graphic analysis of spatio-temporal effect for vegetation disturbance caused by coal mining: a case of Datong Coal Mine Area
 HUANG Yi, WANG Yunjia, LI Xiaoshun, et al (7035)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 余新晓

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 21 期 (2013 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 21 (November, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元