

不同生长调节剂对马蹄金愈伤组织诱导的影响

田志宏, 李小丽, 严寒, 邱永福, 何勇

(湖北农学院生命科学学院, 湖北荆州 434025)

摘要: 马蹄金是一种优良的地被兼观赏草坪植物。采用正交设计试验法, 研究了四种不同生长调节剂对马蹄金子叶、叶片、叶柄和下胚轴愈伤组织诱导的影响。结果表明: 生长调节剂是诱导愈伤组织的关键, 2,4-D对愈伤组织诱导具有显著的影响, 适宜于马蹄金愈伤组织诱导的培养基及生长调节剂为 MS+1.0 mg/L 2,4-D+0.2 mg/L 6-BA+0.2 mg/L KT+1.0 mg/L α -NAA。

关键词: 马蹄金; 生长调节剂; 外植体; 愈伤组织诱导; 正交设计

中图分类号: Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2004)03-0253-06

Effect of different growth regulators on callus induction from explants in Creeping Dichondra

TIAN Zhi-hong, LI Xiao-li, YAN Han,
QIU Yong-fu, HE Yong

(Faculty of Life Science, Hubei Agricultural College, Jingzhou 434025, China)

Abstract: Creeping Dichondra (*Dichondra repens*) may be considered as a kind of excellent turfgrass and ground cover plants. This experiment inspected the effect of four different growth regulators on callus induction of cotyledon, young leaf, petiole and hypocotyl in Creeping Dichondra with the orthogonal design. The results showed that growth regulator was an important factor on induction of callus, and 2,4-D was essential to induction of callus. The optimum medium supplemented with growth regulators for callus induction of Creeping Dichondra was MS+1.0 mg/L 2,4-D+0.2 mg/L 6-BA+0.2 mg/L KT+1.0 mg/L α -NAA.

Key words: Creeping Dichondra; growth regulator; explants; callus induction; orthogonal design

马蹄金(*Dichondra repens* Forst.)属于旋花科马蹄金属的多年生蔓性常绿草本,为优良的地被兼观赏植物,适于在温暖潮湿气候地区作为多年生草坪建植,尤其在长江流域及其以南地区城市草坪的阔叶、观赏草类中,表现出类拔萃(周惠芬等,1998;韩烈保等,1999)。马蹄金植株低矮,具有叶色鲜绿、繁殖力高、生长迅速、整齐一致、无需修剪、快速成坪的特点,同时表现耐热、耐荫、耐潮湿,较耐旱、较耐践踏,但不耐寒、不耐碱的特性(邓菊芬等,2000;周

惠芬等,1998;韩烈保等,1999),在冬季较低温度下马蹄金叶片有些枯黄,夏季易感染白绢病和叶斑病,以及害虫造成严重危害(严巍等,1999;张文惠等,2003;萧运峰等,1997;谢彩云等,2001),而马蹄金有性繁殖较难,制约了品种改良工作的进行。采用组织培养技术,利用愈伤组织筛选突变体,建立植株再生体系,为进行马蹄金体细胞突变体的筛选及外源基因的导入等遗传操作奠定了实验基础。本试验采用正交设计法,探讨了不同生长调节剂对马蹄金离

收稿日期: 2003-06-10 修订日期: 2003-09-24

基金项目: 湖北省重点科技发展计划资助项目(992P0603);湖北省教育厅重大资助项目(99Z007)。

作者简介: 田志宏(1966-),男,湖北监利县人,教授,博士,从事草坪植物生物技术研究。

体培养愈伤组织诱导的影响,其结果报道如下。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

马蹄金种子系从美国引进,由中国种子集团公司草业有限责任公司提供。

1.2 无菌苗的培养

取适量的马蹄金种子,用自来水洗净表面的包衣剂,至露出褐色表皮,再用洗洁精清洗 1 次后于流水中冲洗 10 min,而后用 70%(v/v)酒精消毒 30 s,再以 0.1% HgCl₂ 浸泡 12 min,最后用无菌水冲洗 3 次,接种于 MS 培养基(Murashige 和 Skoog, 1962)中,置于黑暗处萌芽和生长,培养温度为 26±1 ℃。

1.3 愈伤组织的诱导

待种子萌芽后,将其转入光照条件下进行培养生长,光照强度为 1 800~2 000 lx,光照时间为 16 h/d,培养温度为 26±1 ℃。取光照下生长 10 d 的无菌苗下胚轴和子叶,以及生长 30 d 的无菌苗叶片和叶柄为外植体,分别接种于含不同生长调节剂的 MS 培养基上,置于黑暗中诱导愈伤组织,培养温度亦为 26±1 ℃。

1.4 正交设计试验与统计分析

为了能够从多因素、多水平中确定各因素的主要关系,并进一步筛选出适宜马蹄金外植体愈伤组织诱导的最佳培养基的生长调节剂配比,避免试验量过大,本研究按照正交设计试验法(余家林, 1993),采用了 4 个水平 L₁₆(4⁵)和 3 个水平 L₁₈(3⁷)的正交设计试验,数据处理用 SAS V8.01 软件在计算机上进行运算结果。

2 结果与分析

2.1 不同因素对马蹄金愈伤组织诱导的影响

从生长调节剂 α-NAA、KT 和外植体三个因素的组合对马蹄金愈伤组织诱导的结果(表 1)可以看出,凡有 α-NAA 和 KT 两种生长调节剂配比应用时,除一个组合的愈伤组织诱导率为 71.43%外,其余组合的愈伤组织诱导率均为 100%,而不加生长调节剂或仅加入单一生长调节剂的组合中,其愈伤组织诱导率较低,甚至不能诱导出愈伤组织。但仅仅通过愈伤组织诱导率间的简单比较还不能准确

地确定愈伤组织诱导中各因素的主次顺序和显著性。

表 1 马蹄金外植体愈伤组织诱导 L₁₆(4⁵)试验结果
Table 1 Result of L₁₆(4⁵) orthogonal arrays of induction of callus from the explants in Creeping Dichondra

编号 No.	因素 Factor			接种外 植体数 Number of explants plated	出愈率 Frequency of callus induced (%)
	α-NAA (mg/L)	KT (mg/L)	外植体 Explants		
1	0	0	子叶上部(UC)	39	0
2	0	0.5	子叶下部(LC)	42	42.86
3	0	1.0	下胚轴上部(UH)	52	61.54
4	0	2.0	下胚轴下部(LH)	48	4.17
5	0.5	0	子叶下部(LC)	44	4.55
6	0.5	0.5	下胚轴上部(UH)	40	100
7	0.5	1.0	下胚轴下部(LH)	35	71.43
8	0.5	2.0	子叶上部(UC)	42	100
9	1.0	0	下胚轴上部(UH)	34	0
10	1.0	0.5	下胚轴下部(LH)	52	100
11	1.0	1.0	子叶上部(UC)	66	100
12	1.0	2.0	子叶下部(LC)	54	100
13	2.0	0	下胚轴下部(LH)	37	43.24
14	2.0	0.5	下胚轴上部(UH)	34	100
15	2.0	1.0	子叶下部(LC)	76	100
16	2.0	2.0	子叶上部(UC)	52	100

Note: UC-Upper cotyledon; LC-Lower cotyledon; UH-Upper hypocotyl; LH-Lower hypocotyl.

由表 2 的结果可知,生长调节剂 α-NAA 和 KT 对马蹄金的愈伤组织诱导率均有显著影响,而外植体类型对愈伤组织诱导率的影响不大。进一步方差分析表明(表 3),α-NAA 和 KT 对愈伤组织诱导率的影响达显著差异,由 F 值可知,KT 对马蹄金愈伤组织诱导率的影响最大,其次是 α-NAA,而外植体的影响最弱。从表 2 还可看出,愈伤组织诱导培养基中附加 α-NAA 和 KT 时,不同浓度组合间的愈伤组织诱导率差异不显著。但对 α-NAA 而言,随其浓度的增加,愈伤组织诱导率略有增加,而 KT 随其浓度的增加,愈伤组织诱导率则略有降低。根据各因素水平均值(X_i)的大小可得出三因素的最优水平组合的愈伤组织诱导培养基为 MS+2.0 mg/L α-NAA+0.5 mg/L KT,外植体为子叶上部。

2.2 不同生长调节剂对马蹄金不同外植体愈伤组织诱导的影响

四种不同生长调节剂对马蹄金不同外植体愈伤组织诱导的出愈率影响结果见表 4,可以看出含不

同生长调节剂的愈伤组织诱导培养基的愈伤组织诱导效果完全不同,其愈伤组织诱导率存在显著差异,有些组合的出愈率达 100%,而在极少数组合中则不能产生愈伤组织。

表 2 马蹄金外植体的愈伤组织诱导率
Table 2 Inducing callus rate from the explants in Creeping Dichondra

因素和 Total of factors	α-NAA (mg/L)	KT (mg/L)	外植体 Explants	平均值 Mean	α-NAA (mg/L)	KT (mg/L)	外植体 Explants
K ₁	108.57	47.79	300	X ₁	27.14a	11.95a	75.00a
K ₂	275.98	342.86	247.41	X ₂	69.00b	85.72b	61.85a
K ₃	300	332.97	261.54	X ₃	75.00b	83.24b	65.39a
K ₄	343.24	304.17	218.84	X ₄	85.81b	76.04b	54.71a

表 3 马蹄金外植体愈伤组织诱导率的方差分析
Table 3 Variance analysis of inducing callus rate from the explants in Creeping Dichondra

变异来源 Source	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
α-NAA	7 919.51	3	2 639.84	5.19 *	4.76	9.78
KT	14 784.30	3	4 928.10	9.68 *		
外植体 Explants	854.44	3	284.81	0.56		
e	3 053.92	6	508.99			
总变异 Total variation	26 612.17	15				

* 为达到 5% 显著水平 Significant at the 5% level

2.2.1 不同生长调节剂对子叶愈伤组织诱导的影响

从表 5 可以看出,2,4-D 对马蹄金子叶愈伤组织的诱导有显著影响,而 α-NAA、6-BA 和 KT 对马蹄金子叶愈伤组织诱导的影响不大。进一步方差分析表明(表 6),2,4-D 对愈伤组织诱导率的影响达显著差异,由 F 值可知,四种生长调节剂对马蹄金子叶愈伤组织诱导率影响的主次关系依次为:2,4-D > KT > 6-BA > α-NAA。根据各因素水平均值(X_i)的大小可得出四因素的最优水平组合的愈伤组织诱导培养基为 MS+1.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L 6-BA,不加 α-NAA 和 KT。

表 4 马蹄金外植体愈伤组织诱导 L₁₈(3⁷) 试验结果

Table 4 Result of L₁₈(3⁷) orthogonal arrays of induction of callus from the explants in Creeping Dichondra

编号 No.	生长调节剂 Growth regulator combinations(mg/L)				接种子叶数 Number of cotyledon plated	出愈率 Frequency of callus induced (%)	接种叶片数 Number of young leaf plated	出愈率 Frequency of callus induced (%)	接种叶柄数 Number of petiole plated	出愈率 Frequency of callus induced (%)	接种下胚轴数 Number of hypocotyl plated	出愈率 Frequency of callus induced (%)
	2,4-D	α-NAA	6-BA	KT								
1	0	0	0	0	36	0	48	0	44	2.27	50	0
2	0	0.5	0.2	0.2	52	38.46	38	63.16	51	100	42	50.00
3	0	1.0	0.5	0.5	40	25.00	54	37.04	39	94.87	42	95.24
4	0.5	0	0	0.2	47	89.36	48	100	52	100	53	100
5	0.5	0.5	0.2	0.5	47	36.17	51	70.59	38	92.11	47	93.62
6	0.5	1.0	0.5	0	45	80.00	52	96.15	39	100	52	100
7	1.0	0	0.2	0	39	97.44	39	100	54	100	37	100
8	1.0	0.5	0.5	0.2	42	47.62	50	60.00	56	89.29	33	96.97
9	1.0	1.0	0	0.5	52	42.31	50	72.00	52	88.46	38	86.84
10	0	0	0.5	0.5	48	4.17	46	8.70	43	11.63	46	10.87
11	0	0.5	0	0	44	4.55	35	8.57	48	16.67	49	14.29
12	0	1.0	0.2	0.2	51	29.41	40	40.00	49	95.92	54	94.44
13	0.5	0	0.2	0.5	50	28.00	37	43.24	40	100	48	100
14	0.5	0.5	0.5	0	40	75.00	33	93.94	54	100	39	100
15	0.5	1.0	0	0.2	42	0	42	33.33	51	66.67	44	50.00
16	1.0	0	0.5	0.2	48	91.67	31	93.55	54	100	39	100
17	1.0	0.5	0	0.5	36	30.56	46	69.57	44	81.82	36	88.89
18	1.0	1.0	0.2	0	45	77.78	47	87.23	49	100	40	90.00

表 5 马蹄金子叶、叶片、叶柄和下胚轴的愈伤组织诱导率

Table 5 Inducing callus rate from the cotyledon, young leaf, petiole and hypocotyl in Creeping Dichondra

部位 Part	因素和 Total of factors	2,4-D (mg/L)	α -NAA (mg/L)	6-BA (mg/L)	KT (mg/L)	平均值 Mean	2,4-D (mg/L)	α -NAA (mg/L)	6-BA (mg/L)	KT (mg/L)
子叶 Cotyledon	K ₁	101.59	310.64	166.78	334.77	X ₁	16.93a	51.77a	27.80a	55.80a
	K ₂	308.53	232.36	307.26	296.52	X ₂	51.42b	38.73a	51.21a	49.42a
	K ₃	387.38	254.53	323.46	166.21	X ₃	64.56b	42.42a	53.91a	27.70a
叶片 Young leaf	K ₁	157.47	345.49	283.47	385.89	X ₁	26.25a	57.58a	47.25a	64.32a
	K ₂	437.25	365.83	404.22	390.04	X ₂	72.88b	60.97a	67.37a	65.01a
	K ₃	482.35	365.75	389.38	301.14	X ₃	80.39b	60.96a	64.90a	50.19a
叶柄 Petiole	K ₁	321.36	413.90	355.89	418.94	X ₁	53.56a	68.98a	59.32a	69.82a
	K ₂	558.78	479.89	588.03	551.88	X ₂	93.13b	79.98a	98.01b	91.98a
	K ₃	559.57	545.92	495.79	468.89	X ₃	93.26b	90.99a	82.63ab	78.15a
下胚轴 Hypocotyl	K ₁	264.84	410.87	340.02	404.29	X ₁	44.14a	68.48a	56.67a	67.38a
	K ₂	543.62	443.77	528.06	491.41	X ₂	90.60b	73.96a	88.01a	81.90a
	K ₃	562.70	516.52	503.08	475.46	X ₃	93.78b	86.09a	83.85a	79.24a

2.2.2 不同生长调节剂对叶片愈伤组织诱导的影响

从表 5 可以看出,2,4-D 对马蹄金叶片愈伤组织的诱导有显著影响,而 α -NAA、6-BA 和 KT 对马蹄金叶片愈伤组织诱导的影响不大,进一步方差分析表明(表 6),2,4-D 对愈伤组织诱导率的影响达显著差异,由 F 值可知,四种生长调节剂对马蹄金叶片愈伤组织诱导率影响的主次关系依次为:2,4-D>6-BA>KT> α -NAA。根据各因素水平均值(X_i)的大小可得出四因素的最优水平组合的愈伤组织诱导培养基为 MS+1.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L α -NAA+0.2 mg/L 6-BA+0.2 mg/L KT。

2.2.3 不同生长调节剂对叶柄愈伤组织诱导的影响

从表 5 可以看出,2,4-D 和 6-BA 对马蹄金叶柄愈伤组织的诱导有显著影响,而 α -NAA 和 KT 对马蹄金叶柄愈伤组织诱导的影响不大,进一步方差分析表明(表 6),2,4-D 对愈伤组织诱导率的影响达显著差异,由 F 值可知,四种生长调节剂对马蹄金叶柄愈伤组织诱导率影响的主次关系依次为:2,4-D>6-BA>KT> α -NAA。根据各因素水平均值(X_i)的大小可得出四因素的最优水平组合的愈伤组织诱导培养基为 MS+1.0 mg/L 2,4-D+1.0 mg/L α -NAA+0.2 mg/L 6-BA+0.2 mg/L KT。

2.2.4 不同生长调节剂对下胚轴愈伤组织诱导的影响

从表 5 可以看出,2,4-D 对马蹄金下胚轴愈伤组织的诱导有显著影响,而 α -NAA、6-BA 和 KT 对马蹄金下胚轴愈伤组织诱导的影响不大,进一步方差分析表明(表 6),2,4-D 对愈伤组织诱导率的影响

达显著差异,由 F 值可知,四种生长调节剂对马蹄金下胚轴愈伤组织诱导率影响的主次关系依次为:2,4-D>6-BA> α -NAA>KT。根据各因素水平均值(X_i)的大小可得出四因素的最优水平组合的愈伤组织诱导培养基为 MS+1.0 mg/L 2,4-D+1.0 mg/L α -NAA+0.2 mg/L 6-BA+0.2 mg/L KT。

3 讨 论

3.1 正交设计试验分析应用于植物组织培养研究的可行性

正交设计试验法已被广泛应用于植物组织培养研究,它是选择最佳试验方案的十分有效的工具,对组织培养中多因素、多水平的试验只需通过较少的试验次数就能有效地选择合适的培养基组合,能提高工作效率,保证试验结果的正确性和可靠性。用正交设计试验法可以查明培养基中不同无机盐类、糖类、生长调节剂等物质组分及其浓度对愈伤组织诱导和分化的影响,从而筛选出合适的培养基,近年已有一些成功的报道(张德炎等,1998;郑启发等,2000),尤其能有效地阐明生长调节剂在植物组织培养中的作用,以确定最优生长调节剂组合(朱艳等,2001;李艳等,2001)。本研究的目的是了解不同生长调节剂对马蹄金愈伤组织诱导的影响,提高愈伤组织诱导率,初步筛选出影响愈伤组织诱导的主要因素,不过还难以作出全面结论以确定是主效或互作的影响,但仍有把握筛选出适宜的生长调节剂组合。

表 6 马蹄金子叶、叶片、叶柄和下胚轴愈伤组织诱导率的方差分析

Table 6 Variance analysis of inducing callus rate from the cotyledon, young leaf, petiole and hypocotyl in Creeping Dichondra

部位 Part	变异来源 Source	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
子叶 Coty- ledon	2,4-D	7 262.08	2	3 631.04	5.60 *	4.26	8.02
	α -NAA	542.76	2	271.38	0.42		
	6-BA	2 474.76	2	1 237.38	1.91		
	KT	2 603.12	2	1 301.56	2.01		
	e	5 832.67	9	648.07			
总变异 Total variation		18 715.39	17				
叶片 Young leaf	2,4-D	10 325.44	2	5 162.72	7.71 *	4.26	8.02
	α -NAA	45.79	2	22.89	0.03		
	6-BA	1 445.43	2	722.71	1.08		
	KT	839.06	2	419.53	0.63		
	e	6 023.44	9	669.27			
总变异 Total variation		18 679.15	17				
叶柄 Petiole	2,4-D	6 284.05	2	3 142.02	5.55 *	4.26	8.02
	α -NAA	1 452.44	2	726.22	1.28		
	6-BA	4 553.84	2	2 276.92	4.02		
	KT	1 503.08	2	751.54	1.33		
	e	5 093.78	9	565.98			
总变异 Total variation		18 887.19	17				
下胚轴 Hypo- cotyl	2,4-D	9 266.83	2	4 633.41	6.79 *	4.26	8.02
	α -NAA	974.27	2	487.14	0.71		
	6-BA	3 476.20	2	1 738.10	2.55		
	KT	717.19	2	358.60	0.53		
	e	6 139.07	9	682.12			
总变异 Total variation		20 573.56	17				

* 为达到 5% 显著水平 * Significant at the 5% level

3.2 不同生长调节剂对马蹄金愈伤组织诱导的作用与调控

植物愈伤组织的诱导、增殖及形态建成主要受外植体本身、培养基和培养环境三大因素的调控(谷瑞升等, 1999)。植物生长调节剂对愈伤组织的诱导及分化具有十分复杂而重要的影响, 在植物形态建成过程中, 起主要作用的是培养基中生长调节剂组合的配比, 本试验研究表明, 诱导愈伤组织的关键不在于外植体的来源, 而在于培养基中生长调节剂组合的成分是极为重要的因素。在通常条件下生

长素和细胞分裂素对诱导和保持愈伤组织的高速生长是必要的, 特别是当生长素和细胞分裂素配合使用时, 能有效地诱导愈伤组织的形成。

马蹄金不同外植体的愈伤组织诱导对生长素和细胞分裂素的组合有很好的适应性, 在供试的各种组合中出愈率都较高, 并且不同的外植体有一相对较近的最佳适应范围。施用生长调节剂可以影响和改变植物体内源激素的分布与水平, 而且生长素和细胞分裂素之间也可能存在着相互影响的机制。马蹄金愈伤组织诱导必须是生长素与细胞分裂素二者在一定水平上保持平衡。试验结果表明, 在四种生长调节剂中, 培养基中加入 1.0 mg/L 2,4-D 是必需的, 2,4-D 对马蹄金外植体愈伤组织诱导的影响达显著水平, 其次为 6-BA 和 KT, 而 α -NAA 对马蹄金外植体愈伤组织诱导的影响相对来说是较弱的, 综合考虑适宜于马蹄金外植体愈伤组织诱导的培养基及其生长调节剂组合为 MS+1.0 mg/L 2,4-D+0.2 mg/L 6-BA+0.2 mg/L KT+1.0 mg/L α -NAA。而植物组织培养的最终目的是获得再生植株, 初步研究表明, 不同来源和不同生理状况的马蹄金愈伤组织分化再生能力不同, 分化频率为 5%~20%, 有待于深入研究。

参考文献:

- 余家林. 1993. 农业多元试验统计[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 96-104.
- 韩烈保, 杨 砾, 邓菊芬. 1999. 草坪草种及其品种[M]. 北京: 中国林业出版社, 175-176.
- Deng JF(邓菊芬), Huang BZ(黄必志). 2000. The establishment and maintenance techniques of *Dichondra repens* lawn(马蹄金草坪的建植与养护技术)[J]. *Grassland and Turf*(草原与草坪), (1): 41-42.
- Gu RS(谷瑞升), Jiang XN(蒋湘宁), Guo ZC(郭仲聚). 1999. Advances in the studies on the mechanism of plant organogenesis in vitro(植物离体培养中器官发生调控机制的研究进展)[J]. *Chinese Bulletin of Botany*(植物学通报), 16(3): 1-4.
- Li Y(李 艳), Wang Q(王 青), Li YH(李英慧), et al. 2001. Application of orthogonal design in tissue culture of *Nematanthus glabra*(正交设计在黄金鱼花组织培养中的应用)[J]. *Acta Horticulturae Sinica*(园艺学报), 28(6): 570-571.
- Murashige T, Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures[J]. *Physiol Plant*, 15: 473-497.
- Xiao YF(萧运峰), Gao J(高 洁). 1997. A study on the

- lawn plant species—*Dichondra repens* Forst. (草坪植物——马蹄金的研究)[J]. *Journal of Sichuan Grassland* (四川草原), (4): 43—46.
- Xie CY(谢彩云), Shang YS(尚以顺). 2001. Biological attribute of good lawn plant *Dichondra repens* and its planting technique(优良草坪植物马蹄金的生物学特性及栽培管理技术)[J]. *Guizhou Agricultural Sciences* (贵州农业科学), 29(1): 51—52.
- Yan W(严巍), Ni GJ(倪桂菊), Chen PC(陈培昶), et al. 1999. Study on the control of Creeping *Dichondra* wet scale rot(马蹄金白绢病的防治研究)[J]. *Forest Pest and Disease*(森林病虫通讯), (1): 26—27.
- Zhang WH(张文惠), Hu TM(呼天明). 2003. The causes of warm season turfgrass *Dichondra repens* Forst withering in winter and strategies of prolonging its green period(暖季型草坪草马蹄金冬季枯黄原因及延长绿期的对策)[J]. *Grassland of China* (中国草地), 25(1): 69—72, 78.
- Zhang DY(张德炎), Li XW(李喜文), Li JM(李建民), et al. 1998. Application of orthogonal design in tissue culture of White Clover (*Trifolium repens*)(正交设计法在白三叶组织培养中的应用)[J]. *Journal of Northeast Normal University (Natural Science Edition)* (东北师大学报(自然科学版)), (1): 40—45.
- Zheng QF(郑启发), Hu GB(胡桂兵), Chen DC(陈大成). 2000. Application of orthogonal experiment in tissue culture of longan and litchi(正交试验法在龙眼和荔枝组织培养中的应用)[J]. *Journal of Fruit Science* (果树科学), 17(4): 269—272.
- Zhou HF(周惠芬), Wang YZ(王义彰). 1998. Establishment of *Dichondra repens* lawn to improve the quality of urban environment(培育马蹄金草坪, 提高城市环境质量)[J]. *Practical Science*(草业科学), 15(4): 67—68, 72.
- Zhu Y(朱艳), Qin MJ(秦民坚). 2001. Application of orthogonal design in tissue culture of *Codiaeum variegatum* (正交设计法在变叶木组织培养中的应用)[J]. *Chinese Wild Plant Resources*(中国野生植物资源), 20(6): 48—49.

欢迎订阅 ● 欢迎赐稿

《广西植物》(双月刊)

《广西植物》(Guihaia)创刊于1981年,是植物学综合性学术刊物,立足广西,面向全国,国内外公开发行。现已成为植物科学研究发表论文的主要学术性刊物,中国自然科学的核心期刊,我国生命科学的常用期刊。

主要刊载植物学各学科有创新性的具有较高水平的中英文研究论文,快讯报道植物科学领域的新发现、新突破、新观点以及有重大应用价值的新成果,介绍本学科重要领域的国内外最新研究进展,讨论植物资源利用和保护的理论 and 实践,以推动本学科基础理论和应用创新技术的发展,为经济建设服务。除了通过中国国际书店向国外发行、全国各地邮局订阅外,还与世界上15个国家的33个研究单位、国内(含港澳台地区)90多个研究单位进行长期的学术交流。

《广西植物》:

- 中国自然科学核心期刊
- 中国期刊方阵“双效”期刊
- 第四届广西十佳科技期刊
- 中国核心期刊(遴选)数据库核心期刊
- 国家科技部信息研究所选定的中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)
- 中国科学引文数据库核心库(CSCD)源期刊
- 《中国学术期刊综合评价数据库》(CAJCED)统计源期刊
- 中文科技期刊数据库(SWIC)全文收录
- 《中国生物学文摘》、《中国生物学文献数据库》收录期刊
- 《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》、“万方数据——数字化科技期刊群”全文收录
- 英国《邱园索引》(Index Kewensis)收录的源期刊
- 美国CICSC(Colby Information Center of Science & Culture)收录
- 英国《Kew Bulletin》引用期刊源
- SCI核心刊物《Ann. Missouri Bot. Gard.》、《Biodiversity and Conservation》引用期刊源

热忱欢迎国内外的同行、专家、教授、学者赐稿,开展学术讨论,促进学术交流,欢迎广大读者订阅。来稿请寄:广西桂林市雁山广西植物研究所《广西植物》编辑部 蒋巧媛 收

邮编:541006 电话:(0773)3550074 传真:(0773)3550067