

入侵杂草五爪金龙在切割处理下的再生能力

王玲^{1,2}, 苏晓芬¹, 李东文², 冯卓森³, 彭长连¹, 田兴山⁴, 李伟华^{1*}

(1. 华南师范大学生命科学学院, 广东省高等学校生态与环境科学重点实验室, 广州 510631; 2. 中山市森林病虫害防治检疫站, 广东 中山 528403; 3. 珠海市粤华园林绿化建设管理有限公司, 广东 珠海 519000; 4. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广州 510640)

摘要: 对五爪金龙(*Ipomoea cairica* (Linn.) Sweet)进行切割试验, 对其在不同光环境及不同季节的萌芽率、成活率、主茎长度和生物量等进行研究。结果表明: 五爪金龙切条越短其萌芽越迟, 其成活率、主茎长度和生物量下降; 五爪金龙在光下和林下的成活率无显著差异, 但林下生物量较低; 切条越短, 林下条件越不利于主茎的伸长; 冬季五爪金龙的主茎长度和生物量最低; 夏季在光下和林下不能再生的最长切条长度均为 4 cm; 秋季均为 1 cm; 而冬季光下为 1 cm, 林下为 3 cm; 春季光下则为 4 cm, 林下为 5 cm。春季时将五爪金龙切割为 5 cm 并置于林下是最经济的防除方法; 如果不考虑季节性及光条件, 应将其切割至 1 cm 以下的片段, 可以有效防止五爪金龙再生。

关键词: 五爪金龙; 切割; 成活率; 生物量

中图分类号: Q945.39

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2011)04-0339-08

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2011.04.010

Regeneration of An Invasive Weed *Ipomoea cairica* under Cutting Treatments

WANG Ling^{1,2}, SU Xiao-fen¹, LI Dong-wen², FENG Zhuo-sen³,
PENG Chang-lian¹, TIAN Xin-shan⁴, LI Wei-hua^{1*}

(1. Key Laboratory of Ecology and Environmental Science in Guangdong Higher Education, College of Life Sciences, South China Normal University, Guangzhou 510631, China; 2. Forest Pest Management and Quarantine Station of Zhongshan City, Zhongshan 528403, China; 3. The Limited Company of Yuehua Landscape Architecture Construction and Management, Zhuhai 519000, China; 4. Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The survival, main stem length and biomass of *Ipomoea cairica* cuttings were studied under different light environments and different seasons. The results showed that the survival, main stem length, and biomass of *I. cairica* gradually decreased and the cutting germination delayed with the cutting length decreased. The survival of *I. cairica* had no significant difference under sunlight and the understory, and the plant biomass was less in the understory than that under the sunlight. The shorter cuttings were not subject to lengthen the main stem in the understory. The main stem length and biomass in winter were the lowest among four seasons. The longest length of the cuttings which can't regenerate was 4 cm under the sunlight and 5 cm in the understory in spring, 4 cm in summer, 1 cm in autumn, and 1 cm under the sunlight and 3 cm in the understory in winter, respectively. Therefore, it was economical removing method that *I. cairica* branches were cut into 5 cm length segments in spring, and put them in the understory. Without considering the seasonal and light conditions, less than 1 cm of the cuttings should be selected in order to effectively avoid the regeneration of *I. cairica*.

Key words: *Ipomoea cairica* (Linn.) Sweet; Cutting; Survival; Biomass

收稿日期: 2010-09-17 接受日期: 2011-02-16

基金项目: 广东省科技计划项目(2008A030203006; 2009B030801376)资助

作者简介: 王玲(1979~), 女, 湖北建始人, 硕士, 林业工程师。主要从事森林有害杂草的研究, email: zssfy@163.com

* 通讯作者 Corresponding author, email: whli@sclu.edu.cn

五爪金龙(*Ipomoea cairica* (Linn.) Sweet)是旋花科(Convolvulaceae)多年生草质藤本植物,原产地不详。它生长迅速,繁殖快,攀援能力强,常通过攀爬树冠形成盖幕作用,对其它植物造成危害,严重影响了农林生产以及荒地植被的自然恢复过程,现已成为华南地区仅次于薇甘菊(*Mikania micrantha* H. B. K.)的第二大入侵性害草^[1-9]。

目前对于外来入侵杂草的控制主要有物理防除、化学防治、生物防治和生态防治等 4 种途径^[7]。化学防治会带来一系列环境问题,生物防治和生态防治又因其生态安全性和历时较长难以成功^[10]。人工清除(物理防除)有害杂草虽然费时费力,但仍是当前各管理部门普遍使用的防治方法。在实践中,由于没有及时妥善处理拔除后的缠绕茎,拔除后弃置的五爪金龙极易形成新的无性克隆系。如果能对拔除后的五爪金龙进行切割或粉碎处理,便可大大减少其无性再生能力。考虑人工拔除五爪金龙的弃置地点通常有光下和林下两种大

环境,因此本文比较了不同长度的切条在不同季节及不同光环境(光下和林下)下的再生能力,以期找出五爪金龙不能再生的最长茎段长度,为物理清除五爪金龙提供技术参数。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验于 2009 年 6 月至 2010 年 4 月在广州华南师范大学生物园内进行。广州地处北纬 28°08', 东经 113°09', 属南亚热带季风气候,具有温暖多雨、光热充足、温差较小、夏季长、霜期短等特征。年平均气温为 20.9℃,最热月(7 月份)平均气温为 28℃,最冷月(1 月份)平均气温为 13℃,年平均降雨量约为 1700~1900 mm,湿季从 4 月至 9 月份,旱季从 10 月至翌年 3 月份^[11]。

从广州市番禺区气象局获得的实验期间广州四季的月平均气温、月降水量、月日照时长等信息见表 1。

表 1 广州月平均气温、月降水量、月日照时长

Table 1 The average month temperature, precipitation, daylight hours in Guangzhou

季节 Seasons	月平均气温(℃) Mean month temperature	月均降水量(mm) Mean month precipitation	月日照时数 Month daylight hours
夏季 Summer (2009.6-2009.7)	28.80	189.45	129.10
秋季 Autumn (2009.9-2009.10)	27.75	75.35	161.85
冬季 Winter (2009.12-2010.1)	15.45	53.05	70.90
春季 Spring (2010.3-2010.4)	20.20	135.60	45.45

1.2 试验设计

选择五爪金龙的绿色攀援茎或分支(直径 3~4 mm)剪切成 15 cm、12 cm、10 cm、7 cm、5 cm、4 cm、3 cm、2 cm 和 1 cm 共 9 种长度,每个切条至少保留 1 个节。设置两种光环境:光下(自然光照)和林下。自然光照的光照强度为 19~1120 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$,林下为 5~242 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。林分主要由小叶榕(*Ficus microcarpa*)、菩提榕(*F. religiosa*)和美丽异木棉(*Chorisia speciosa*)等组成,郁闭度达 90%。各切条置于花盆内,以河沙为基质进行培养,每处理 5 盆,每盆种切条 3 株(共 15 个重复)。每周淋 1 次 50% 的改良 Hoagland 营养液,其它时间视干旱情况适当浇水,保证水分的供应。

为保证结果的准确性和可操作性,设置了 4 个季节进行实验,以 45 d 为 1 个实验周期,试验时间

分别为:夏季(2009.6.7 至 2009.7.22)、秋季(2009.9.10 至 2009.10.15)、冬季(2009.12.1 至 2010.1.14)、春季(2010.3.1 至 2010.4.14)。

1.3 测定方法

每天观察各切条的萌芽情况,统计萌芽率。约 45 d 后,测定切条的成活率、主茎长度和根、茎、叶生物量及总生物量。成活率是以 15 株切条为基数进行计算,统计已成活切条占总切条(15 株)的比率。用直尺(精确度至 1 mm)测定每株五爪金龙的主茎长度^[12]。将每株五爪金龙的根(洗净后)、茎(去除原切条)、叶分别在 60℃ 下烘至恒重,用电子天平(精确度为 0.0001 g)称量,记录干重,计算各部分的生物量和总生物量。

1.4 统计方法

实验数据用 SAS 6.12 进行多重比较和方差分

析。对五爪金龙的不同长度切条在同一光环境及同一季节条件下的主茎长度、生物量分别选用最小显著差异法(LSD)进行多重比较。将光环境作控制变量(2个水平:光下、林下),对五爪金龙各长度切条的成活率、主茎长度和总生物量(观察变量)分别作单因素方差分析;将季节作控制变量(4个水平:春、夏、秋、冬),对五爪金龙各长度切条的成活率、主茎长度和总生物量(观察变量)也分别作单因素方差分析。未成活切条的各项数据用0补齐。

对五爪金龙的成活率、主茎长度及总生物量(因变量)与不同切条长度(自变量)之间的相关关系用SPSS 11.5分别进行一元线性回归分析。未成活切条的各项数据不用0补齐,只计算成活切条。

2 结果和分析

2.1 五爪金龙切条的萌芽率和成活率

随着切条扦插时间的延长,五爪金龙不同长度

切条的萌芽率都在增加。较长的切条萌芽较早,较短的切条萌芽较迟(表2)。五爪金龙切条长度越短,其成活率越低(图1),说明切条越短,越不利于五爪金龙的萌芽及成活。回归分析表明,在秋季和冬季,五爪金龙的成活率与切条长度呈显著正相关($R^2 > 0.675, P < 0.05$);在春季和夏季,两者的相关性未达显著水平($P > 0.05$)(表3)。

单因素方差分析表明,五爪金龙切条在林下和光下的成活率差异不显著($F = 0.231, P = 0.632$)。不同季节间的成活率差异也未达显著水平($F = 2.191, P = 0.098$)。但五爪金龙切条在不同光环境和不同季节的不能再生的最长茎段长度不同。春季光下不能再生的最长茎段为4 cm,林下为5 cm;夏季光下与林下均为4 cm;秋季光下与林下均为1 cm;而冬季光下为1 cm,林下为3 cm(图1)。1 cm的五爪金龙切条均未成活。表明春季林下最不利于五爪金龙切条的成活,秋季最有利于五爪金龙切条的成活。

表2 切割长度和光环境对五爪金龙萌芽起始时间的影响

Table 2 Effects of cutting length and light on begin days of sprout of *I. cairica*

环境 Environment	切条长度 (cm) Cutting length	萌芽起始天数 Begin days of sprout			
		夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	春季 Spring
光 Sunlight	15	5	3	12	9
	12	5	3	12	9
	10	5	3	12	9
	7	7	6	14	12
	5	8	4	19	32
	4	-	4	14	-
	3	-	12	16	-
	2	-	11	19	-
	1	-	-	-	-
林下 Understory	15	5	3	14	11
	12	5	3	19	9
	10	7	3	14	9
	7	7	3	22	32
	5	7	3	18	-
	4	-	11	18	-
	3	-	9	-	-
	2	-	16	-	-
	1	-	-	-	-

- :未成活 Not survive. 下表同 The same as following Tables.

表 3 五爪金龙的成活率(Y)与切条长度(X)的线性回归关系

Table 3 Linear regression between survival and cutting length of *I. cairica*

季节 Season	环境 Environment	R^2	F	P	回归方程 Regression equation	t
夏季 Summer	光下 Sunlight	0.202	0.759	0.448	$Y=0.706+0.008X$	0.871
	林下 Understory	0.727	7.975	0.067	$Y=0.632+0.016X$	2.824
秋季 Autumn	光下 Sunlight	0.763	19.300	0.005	$Y=0.305+0.052X$	4.393
	林下 Understory	0.675	12.442	0.012	$Y=0.095+0.072X$	3.527
冬季 Winter	光下 Sunlight	0.763	19.357	0.005	$Y=-0.037+0.061X$	4.400
	林下 Understory	0.941	64.125	0.001	$Y=-0.121+0.013X$	8.008
春季 Spring	光下 Sunlight	0.555	3.736	0.149	$Y=-0.055+0.0678X$	1.933
	林下 Understory	0.749	5.967	0.135	$Y=-0.502+0.108X$	2.443

$n=15$

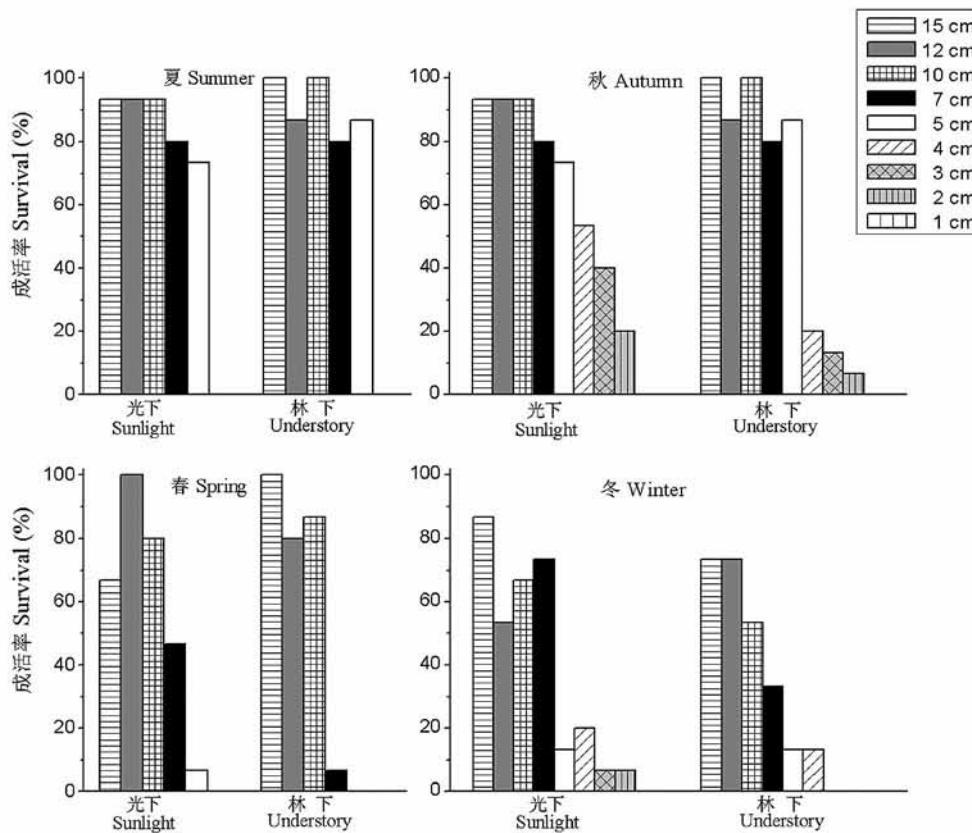


图 1 五爪金龙切条的成活率

Fig. 1 Survival of *I. cairica* cuttings

2.2 五爪金龙切条的主茎长度

随着切条长度的下降,五爪金龙切条主茎长度显著下降(表 4)。表明切条长度与五爪金龙主茎的伸长密切相关,切条越短,越不利于主茎的伸长。回归分析表明,五爪金龙的主茎长度与切条长度呈显著正相关($R^2 > 0.53, P < 0.001$)(表 5)。

方差分析表明,五爪金龙切条在光下与林下的

主茎长度有显著差异($F = 8.594, P < 0.05$)。除了在夏、秋季节 15 cm 长切条表现为林下主茎长度大于光下外,其余均表现为光下大于林下(表 4),这表明林下不利于主茎的伸长。从回归方程来看,林下主茎长度的回归系数均大于光下(表 5),表明林下五爪金龙主茎的伸长更易受到切条长度的影响。

表4 切割长度对五爪金龙主茎长度的影响

Table 4 Effects of cutting length and light on main stem length of *I. cairica*

环境 Environment	切条长度 (cm) Cutting length	主茎长度 Main stem length (cm)			
		夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	春季 Spring
光下 Sunlight	15	87.83 ± 12.16a	80.86 ± 13.01a	21.29 ± 1.80a	65.22 ± 10.49a
	12	96.08 ± 12.01b	77.00 ± 16.17a	21.80 ± 1.28a	55.17 ± 3.15b
	10	77.75 ± 6.97c	75.33 ± 8.27a	21.00 ± 2.535a	55.75 ± 6.63b
	7	45.29 ± 11.14d	74.57 ± 9.45a	6.00 ± 0.38a	48.50 ± 6.33c
	5	40.25 ± 10.12d	74.11 ± 10.90a	5.00 ± 0.54a	2.00 ± 0.00d
	4	-	47.00 ± 4.05b	6.10 ± 0.67b	-
	3	-	39.50 ± 2.44c	5.38 ± 0.58c	-
	2	-	38.00 ± 2.30c	3.13 ± 0.29c	-
	1	-	-	-	-
	林下 Understory	15	98.31 ± 9.53a	86.42 ± 14.92a	21.00 ± 0.38a
12		84.85 ± 9.89b	76.50 ± 11.57b	12.33 ± 2.06b	44.00 ± 5.25b
10		78.55 ± 13.84b	58.45 ± 14.44c	12.80 ± 1.03b	42.13 ± 4.70b
7		38.67 ± 4.60c	52.50 ± 9.21cd	2.00 ± 0.54d	2.50 ± 0.00c
5		38.00 ± 7.35c	46.50 ± 9.75de	2.75 ± 0.23c	-
4		-	40.53 ± 4.47ef	1.33 ± 0.22d	-
3		-	39.50 ± 2.08ef	-	-
2		-	35.60 ± 1.12f	-	-
1		-	-	-	-

$n=15$; 同列数据后不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。Data followed different letters within column indicate significant difference at 0.05 level by LSD-test.

表5 五爪金龙切条的主茎长度(Y)与切条长度(X)的线性回归关系

Table 5 Linear regression between main stem length and cutting length of *I. cairica*

季节 Season	环境 Environment	R^2	F	P	回归方程 Regression equation	t
夏季 Summer	光下 Sunlight	0.684	157.485	0.000	$Y = 12.693 + 5.791X$	12.549
	林下 Understory	0.902	319.554	0.000	$Y = 1.679 + 6.734X$	17.876
秋季 Autumn	光下 Sunlight	0.530	132.811	0.000	$Y = 39.654 + 3.261X$	11.524
	林下 Understory	0.814	319.554	0.000	$Y = 1.679 + 6.734X$	17.826
冬季 Winter	光下 Sunlight	0.834	519.894	0.000	$Y = -963 + 1.679X$	24.329
	林下 Understory	0.908	874.292	0.000	$Y = -7.134 + 1.793X$	29.568
春季 Spring	光下 Sunlight	0.632	125.789	0.000	$Y = -5.587 + 5.195X$	12.216
	林下 Understory	0.783	210.281	0.000	$Y = -38.145 + 6.825X$	14.501

$n=15$

四个季节之间,五爪金龙切条的主茎长度也存在显著差异($F = 169.141, P < 0.001$)。相同条件下,冬季五爪金龙切条的主茎长度明显低于其它3个季节(表4)。在光下,4个季节中以夏季12 cm切条的主茎长度最长,达96.08 cm,秋季次之,春季第三,冬季最短,为21.80 cm。夏季是冬季的4倍多。

可见,季节对五爪金龙主茎的伸长影响显著,夏季最利于五爪金龙主茎的伸长,而冬季最不利于五爪金龙主茎的伸长。

2.3 切割长度对生物量的影响

随着切条长度的下降,五爪金龙的总生物量显

著降低(表 6),根、茎、叶的生物量也显著降低,其变化趋势与总生物量的一致。回归分析表明,五爪金龙总生物量与切条长度呈显著正相关关系($R^2 > 0.728, P < 0.001$)(表 7)。

方差分析表明,五爪金龙切条在光下与林下的总生物量有显著差异($F = 158.132, P < 0.001$),林下总生物量显著低于光下,表明林下条件不利于五爪金龙总生物量的积累;五爪金龙总生物量在 4 个季

节间也有显著差异($F = 193.687, P < 0.001$),相同光环境下,冬季总生物量显著低于其它 3 个季节,最大总生物量出现在夏季,为 1.389 g,秋季次之,春季第三,冬季最低,为 0.168 g(表 6),夏季的总生物量是冬季的 8 倍多。春季林下的根生物量最低(表 6),表明季节对五爪金龙生物量的积累有密切关系,夏、秋季最利于五爪金龙生物量的积累,冬、春季最不利于五爪金龙生物量的积累和生根。

表 6 切割长度对五爪金龙生物量的影响

Table 6 Effects of cutting length and light on biomass of *I. cairica*

环境 Environment	季节 Season		切条长度 Cutting length (cm)							
			15	12	10	7	5	4	3	2
光下 Sunlight	夏季 Summer	总和 Total	1.389 ± 0.251a	1.192 ± 0.187b	0.815 ± 0.093c	0.290 ± 0.039d	0.252 ± 0.045d	-	-	-
		根 Root	0.347 ± 0.052a	0.249 ± 0.041b	0.156 ± 0.031c	0.053 ± 0.008d	0.047 ± 0.010d	-	-	-
		茎 Stem	0.412 ± 0.092a	0.398 ± 0.075a	0.249 ± 0.034b	0.093 ± 0.017c	0.066 ± 0.019c	-	-	-
	秋季 Autumn	叶 Leaf	0.629 ± 0.144a	0.546 ± 0.123b	0.409 ± 0.052c	0.144 ± 0.021d	0.139 ± 0.031d	-	-	-
		总和 Total	1.255 ± 0.112a	1.191 ± 0.163ab	1.174 ± 0.101b	1.039 ± 0.098c	0.883 ± 0.126d	0.638 ± 0.055e	0.557 ± 0.064f	0.243 ± 0.019g
		根 Root	0.431 ± 0.052a	0.396 ± 0.049b	0.393 ± 0.049b	0.304 ± 0.042c	0.222 ± 0.041d	0.167 ± 0.043e	0.158 ± 0.040e	0.068 ± 0.012f
	冬季 Winter	茎 Stem	0.330 ± 0.067a	0.310 ± 0.061a	0.319 ± 0.073a	0.322 ± 0.086a	0.253 ± 0.072b	0.156 ± 0.023c	0.122 ± 0.016c	0.039 ± 0.005d
		叶 Leaf	0.494 ± 0.077a	0.485 ± 0.083a	0.462 ± 0.059a	0.413 ± 0.049b	0.408 ± 0.058b	0.316 ± 0.036c	0.278 ± 0.024c	0.136 ± 0.006d
		总和 Total	0.168 ± 0.023a	0.105 ± 0.009b	0.084 ± 0.006c	0.068 ± 0.001d	0.065 ± 0.004d	0.043 ± 0.001e	0.024 ± 0.000f	0.022 ± 0.001f
	春季 Spring	根 Root	0.020 ± 0.003a	0.013 ± 0.002b	0.012 ± 0.001c	0.008 ± 0.002d	0.008 ± 0.001d	0.007 ± 0.001ed	0.007 ± 0.000ed	0.006 ± 0.000e
		茎 Stem	0.032 ± 0.004a	0.025 ± 0.000b	0.015 ± 0.002c	0.014 ± 0.001d	0.013 ± 0.001d	0.008 ± 0.000e	0.004 ± 0.001f	0.004 ± 0.000f
		叶 Leaf	0.117 ± 0.020a	0.067 ± 0.009b	0.056 ± 0.004c	0.046 ± 0.002d	0.045 ± 0.004d	0.028 ± 0.001e	0.013 ± 0.001f	0.012 ± 0.001f
林下 Understory	夏季 Summer	总和 Total	0.433 ± 0.026a	0.316 ± 0.038b	0.355 ± 0.026c	0.244 ± 0.010d	0.031 ± 0.000e	-	-	-
		根 Root	0.052 ± 0.011a	0.032 ± 0.010b	0.032 ± 0.007b	0.021 ± 0.009c	0.002 ± 0.000d	-	-	-
		茎 Stem	0.104 ± 0.014a	0.079 ± 0.008b	0.097 ± 0.004c	0.067 ± 0.001d	0.002 ± 0.000e	-	-	-
	秋季 Autumn	叶 Leaf	0.277 ± 0.020a	0.205 ± 0.033b	0.226 ± 0.017c	0.156 ± 0.012d	0.027 ± 0.000e	-	-	-
		总和 Total	0.719 ± 0.101a	0.486 ± 0.105b	0.343 ± 0.061c	0.180 ± 0.026d	0.160 ± 0.027d	-	-	-
		根 Root	0.114 ± 0.027a	0.073 ± 0.019b	0.038 ± 0.008c	0.035 ± 0.003c	0.034 ± 0.009c	-	-	-
	冬季 Winter	茎 Stem	0.260 ± 0.060a	0.166 ± 0.037b	0.113 ± 0.024c	0.066 ± 0.012d	0.053 ± 0.011d	-	-	-
		叶 Leaf	0.344 ± 0.070a	0.246 ± 0.064b	0.192 ± 0.042c	0.078 ± 0.019d	0.074 ± 0.010d	-	-	-
		总和 Total	0.202 ± 0.022a	0.188 ± 0.025b	0.179 ± 0.014b	0.159 ± 0.023c	0.152 ± 0.019c	0.080 ± 0.009d	0.028 ± 0.001e	0.013 ± 0.001f
	春季 Spring	根 Root	0.020 ± 0.005a	0.019 ± 0.004ab	0.017 ± 0.003c	0.020 ± 0.003a	0.019 ± 0.005ab	0.017 ± 0.002bc	0.004 ± 0.000d	0.002 ± 0.001d
		茎 Stem	0.086 ± 0.011d	0.085 ± 0.013ab	0.085 ± 0.016ab	0.082 ± 0.017ab	0.078 ± 0.011b	0.025 ± 0.001c	0.005 ± 0.000d	0.004 ± 0.001d
		叶 Leaf	0.096 ± 0.017a	0.085 ± 0.020b	0.077 ± 0.008b	0.057 ± 0.012c	0.055 ± 0.014c	0.038 ± 0.007d	0.020 ± 0.001e	0.007 ± 0.000f
夏季 Summer	总和 Total	0.120 ± 0.005a	0.068 ± 0.005d	0.072 ± 0.004c	0.052 ± 0.002d	0.050 ± 0.002d	0.020 ± 0.001e	-	-	
	根 Root	0.018 ± 0.000a	0.012 ± 0.001b	0.010 ± 0.001c	0.007 ± 0.001d	0.008 ± 0.001d	0.006 ± 0.001e	-	-	
	茎 Stem	0.029 ± 0.001a	0.015 ± 0.001b	0.008 ± 0.000c	0.006 ± 0.000d	0.005 ± 0.000e	0.003 ± 0.000f	-	-	
秋季 Autumn	叶 Leaf	0.073 ± 0.005a	0.042 ± 0.004b	0.054 ± 0.004c	0.039 ± 0.002d	0.038 ± 0.002d	0.011 ± 0.001e	-	-	
	总和 Total	0.291 ± 0.058a	0.193 ± 0.031b	0.156 ± 0.018c	0.055 ± 0.000d	-	-	-	-	
	根 Root	0.019 ± 0.003a	0.010 ± 0.002b	0.010 ± 0.002b	0.006 ± 0.000c	-	-	-	-	
冬季 Winter	茎 Stem	0.077 ± 0.015a	0.055 ± 0.010b	0.041 ± 0.006c	0.005 ± 0.000d	-	-	-	-	
	叶 Leaf	0.195 ± 0.043a	0.128 ± 0.023b	0.104 ± 0.013c	0.044 ± 0.000d	-	-	-	-	

$n = 15$; 同行数据后不同字母表示差异显著(LSD 检验, $P < 0.05$)。Data followed different letters within line indicate significant difference at 0.05 level by LSD-test.

表7 五爪金龙总生物量(Y)与切条长度(X)的线性回归关系

Table 7 Linear regression between total biomass and cutting length of *I. cairica*

季节 Season	环境 Environment	R^2	F	P	回归方程 Regression equation	t
夏季 Summer	光下 Sunlight	0.872	502.755	0.000	$Y = -0.459 + 0.127X$	22.422
	林下 Understory	0.859	447.462	0.000	$Y = -0.185 + 0.057X$	21.153
秋季 Autumn	光下 Sunlight	0.753	360.314	0.000	$Y = 0.363 + 0.070X$	18.982
	林下 Understory	0.728	315.804	0.000	$Y = 0.024 + 0.014X$	17.771
冬季 Winter	光下 Sunlight	0.899	1037.225	0.000	$Y = 0.000 + 0.010X$	32.206
	林下 Understory	0.850	499.960	0.000	$Y = 0.000 + 0.007X$	22.360
春季 Spring	光下 Sunlight	0.790	274.964	0.000	$Y = -0.065 + 0.035X$	16.582
	林下 Understory	0.861	362.426	0.000	$Y = -0.144 + 0.029X$	19.037

$n = 15$

3 讨论

本文研究了切割处理对五爪金龙切条的萌芽率和成活率及其主茎长度和生物量的影响。结果表明,随着五爪金龙切条长度的下降,其起始萌芽时间推迟,成活率下降,主茎长度和生物量也下降。这可能与五爪金龙切条本身保留的营养与激素有关^[13-15],切条越短,保留的营养及激素含量越少,越不利于切条的萌芽和成活。

五爪金龙切条在林下比光下积累的生物量较少,主茎也较短。这是由于五爪金龙是喜阳植物^[16],适宜的光照有促进植物扦插茎段生根的作用^[17-20],所以林下环境不利于五爪金龙切条的再生和生物量的积累,该结果与吴双桃等^[21]的研究结果一致。

在4个季节中,冬季时五爪金龙切条的主茎长度、生物量都最低;冬季林下对五爪金龙主茎的伸长和生物量的积累最不利,这可能与冬季气温低,光照时间较短有关(表1)。从五爪金龙切条的成活率来看,不能再生的切条最长茎段的长度不一,其中春季林下不能再生的最长茎段最长,为5 cm,这表明春季林下最不利于五爪金龙扦插茎段的成活,原因可能是由于空气湿度、温度及光照影响了切条的生根^[17-18],这也与春季林下的根生物量较低的结果相一致(表9)。2010年广州春季有几次倒春寒来袭,气温低,降水量大、光照时间少(表1),不利于植物的生根和营养物质积累,湿度大还容易导致切条生根后发生烂根现象^[18],所以春季林下最不利于五爪金龙成活。

五爪金龙不能再生的最长茎段长度在不同季

节和光环境下有所不同。因而建议在对五爪金龙进行人工清除后,可以考虑在不同季节选择不同的切割长度并置于林下,春季时将五爪金龙切割至5 cm并置于林下是最经济的防除方法;如果不考虑季节性及光条件时,应将其切割至1 cm以下的片段,这样可以更有效防止五爪金龙再生。

参考文献

- [1] Zeng X F(曾宪锋). A preliminary study on 5 species invasive plants in east Guangdong [J]. J Hanshan Teach Coll(韩山师范学院学报), 2003, 24(3): 69-71.(in Chinese)
- [2] Huang C P(黄彩萍), Zeng L M(曾丽梅). The investigation on the harm and prevention strategies of the exotic invasion weeds in the Guangzhou White Cloud Mountain [J]. Trop For(热带林业), 2003, 31(4): 1-6.(in Chinese)
- [3] Ji P J(纪佩吉), Zhuo H Y(卓海燕), Weng X M(翁晓敏), et al. Study on the content of protein in leaves of some important exotic harmful plants in the east of Guangdong [J]. Chin Wild Plant Resour(中国野生植物资源), 2005, 24(6): 48-50.(in Chinese)
- [4] Shao Z F(邵志芳), Zhao H B(赵厚本), Qiu S S(邱少松), et al. Study on the most harmful exotic plants in Shenzhen city [J]. Ecol Environ(生态环境), 2006, 15(3): 587-593.(in Chinese)
- [5] Qiu D P(邱东萍), Huang D C(黄道城), Zhuang W S(庄文宋). Analysis of four most harmful external invasion plants in Jieyang City [J]. Acta Agri Jiangxi(江西农业学报), 2007, 19(11): 36-37. (in Chinese)
- [6] Huang S C(黄山春), Qin W Q(覃伟权), Li C X(李朝绪), et al. The main exotic invasive weeds in South China [J]. Mod Agri Sci Techn(现代农业科技), 2007, 19: 86-87.(in Chinese)
- [7] Li W H(李伟华), Feng H(冯航). An imperiled weed in greenland: *Ipomoea cairica* [J]. Guangdong Landscape Arch(广东园林), 2007, 29(6): 37-39.(in Chinese)
- [8] Weber E, Sun S G, Li B. Invasive alien plants in China: Diversity

- and ecological insights [J]. *Biol Invas*, 2008, 10: 1411–1429.
- [9] Peng S L, Chen B M, Lin Z G. The status of noxious plants in lower subtropical region of China [J]. *Acta Ecol Sin*, 2009, 29: 79–83.
- [10] Chen L Y(陈良燕), Xu H G(徐海根). Australian management strategy for invasive alien species and references available to China [J]. *Biodiv Sci(生物多样性)*, 2001, 9(4): 466–471.(in Chinese)
- [11] Weather Underground URL [OL]. Guangzhou, [2010-07-05]. <http://www.wunderground.com>
- [12] Wang J F(王俊峰), Feng Y L(冯玉龙). The effect of light intensity on biomass allocation, leaf morphology and relative growth rate of two invasive plants [J]. *Acta Phytoecol Sin(植物生态学报)*, 2004, 28(6): 781–786.(in Chinese)
- [13] Chen Y(陈怡), Liu H L(刘海琳). *In vitro* culture of 11 cultivars and strains of torreya and their variations of regeneration [J]. *J Zhejiang For Sci Techn(浙江林业科技)*, 2009, 29(2): 29–32.(in Chinese)
- [14] Lei S Q(雷抒情), Wang H Y(王海洋), Du G Z(杜国祯). Compensation growth response of two plants with different growth forms after clipping [J]. *Acta Phytoecol Sin(植物生态学报)*, 2005, 29(5): 740–746.(in Chinese)
- [15] Hicks S L, Reader R J. Compensatory growth of three grasses following simulated grazing in relation to soil nutrient availability [J]. *Can J Bot*, 1995, 73: 141–145.
- [16] Wu Y Q(吴彦琼), Hu Y J(胡玉佳). Researches on photosynthetic characteristics of exotic plants *Wedelia trilobata*, *Pharbitis nil* and *Ipomoea cairica* [J]. *Acta Ecol Sin(生态学报)*, 2004, 24(10): 2334–2339.(in Chinese)
- [17] Shen C Q(沈程清), Cao S Y(曹尚银), Xie S X(谢深喜), et al. Effects of rooting agent and environmental condition on softwood cutting rootage of Jujube [J]. *Acta Agri Jiangxi(江西农业学报)*, 2008, 20(2): 26–28.(in Chinese)
- [18] 薛勇. 园林植物扦插繁殖成活的条件及时期 [J]. *绿化与生活*, 2006(4): 16.
- [19] 胡艳丽, 毛志泉, 沈向, 等. 影响农作物根系冗余影响因子探讨 [J]. *现代农业科技*, 2008(23): 13–15.
- [20] Xu C Y(徐程杨). Response of structural plasticity of *Tilia amurensis* sapling crowns to different light conditions [J]. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, 2001, 12(3): 339–343. (in Chinese)
- [21] Wu S T(吴双桃), Zhu H(朱慧), Ma R J(马瑞君), et al. Effects on partial physiological indexes of *Ipomoea cairica* in different habitat [J]. *Hubei For Sci Techn(湖北林业科技)*, 2007(2): 10–13.(in Chinese)