

# 匍匐茎克隆植物可倒插繁殖研究

杜 琀<sup>1,2</sup>, 陈晓德<sup>1,2</sup>, 范庭兴<sup>1,2</sup>

(1. 西南大学 生命科学学院, 重庆 400715; 2. 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715)

**摘 要:**以大聚藻(*Myriophyllum aquaticum*)、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、蕹菜(*Ipomoea aquatica*)3种可扦插繁殖的草本克隆植物为试验材料,探索其在不同扦插方式下的生长繁殖特性,以为植物扦插育苗技术和克隆植物生长繁殖相关研究的进一步发展提供参考。结果表明:倒插繁殖可促进其克隆分株提前生成,不会对其生长、繁殖产生不利影响,甚至倒插繁殖还会赋予其优于正插繁殖的特性;一些草本花卉若采用倒插繁殖,可能培育出省时、别具一格的植株,具有很高的观赏价值;初步认为,能用茎扦插繁殖的草本植物多数也能倒插繁殖,尤其是匍匐茎克隆植物。

**关键词:**扦插繁殖;倒插;水平放置;匍匐茎克隆植物;正插

**中图分类号:**Q 945.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)04-0026-05

植物体的器官、组织甚至细胞中在不同的轴向上存在某种形态结构和生理生化上的梯度差异,这在生物学上称为极性,极性是植物分化中的一个基本现象,极性一旦建立,即难于逆转<sup>[1]</sup>。极性使扦插的植物枝条形态学下端较上端更容易形成不定根从而生存繁殖,因而,普遍地认为植物扦插育苗时应避免倒插<sup>[2-6]</sup>。

然而,这并不是绝对的。倒插成活与植物的种类有关,许多能用茎扦插繁殖的植物都能倒插繁殖<sup>[4,7-8]</sup>。已有诸多研究表明,植物倒插也能成功存活繁殖,甚至具有更好的效果。如令箭荷花倒插法可大大提高成活率<sup>[9]</sup>;葡萄倒插、阳畦催根与正插相比其成活率提高,幼苗生长迅速而健壮<sup>[10]</sup>;甘薯苗倒插优质且高产<sup>[11-12]</sup>;枸杞、紫薇倒插可生产出别具一格的盆景<sup>[13-14]</sup>;菊花倒插繁殖菊苗具有易粗壮、易发新根、易萌蘖等多种优点<sup>[15]</sup>;倒插钻天柳穗比正插的生根率、成活率高得多,比正插高苗有更多的优越性<sup>[16]</sup>。

目前,此类研究较少,且研究的对象主要集中在木本植物(乔木、柳树、钻天柳、刺槐、榉树、湖桑、石榴等;灌木与亚灌木:令箭荷花、枸杞、木槿、月季、三角梅等),少数为藤本植物(葡萄、常春藤、甘薯、绿萝等),关于草本植物的倒插研究相当稀少。该研究以大聚藻、空心莲子

草、蕹菜3种可扦插繁殖的草本克隆植物为试验材料,探索其在不同扦插方式下的生长繁殖特性,以为扦插育苗技术和克隆植物生长繁殖相关研究的进一步发展提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试3种材料为可用茎扦插繁殖的草本植物,且均为匍匐茎克隆植物:大聚藻(*Myriophyllum aquaticum*)属小二仙草科(Haloragidaceae)狐尾草属(*Myriophyllum*),别名羽毛草、粉绿狐尾藻;空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)属苋科(Amaranthaceae)莲子草属(*Alternanthera*),又名革命草、水花生、喜旱莲子草;蕹菜(*Ipomoea aquatica*)属旋花科(Convolvulaceae)番薯属(*Ipomoea*),又名空心菜、藤菜。

### 1.2 试验方法

选取生长环境、长势均一致的大聚藻、空心莲子草、蕹菜,对其相同的、未成熟的部位进行机械断枝,使其带8个节点(7个完整茎节)。分为3组,分别按正插、倒插、水平放置3个不同处理,置于盛有土壤的55 cm×40 cm×23 cm塑料箱中,每处理15个重复。其中,正插、倒插的8个节点均为4个节点在土中、4个节点在空气中,水平放置的8个节点均与土壤接触(半埋于土)。土壤厚>20 cm,为西南大学生态园紫色土。于西南大学生态园透光大棚下,在保持土壤湿润且没过空气中的节点条件下生长30 d(大聚藻、空心莲子草试验初始日期为2013年9月20日,蕹菜试验初始日期为2014年7月2日)。同时,取相同的试验材料20株进行相同的机械断枝处

**第一作者简介:**杜琀(1989-),女,硕士研究生,研究方向为植物生态学与环境生态学。E-mail:duhuiswu@126.com

**责任作者:**陈晓德(1955-),男,副研究员,现主要从事植物生态学和应用生态学及生态修复与环境影响评价等研究工作。E-mail:cxde@swu.edu.cn

**收稿日期:**2014-11-06

理,用以模拟试验断枝初始生物量。试验期间当水分减少时用自来水补充,并观察 3 种植物 3 个不同处理开始形成分株的时间。

试验结束时,分别测定 3 种不同扦插方式条件下试验植物断枝的各茎长、上位直径、下位直径、断枝生物量、根生物量、克隆分株数、克隆分株生物量、茎壁厚(空心莲子草幼苗茎几乎为实心,故仅测薹菜)。

### 1.3 项目测定

扦插前分别测定每个断枝的各茎长( $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_4$ 、 $L_5$ 、 $L_6$ 、 $L_7$ )、下位直径  $d_1$ (形态学第 2 茎节直径)、上位直径  $d_2$ (形态学第 6 茎节直径)、薹菜下位茎壁厚  $\alpha$ (苗小,上位茎壁厚无法测)。由此,断枝总长  $L=L_1+L_2+L_3+L_4+L_5+L_6+L_7$ ,平均直径  $D=(d_1+d_2)/2$ ,大聚藻和空心莲子草断枝体积  $V=\Pi \times (D/2)^2 \times L$ ,薹菜断枝体积  $V=(\Pi \times D) \times \alpha \times L$ 。

取相同的试验材料 20 株作为收割组,对其进行相同的机械断枝处理,测量每个断枝的茎长、上中下位直径,置于烘箱在  $60^\circ\text{C}$  下烘 72 h 后称取干重。以体积为横坐标,生物量为纵坐标,采用 Excel 2003 进行“生物量与体积关系”曲线拟合,根据拟合公式,将断枝体积  $V$  代入,计算试验组各断枝的初始生物量。

该试验长度测量采用刻度尺(精确到 1 mm),上、中、下位直径测量采用游标卡尺(精确到 0.1 mm),干重测量采用万分之一电子天平(精确到 0.1 mg)。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2003 进行 3 种植物“生物量与体积关系”曲线拟合;采用 SPSS 20.0 对所测数据进行统计分析,用平均值和标准误表示测定结果,分别对每种植物 3 种不同扦插方式进行单因素 ANOVA 方差分析,并用 Duncan 法对各测定数据进行多重比较;作图采用 Origin 9.0 软件。

## 2 结果与分析

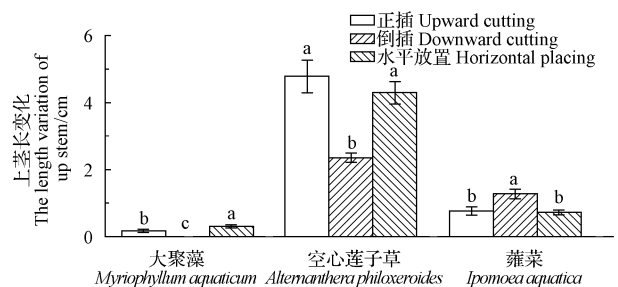
### 2.1 生长现象描述

正插处理中,薹菜的下位茎有部分腐烂死亡的现象,大聚藻和空心莲子草下位茎无此现象。倒插处理中,3 种植物断枝茎全部存活,但由于上位茎埋于地下,均表现出细长、白化、成钩状,钩状程度:薹菜>空心莲子草>大聚藻;3 种植物形成的克隆分株均弯曲后向上生长。水平放置处理中,薹菜的下位茎有部分腐烂死亡的现象,大聚藻和空心莲子草的茎无此现象。此外,3 种植物在生成克隆分株的时间上,均表现出倒插处理比正插和水平放置处理早 1~2 d;薹菜 3 种扦插方式下,断枝茎的下位茎壁厚均变小了,且处理间无显著差异。

### 2.2 断枝茎的伸长生长

3 种植物断枝全茎长的增加均主要表现在幼嫩的

上位茎,下位茎长的变化均表现为水平放置显著高于正插和倒插。大聚藻 3 个处理中,正插与水平放置处理的断枝茎长均有增长,且其伸长生长皆主要表现在幼嫩的上位茎,全茎长变化量:水平放置>正插>倒插,差异显著( $P<0.05$ );特别地,倒插处理的大聚藻,无论是上位茎,还是下位茎,其茎长均未发生变化;此外,只有水平放置处理的下位茎长发生了变化。空心莲子草 3 个处理的断枝茎长均表现为增长,且主要表现在幼嫩的上位茎。正插处理和水平放置处理的伸长生长较为突出,显著高于倒插处理( $P<0.05$ )。薹菜 3 个处理中倒插处理茎长变化最大,显著高于正插和水平放置处理( $P<0.05$ );说明薹菜断枝的茎长生长在成熟的下位茎基本不



注:同种植物不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。以下同。

Note: The same plant with different lowercase letters show significant differences among treatments( $P<0.05$ ). The same below.

图 1 上茎长变化

Fig. 1 The length variation of up stem

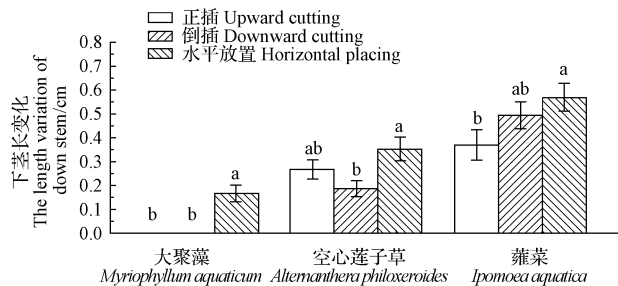


图 2 下茎长变化

Fig. 2 The length variation of down stem

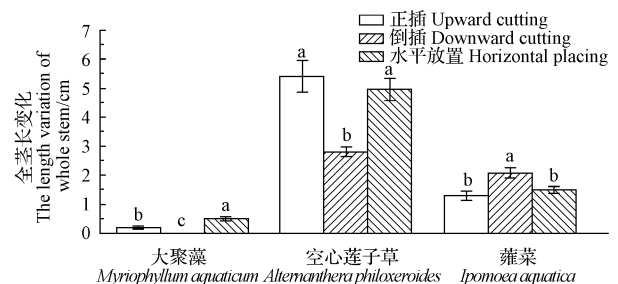


图 3 全茎长变化

Fig. 3 The length variation of whole stem

受其形态学方向的影响,而在幼嫩的上位茎受其形态学方向影响较大。

### 2.3 断枝茎的加粗生长

3种植物在3个不同扦插处理下断枝直径的变化没有显著的不同规律,仅大聚藻与空心莲子草的直径变化在趋势上较为一致。大聚藻正插、水平放置处理的上位直径变粗,倒插处理无明显变化;倒插与水平放置的下位直径变粗,正插的下位直径则表现为变细。空心莲子草3个处理断枝的上位茎、下位茎均有所变粗,其中倒插处理的上位茎变化程度显著小于其它2个处理( $P < 0.05$ ),而下位茎变化无明显差别。说明空心莲子草断枝的横向生长在成熟的下位茎不受其形态学方向影响,而在幼嫩的上位茎受其形态学方向影响。薹菜3个不同处理的上位直径和下位直径的变化均表现为正插的增加量最大,其次是水平放置处理,倒插的增加量最小;3个处理下位直径的增加量均为负值(即下位直径变小了),且倒插处理的上位直径也变小了。

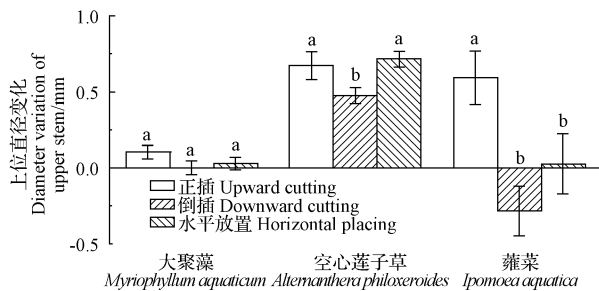


图4 上位直径变化

Fig. 4 Diameter variation of upper stem

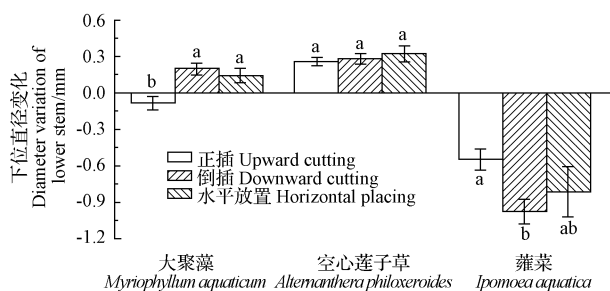


图5 下位直径变化

Fig. 5 Diameter variation of lower stem

### 2.4 断枝及根的生物量变化

根据收割组测得的体积、生物量,经 SPSS 相关性分析,大聚藻、空心莲子草、薹菜断枝体积与生物量的 Pearson 相关系数分别为 0.958、0.975、0.943,均有极强相关性( $P < 0.01$ )。以体积为横坐标,生物量为纵坐标,用 Excel 软件进行“生物量与体积关系”曲线拟合,获得大聚藻拟合曲线: $y = (4 \times 10^{-5})x^2 - 0.001x + 24.619, R^2 = 0.9618$ ;空心莲子草拟合曲线: $y = (2 \times 10^{-5})x^2 +$

$0.0452x + 80.283, R^2 = 0.9598$ ;薹菜拟合曲线: $y = (1 \times 10^{-8})x^2 - (3 \times 10^{-5})x + 0.2437, R^2 = 0.957$ 。根据拟合公式,将断枝体积代入,计算得出试验组各断枝的初始生物量,对比试验结束时的实测生物量,得其生物量变化(图6)。

3种植物的3个不同处理的断枝生物量比较表明,正插增加量均显著高于倒插和水平放置处理( $P < 0.05$ )。其差异表现在以下几方面。大聚藻3个处理的断枝生物量较试验开始前均有增加,正插增加量显著高于倒插和水平放置处理( $P < 0.05$ ),倒插和水平放置处理的增加量差别不显著。空心莲子草3个处理的断枝茎生物量均有增加,其中,正插处理增加量最多,其次是倒插处理,且3个处理间的差异是显著的( $P < 0.05$ )。薹菜正插和水平放置处理的断枝生物量较试验开始前均有增加,但无显著差异;而倒插处理的断枝生物量较试验开始前减少了,与正插和水平放置处理有显著差异( $P < 0.05$ )。说明薹菜的断枝的生长明显受到了极性的影响。

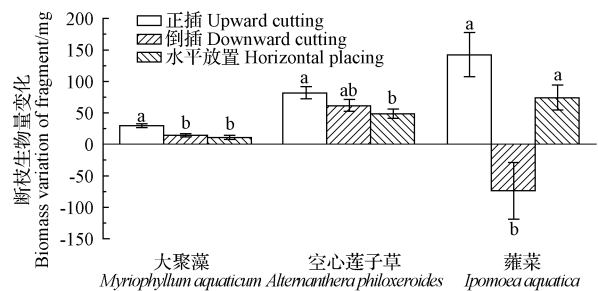


图6 断枝生物量变化

Fig. 6 The biomass variation of fragment

大聚藻3个处理形成的根生物量差异显著( $P < 0.05$ ),水平放置>正插>倒插;空心莲子草倒插处理断枝形成的根的生物量显著低于正插和水平放置处理( $P < 0.05$ ),正插和水平放置断枝形成的根的生物量相近;薹菜3个处理生成的根生物量差异不显著,但有水平放置>倒插>正插的趋势。

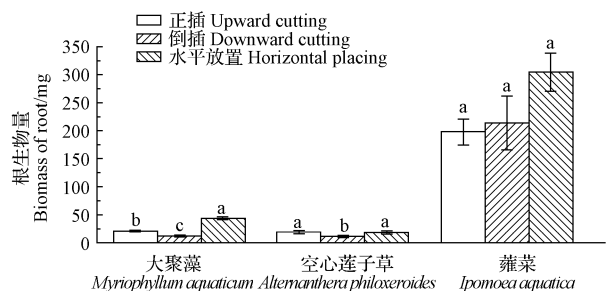


图7 根生物量

Fig. 7 The biomass of root

### 2.5 克隆分株的生成量

在克隆分株数量上,3种植物均表现出倒插处理高



于水平放置处理,在空心莲子草和薹菜中差异显著( $P < 0.05$ );倒插与正插之间则无显著差异,在大聚藻和薹菜中,倒插甚至有高于正插处理的趋势。在克隆分株生物量上,空心莲子草和薹菜的倒插处理均有高于正插、水平放置处理的趋势,但差异不显著;大聚藻则水平放置处理显著高于正插和倒插处理。

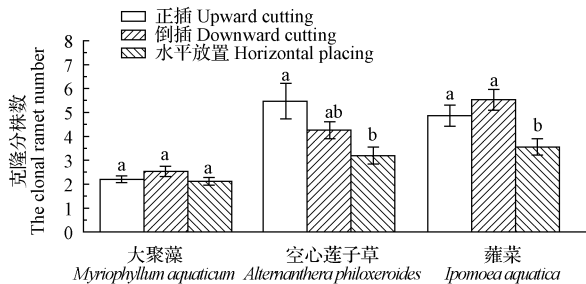


图8 克隆分株数

Fig. 8 The clonal ramet number

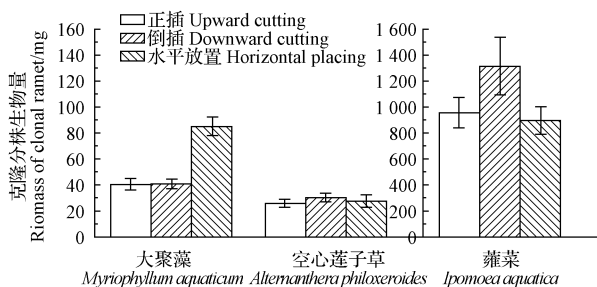


图9 克隆分株生物量

Fig. 9 The biomass of clonal ramet

## 2.6 结果观察分析

通过试验初步推测,草本匍匐茎克隆植物扦插育苗时,水平放置处理断枝生成的根最多,其次是正插处理,倒插处理最少;正插、倒插和水平放置处理的断枝原有茎均可正常生长存活,但由于受极性影响,倒插处理的断枝原有茎生长速度会减慢,甚至停止生长;倒插处理的上位茎会表现出细长、白化、钩状,其钩状程度与植物种类有关;倒插不仅不会对匍匐茎克隆植物的扦插繁殖产生不利影响,还可促进克隆分株提前生成。

大聚藻、空心莲子草、薹菜为不同科属的匍匐茎克隆植物,存在较大的种间生理、结构的差异。特别地,大聚藻茎实心,而空心莲子草、薹菜茎中心是空心的;空心莲子草茎的空心程度很小,而薹菜茎空心程度很大,远远大于空心莲子草,从结构上来说,空心莲子草介于大聚藻和薹菜之间。因而,3种扦插方式处理下各生长指标的变化规律,空心莲子草或与大聚藻一致,或与薹菜一致,而大聚藻与薹菜之间则相去甚远。

由于薹菜生理和结构上的特殊性,与土壤接触、能生根的成熟茎段有部分死亡腐烂的现象,且薹菜3种扦插

方式下,断枝茎的下位茎壁厚均会变小。

在断枝生物量变化、上位茎长和直径变化中可以看到,大聚藻、空心莲子草的3个处理中,倒插处理断枝生物量、上位茎长和直径增加量属低水平,在薹菜中断枝生物量还大大减少了。由此,推测3种植物均表现出倒插处理形成克隆分株的时间最早,可能是由于倒插条件下,植物极性使得养分无法从地下部分(上位茎)逆向运输到地上部分(下位茎),导致其断枝生长较正插和水平放置处理缓慢,甚至停止生长,而将断枝原有上位茎上的养分主要用于生成克隆分株;正插和水平放置处理,则不受植物极性影响,不仅要生成克隆分株,还要保证其上位茎仍正常生长。

倒插处理中,3种植物断枝上位茎均表现出细长、白化、钩状,且钩状程度:薹菜>空心莲子草>大聚藻,主要是由于上位茎成熟度低,且埋于地下,缺乏光照,又由于茎的负向重力性(植物向性运动的一种),因而表现出细长、白化、成钩状;它们生成的克隆分株弯曲后向上生长也是这一生理机制造成的。由于种间差异,3种植物节间生长能力不同:薹菜>空心莲子草>大聚藻,因而其钩状程度:薹菜>空心莲子草>大聚藻。

3种植物水平放置处理断枝生成的根最多,其次是正插处理,倒插处理最少。这主要是因为水平放置处理的断枝与养分、水分接触范围最大,具备生根条件的部位最多,因而根生长量最大;尽管正插处理与倒插处理的断枝与养分、水分接触范围相近,具备生根条件的部位同等,但倒插处理埋于地下的为上位茎,成熟度远低于正插处理的下位茎,生根能力更弱,因而倒插处理根生成量最少。

## 3 讨论

基于目前对许多木本植物的研究,倒插能催根已得到广泛证实<sup>[16-22]</sup>。诸多学者认为,“如枝条倒插,则生根仍在枝段的形态学下端”,根插也是这样,“插时注意根的上下端,不要倒插”<sup>[14,18,23-24]</sup>。也就是说,无论是枝条还是根段,倒插一般不能成活,即使成活了,芽依然发生在植物形态学的顶端,根依然发生在植物形态学的下端。显然,这一说法并不科学,无论是在木本植物(柳树<sup>[25]</sup>、刺槐<sup>[22]</sup>、石榴<sup>[26]</sup>、葡萄<sup>[19]</sup>、甘薯<sup>[8,11-12]</sup>等),还是在草本植物(大聚藻、空心莲子草、薹菜等),均已得到证明。

通过试验初步认为,草本匍匐茎克隆植物倒插可促进克隆分株提前生成,比其它形式的促芽法更省时,还不会对匍匐茎克隆植物的扦插繁殖产生不利影响,甚至还能形成姿态奇特的新植株,在花卉园艺中具有较高的应用价值。这再次说明在扦插繁殖时有些植物并非一定要形态学的上端向上,下端向下,有些植物的某些部位极性并非不可逆转,倒插繁殖还会赋予某些植物优

于正插繁殖的特性<sup>[26-27]</sup>。

周银丽等<sup>[4]</sup>研究发现,影响植物枝条倒插成活的因素主要有根部的光暗条件、水分、温度、土壤的微生物环境等,其中关键因素是下端的黑暗条件,下端的黑暗条件决定了倒插枝条能否生根,即形态学的上端能否诱导生根。也许正是这个原因,一些研究即使是采用同种植物,但由于环境因子不同,尤其是不同基质其遮光能力的差异,其结果大相径庭。

该研究认为,倒插繁殖是否可行与植物的种类有关,能用茎扦插繁殖的植物多数也能倒插繁殖,尤其是匍匐茎克隆植物。能倒插繁殖的植物种类还有很多,这些植物是否存在某种共同的特征,倒插处理对这些植物的生理生化会产生什么影响,尚有待进一步研究。

#### 参考文献

- [1] 潘瑞炽,董愚得. 植物生理学[M]. 3版. 北京:高等教育出版社,1995.
- [2] 王忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [3] 付金锋,董立峰,杨雪,等. 菜用枸杞硬枝扦插育苗研究[J]. 中国蔬菜,2013(16):61-65.
- [4] 周银丽,胡先奇,张虹,等. 影响植物枝条倒插成活的因素初探[J]. 现代农业科学,2008,15(5):3-5.
- [5] 户卫焉. 花卉扦插技术[J]. 河北林业科技,2012(1):93-94.
- [6] 晨光. 花卉扦插技术[J]. 农村实用技术,2012(10):31-32.
- [7] 张国锋. 植物枝条倒插成活的探究[J]. 生物学教学,2005,30(12):42-44.
- [8] 叶浩翔,林仲平,邓耀祥,等. 植物倒插能生长吗[J]. 科学课,2003(12):59.
- [9] 张远帆. 令剑荷花倒插法[J]. 中国花卉盆景,1999(8):20-21.
- [10] 杨恒友. 葡萄倒插、阳畦催根效果好[J]. 河北农业科技,1994(3):30.
- [11] 王斌章. 薯秧倒栽增产[J]. 当代蔬菜,2004(6):29.
- [12] 福清市城头镇农技站,福清市音西镇农技站. 甘薯苗倒插优质高产试验初报[J]. 福建农业科技,1996(2):29.
- [13] 周立. 又到紫薇倒插时[J]. 中国花卉盆景,2007(1):48-49.
- [14] 杨志新. 枸杞的扦插及其生物生理学特性研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2007.
- [15] 李艾先. 菊花倒插繁殖好处多[J]. 中国花卉盆景,1989(10):5.
- [16] 于长友,麻昌军. 倒插钻天柳育苗好[J]. 吉林林业科技,1994(5):53.
- [17] 李胜山,林寿康. 湖桑硬枝扦插育苗技术研究[J]. 蚕桑通报,1986(4):14-17.
- [18] 陈彩杰,马文丽,朴楚炳. 刺五加硬枝扦插技术[J]. 延边大学学报,2003,25(4):250-253.
- [19] 杨麦生,姬秀枝. 倒插催根对葡萄成苗及苗木长势的影响[J]. 农业与技术,2009,29(3):36-38.
- [20] 刘云强. 椴树扦插繁殖技术及生根机理的研究[D]. 保定:河北农业大学,2004.
- [21] 唐伟. 新引进木槿品种扦插技术研究和品种评价[D]. 北京:北京林业大学,2008.
- [22] 王正庄. 刺槐硬枝扦插技术的研究[J]. 山东林业科技,1984(3):17-29.
- [23] 郝荣庭. 果树栽培学总论[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [24] 苏金乐. 园林苗圃学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [25] 王良成. 对柳树枝条倒插成活率的探究[J]. 中学生物学,2004(3):41-42.
- [26] 周银丽,陈光芹,杨端丽,等. 常春藤倒插成活与植物极性[J]. 中国农学通报,2008,24(12):329-330.
- [27] 周银丽,胡先奇,张虹,等. 石榴倒插成活与植物极性[J]. 安徽农业科学,2008,36(19):8070,8108.

## Study on Stoloniferous Clonal Plants that can Reverse Cuttage

DU Hui<sup>1,2</sup>, CHEN Xiao-de<sup>1,2</sup>, FAN Ting-xing<sup>1,2</sup>

(1. School of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715; 2. Key Laboratory of the Three Gorges Reservoir Region's Eco-Environment, Ministry of Education, Chongqing 400715)

**Abstract:** Taking three stoloniferous clonal plants: *Myriophyllum aquaticum*, *Alternanthera philoxeroides*, *Ipomoea aquatica* as materials, the effect under upward cutting, downward cutting, horizontal placing of three cutting ways on herbaceous plants growth, reproduction characteristics were investigated. In order to provide reference for further development of cuttage techniques and clonal plant growth and reproduction research. The results showed that reverse cuttage of the three plants could promote their clonal ramets generated in advance, but not adversely affect their growth and reproduction. Even reverse cuttage would give them superior characteristics to normal cuttage. That was, if some herbaceous flowers adopt reverse cuttage may produce a peculiar plant to save time and had high ornamental value. Thus, it showed that most herbaceous plants which could cutting propagation could also reverse cuttage, especially herbaceous stoloniferous clonal plants.

**Keywords:** cutting propagation; downward cutting; horizontal placing; stoloniferous clonal plants; upward cutting