

大聚藻断枝不同扦插方式对其生长及分株繁殖的影响

范庭兴, 陈晓德, 杜 琿

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

摘 要:以大聚藻断枝为试材,研究了在正向扦插、反向扦插、水平放置3种不同扦插方式下,大聚藻断枝、侧枝生长的生物学规律,以期为大聚藻无性繁殖技术提供数据支持及理论依据,并为科学制定大聚藻管理措施提供一定的参考依据。结果表明:反向扦插处理的断枝最早形成克隆分株,且形成的克隆分株最多,该处理断枝不发生伸长生长,但地上茎变粗;正向扦插处理的断枝形成的克隆分株数与水平放置处理相近,产生的克隆分株生物量与反向扦插处理相近,该处理断枝茎段继续伸长生长,地上茎变粗,地下茎则变细;水平放置处理的断枝形成的克隆分株生物量最大,并产生大量二级克隆分株,该处理断枝茎段也继续伸长生长,并变粗;反向扦插能形成最多的克隆分株,水平放置能形成更优势的克隆分株,二者更有利于分株繁殖。

关键词:大聚藻;断枝;扦插;克隆分株;生长;生物学规律;繁殖

中图分类号:Q 949.762.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)11-0055-04

大聚藻(*Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc.) 属小二仙草科狐尾草属多年生水生草本,别名狐尾藻、羽毛草、凤凰草、青狐尾,多生长在池塘或河川中,水上叶羽毛状全裂,水下叶裂片线形;花细小,白色,花期7~8月;子房下拉,分果^[1-2]。喜温暖,怕冻害,在26~30℃的温度范围内生长良好,越冬温度不宜低于5℃。大聚藻发苗迅速,成形很快,景观以群体效果见长,水体边缘、水体中央均宜,具有较高的园林应用价值。同时,诸多

研究表明大聚藻也是水质净化的良好材料^[3-8]。

大聚藻自然条件下以种子、根状茎和断枝3种方式进行繁殖^[9-10],人工繁殖方法则以扦插繁殖、分株繁殖、组织培养为主^[1]。顶端优势不利于侧枝生长萌发,断枝能够更早的形成克隆分株且几率更大^[11]。断枝是大聚藻克隆生长的重要营养繁殖体^[12-13],大聚藻在自然条件下的断枝繁殖也就是能自动形成断枝,而后萌发克隆分株,从有不定根的部位断裂进行分株繁殖^[9,14]。该研究除去大聚藻枝条的顶芽,研究大聚藻在3种不同扦插方式下的断枝、侧枝生长的生物学规律,对大聚藻不同扦插方式的分株繁殖效率进行评价,以期为大聚藻无性繁殖技术提供数据支持及理论依据,为科学制定大聚藻管理措施提供一定的参考依据。

第一作者简介:范庭兴(1989-),男,硕士研究生,现主要从事植物生态学及生态恢复等研究工作。E-mail:fantx1989@163.com.

责任作者:陈晓德(1955-),男,硕士,副研究员,硕士生导师,现主要从事应用生态学与植物生理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:2013-12-10

[7] 宋德禄,高庆玉,孙兰英,等.黑穗醋栗新品种-绥研1号[J].园艺学报,2009,36(6):931.

[8] 睢薇,李光玉,霍俊伟,等.大果优质黑穗醋栗新品种-布劳德[J].园艺学报,2002,29(5):497.

[9] 刘凤芝,杨晓华,赵文清,等.11个黑穗醋栗品种主要经济性状比较[J].中国林副特产,2010,105(2):33-35.

[10] 张艳波,李治国.黑穗醋栗主栽品种及栽培技术[J].北方园艺,2005(6):38-39.

[11] 李亚东,吴林,张志东,等.黑穗醋栗优良品种-黑珍珠[J].园艺学报,2002,29(2):190.

[12] 张志东,刘海广,李亚东,等.黑穗醋栗新品种-大粒甜[J].园艺学报,2005,32(4):761.

[13] 周文志,宋钟伍,刘凤芝,等.黑穗醋栗抗寒新品种晚丰[J].中国果树,2004(3):3-4.

[14] 陈建伟,杨荣慧,王延平,等.黑穗醋栗生物学特性与适生生态环境条件研究[J].西北农业学报,2006,15(5):236-239.

[15] 王峰.黑加仑栽培技术[J].农村科技,2012(8):47-48.

[16] 古丽娜尔.黑加仑整形修剪技术[J].农村科技,2011(7):45.

[17] 冯志春,陈静,姜珊.寒地黑穗醋栗栽培技术[J].现代化农业,2009(2):30-31.

[18] 韩明三,刘学才,王芝云.4个黑穗醋栗品种在山东青岛的引种试验[J].中国果树,2006(6):34-35.

[19] 郭绍杰,李胜皆,张勇,等.鲜食葡萄无公害栽培技术规程[J].落叶果树,2006(2):34-37.

[20] 戴孝东,乐平金.蓝莓无公害栽培技术[J].现代农业科技,2009(22):107,109.

[21] 陈建业,葛慧韶,宋娟丽,等.无花果无公害栽培技术规程[J].现代农业科技,2009(2):30-31.

1 材料与方法

1.1 试验材料

以大聚藻为试验材料,于2013年9月20日,选取生长环境、长势一致的大聚藻,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)。

1.2 试验方法

试验分为3组,分别按正向扦插、反向扦插、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,每个处理15次重复。正向扦插、反向扦插的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。土壤20 cm厚,为西南大学生态园紫色土。于西南大学生态园透光大棚下,保持土壤湿润、水不淹没空气中的节点条件下生长30 d,当水分减少时用自来水补充。同时,取相同的试验材料18株进行相同的机械断枝处理,用以模拟试验断枝初始生物量。

2013年10月20日试验结束,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、克隆分株数、克隆分株高、克隆分株生物量、断枝生物量、根生物量8个指标,并于试验过程中记录试验期气温,观察3个不同处理开始形成分株的时间,每隔3 d统计1次各处理的克隆分株数。试验期最高温34℃,最低温13℃,试验期间日平均温度为17~25℃。

1.3 项目测定

扦插前分别测定每个断枝的各茎长(从下至上依次为 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 、 L_6 、 L_7)、下位直径(形态学第2茎节直径 d_1)、中位直径(形态学第4茎节直径 d_2)、上位直径(形态学第6茎节直径 d_3)。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 $D=(d_1+d_2+d_3)/3$,断枝体积 $V=\pi \cdot (D/2)^2 \cdot L$ 。

取相同的试验材料18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,置于烘箱中,在60℃下烘72 h后称取干重。

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

数据处理与分析采用SPSS软件,做图采用Excel、Origin软件。

2 结果与分析

2.1 断枝生长情况

根据收割组测得的体积、生物量,经SPSS相关性分析,Pearson相关系数为0.958,极强相关。以体积为横坐标(x),生物量为纵坐标(y),用Excel软件进行“生物量与体积关系”曲线拟合,获得二项式拟合曲线: $y =$

$(4 \times 10^{-5})x^2 - 0.001x + 24.619$,决定系数 $R^2 = 0.9618$ (图1)。根据拟合公式,将断枝体积 V 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4)。

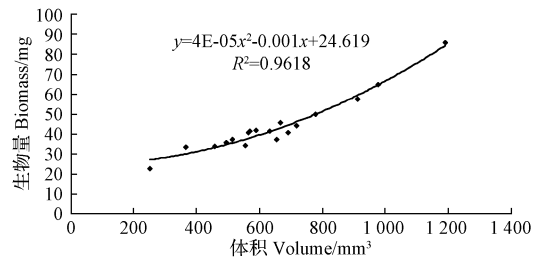


图1 体积与生物量的关系

Fig. 1 The relationship between volume and biomass

3个处理中,正向扦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部(即地上茎),反向扦插茎长则不变(图2)。表明除去顶芽,大聚藻断枝仍能进行节间伸长生长,且与形态学方向有关。

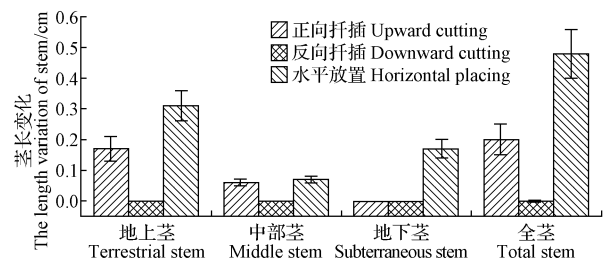


图2 断枝茎长变化

Fig. 2 The length variation of fragments

正向扦插、水平放置处理的上位直径变粗,反向扦插处理无明显变化;反向扦插与水平放置的下位直径变粗,正向扦插的下位直径则表现为变细(图3)。表明除去顶芽,大聚藻断枝仍能进行节间加粗生长,且与形态学方向有关,其中,正向扦插处理的断枝地下茎(下位茎)变细,可能是由于其功能逐渐根化造成的(在功能上逐渐由茎转变为根)。

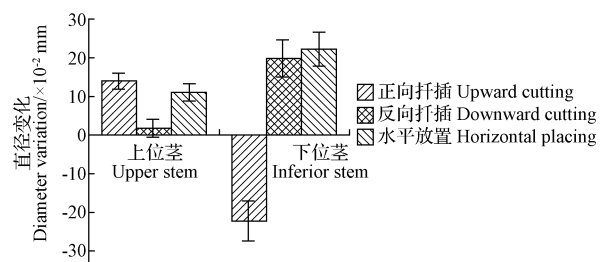


图3 断枝直径变化

Fig. 3 Diameter variation of fragments

由图4可知,3个处理的断枝生物量较试验开始前均有所增长,其中,正向扦插增长最多,是水平放置的2.1倍、反向扦插的2.04倍。表明除去顶芽,大聚藻断枝仍能进行节间生长,受形态学方向影响。水平放置处理的根生长量最大,其次是正向扦插,最后是反向扦插,其比值为2.12:1.00:3.53。这可能是由于水平放置处理的断枝与养分、水分接触范围最大,因而根生长量最大。而正向扦插处理地下茎为较成熟的下位茎,较反向扦插处理地下茎的较幼嫩上位茎更利于根的生长,因

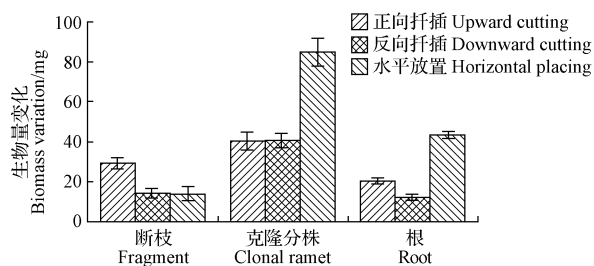


图4 生物量变化

Fig. 4 Biomass variation

表1

克隆分株生长情况

Table 1

The growth situation of clonal ramet

处理 Treatment	形成克隆分株的最早时间 The earliest time to emerge clonal ramets	前期克隆分株数 The clonal ramet number in preliminary stage	末期克隆分株数 The clonal ramet number in terminal stage	克隆分株生物量 The biomass of clonal ramet/mg
正向扦插 Upward cutting	9月24日	0.53±0.52	2.20±0.41	40.40±4.41
反向扦插 Downward cutting	9月22日	1.00±0.38	2.53±0.74	40.59±3.73
水平放置 Horizontal placing	9月25日	1.47±0.64	2.13±0.35	85.00±7.02

注:克隆分株数及生物量均为各处理15株的平均值,不计死亡克隆分株。

Note: The quantity of clonal ramet and biomass are the average of the 15 strains of the groups, excluding dead clonal ramet.

反向扦插处理形成的克隆分株的时间早且数量较多,可能是由于反向扦插条件下断枝地上节间生长停止,不伸长也不加粗,原有茎上以及根部吸收的养分主要供给克隆分株的萌生,又由于对其反向扦插处理,根部吸收的养分无法从地下部分(上位茎)逆向运输到地上部分(下位茎),因而在试验过程中反向扦插处理的空气节点上的克隆分株具有逐渐枯萎死亡现象。

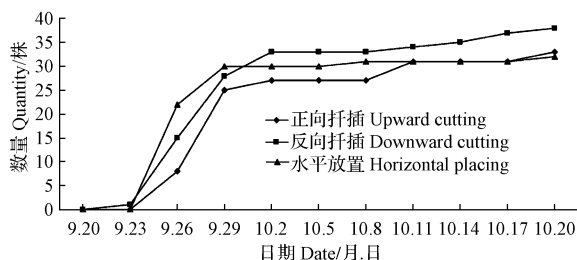


图5 克隆分株数随时间变化情况

Fig. 5 The quantity of clonal ramet changes over time

正向扦插处理的断枝根部吸收的养分能够从地下部分(下位茎)逆向运输到地上部分(上位茎),该处理断

而根生长量稍多于反向扦插处理。表明根的生长与形态学方向无关。

2.2 试验期克隆分株数随时间变化及克隆分株生物量情况

由表1、图5可知,3个不同处理中,反向扦插形成克隆分株的时间最早,其次是正向扦插,最后是水平放置。试验前期(1周后),3个处理的克隆分株数比例大致为正向扦插:反向扦插:水平放置=1:2:3,但此趋势在试验过程中逐渐消失,试验末期,3个处理的克隆分株数近似相同,形成的克隆分株生物量比例大致为正向扦插:反向扦插:水平放置=1:1:2。在试验过程中,反向扦插处理的克隆分株正常向上生长,不因反向扦插而影响其分株生长方向,但该处理空气节点上的克隆分株具有逐渐枯萎死亡现象,这是正向扦插和水平放置处理所没有的现象。表明形态学的方向不对克隆分株的发生起决定作用,但对克隆分株的寿命有影响,这与高莹等^[11]断枝水中扦插试验的结果不同。此外,水平放置处理形成多达17个的二级克隆分株,正向扦插和反向扦插未发现二级克隆分株。

枝节间继续伸长生长、加粗生长,因而克隆分株的形成慢于反向扦插,形成的克隆分株数也少于反向扦插。此外,其断枝与养分、水分接触范围又小于水平放置处理,因而前期形成的克隆分株数也少于水平放置处理。

水平放置处理的断枝与养分、水分接触范围最大,因而根生长量最大,保证了其断枝节间生长不影响克隆分株生长,产生最大的茎生长量和克隆分株生物量,并形成大量二级克隆分株。

3 讨论

大聚藻断枝诱导克隆分株进行分株繁殖,反向扦插和水平放置处理均比正向扦插处理效率更高。从克隆分株数量上看,反向扦插处理即使不计试验期地上节点枯萎死亡的克隆分株,形成的克隆分株数仍然最多,因而在空间资源有限条件下,要获取较多的克隆分株,可采用反向扦插进行分株繁殖,但要及时将分株与母株分离,避免其枯萎死亡。从克隆分株质量上看,水平放置处理形成的克隆分株数与正向扦插处理相当,但该处理产生的克隆分株生物量比其它2个处理均高出1倍,并

形成大量二级克隆分株,所形成的克隆分株长势明显优于其它处理。

大聚藻既是园林观赏植物又是水体生态恢复的先锋物种。大聚藻能形成种子,但水底由于溶氧量低、光照弱,难以达到大聚藻种子高光强的要求^[15],因而其种子萌发率不高,而且即使种子萌发形成幼苗,也难于存活并扩增成一定规模的种群。目前,大聚藻种苗主要由已形成大聚藻群落的水体中采集而来,若采集量不足则无法满足应用需要,若采集量过大则容易破坏采集地的原有生态系统。解决这一问题的办法之一是专门建立种苗塘,快速繁育生态恢复所需的种苗^[16]。该研究结果表明,通过机械断枝繁殖大聚藻幼苗是一种简单、经济、高效的办法,这为繁育园林景观应用及生态恢复所需的大聚藻种苗提供了新的思路。

该研究也为科学地制定大聚藻管理措施提供了一定的参考依据。由于大聚藻在适生条件下种群扩增速度快,常形成水表层的优势种群,导致水域下层的大型沉水植物不能生长^[9,17-18]。因而,大聚藻是在水生植被全面恢复后要加以限制的物种。若在水生植被全面恢复后,采取刈草措施加以限制是不可取的。

参考文献

- [1] 朱兴娜,施雪良. 狐尾藻的生产栽培与园林应用[J]. 南方农业(园林花卉版),2011(6):15-16.
- [2] 重庆市园林事业管理局,重庆市风景园林学会. 重庆园林植物名录[M]. 重庆:重庆市园林事业管理局,重庆市风景园林学会,2007.
- [3] 左小凤. 4种水生植物对水体的富营养化物质的吸收净化效果研究[D]. 重庆:西南大学,2010.
- [4] 姚辉,郭荣军,叶建平,等. 几种漂浮水生植物的净水能力分析与筛选[J]. 宁波农业科技,2012(3):15-18.
- [5] 金树权,周金波,朱晓丽,等. 10种水生植物的氮磷吸收和水质净化能力比较研究[J]. 农业环境科学学报,2010,29(8):1571-1575.
- [6] 周金波,金树权,姚永如,等. 冬季低温条件下6种水生植物水质氮、磷净化能力比较[J]. 浙江农业学报,2011,23(2):369-372.
- [7] 金春华,陆开宏,胡智勇,等. 粉绿狐尾藻和凤眼莲对不同形态氮吸收动力学研究[J]. 水生生物学报,2011,35(1):75-79.
- [8] 张贵龙,赵建宁,刘红梅,等. 不同水生植物对富营养化水体无机氮吸收动力学特征[J]. 湖泊科学,2013,25(2):221-226.
- [9] Smith C S, Barko J W. Ecology of Eurasian watermilfoil[J]. Journal of Aquatic Plant Management, 1990, 28:55-64.
- [10] 陈中义,雷泽湘,周进,等. 梁子湖优势沉水植物冬季种子库的初步研究[J]. 水生生物学报,2001,25(2):152-158.
- [11] 高莹,余小敏,刘杰,等. 狐尾藻断枝上不定根与芽发生的初步研究[J]. 水生生物学报,2007,31(5):726-730.
- [12] 崔心红,熊秉红,蒲云海,等. 5种沉水植物无性繁殖和定居能力的比较研究[J]. 植物生态学报,2000,24(4):502-505.
- [13] 董鸣,于飞海. 克隆植物生态学术语和概念[J]. 植物生态学报,2007,31(4):689-694.
- [14] Kimbel J C. Factors influencing potential intralake colonization by *Myriophyllum spicatum* L. [J]. Aquatic Botany, 1982, 14:295-307.
- [15] 苏文华,张光飞,张云孙,等. 5种沉水植物的光合特征[J]. 水生生物学报,2004,28(42):391-395.
- [16] 连光华,张圣照,伊乐藻,等. 水生高等植物的快速营养繁殖技术和培养方法[J]. 湖泊科学,1996,8(增刊):11-16.
- [17] Smith D H, Madsen J D, Dickson K L, et al. Nutrient effects on auto-fragmentation of *Myriophyllum spicatum* [J]. Aquatic Botany, 2002, 74:1-17.
- [18] Aiken S G, Newroth P R, Wile I. The biology of Canadian Weeds. :34. *Myriophyllum spicatum* L. [J]. Canadian Journal of Plant Science, 1979, 59: 210-215.

Effect of Different Cuttings on Fragments and Clonal Ramets of *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc

FAN Ting-xing, CHEN Xiao-de, DU Hui

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

Abstract: Using fragments of *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc as material to explore the biological laws of fragments and lateral branches growth under the upward cutting, downward cutting, horizontal placing three different cutting methods. In order to provide data to support and theoretical basis for asexual propagation techniques of *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc, and offer some reference for making the management measures of *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc scientifically. The results showed that downward cutting treatment was the earliest one to engender clonal ramets with a maximum of ramets, and the fragments no elongation growth occurred, but the aerial stems thicken; the clonal ramet number of upward cutting treatment similar to horizontal placing treatment, while the biomass of clonal ramets was close to downward cutting, and the fragments continue to elongate, the aerial stems thicken and the subterraneous stem thinned; horizontal placing treatment got most of the clonal ramets biomass and produces large amounts of second ramets, and the fragments also continue to elongate, and whole stem thicken; downward cutting could generate the maximum number of clonal ramets, the clonal ramets horizontal placing engendered were of high quality, they were more conducive to division propagation.

Key words: *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc; fragment; cutting; clonal ramet; growth; biological laws; propagation