

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2014.03.006

互花米草移栽种群无性繁殖的月动态

陈 圆^{1,2}, 曾兆华³, 秦晓静⁴, 杨 广^{1,2*}

¹福建农林大学应用生态研究所,福建 福州 350002; ²农业部闽台作物有害生物综合治理重点实验室,福建 福州 350002; ³福建省农业科学院植物保护研究所,
⁴福建农林大学食品科学学院,福建 福州 350013

摘要:【背景】分蘖繁殖和根茎繁殖是互花米草的主要无性繁殖方式,但目前对地下根茎生长动态及其与分蘖生长之间关系的研究较少。【方法】调查了宁德市飞鸾镇海滨滩涂互花米草移栽苗分蘖、根茎数量的月动态,比较了分蘖和根茎生物量的月间变化。【结果】该地互花米草存在 2 个分蘖盛期,分别为 5~6 月和 9~10 月,其中,5~6 月,分蘖快速生长的同时,根茎生长缓慢,该时期互花米草主要生长地上分蘖;9~10 月,小分蘖数增加量明显大于 5~6 月,而分蘖生物量绝对生长速率 (AGR) 却明显小于 5~6 月,该时期产生的小分蘖生长受到了限制。8 月起,分蘖生物量 AGR 下降,而根茎生物量 AGR 则明显增加,8 月后互花米草侧重地下根茎的积累和延伸;9~12 月,分蘖和根茎生物量 AGR 都持续下降,此时期分蘖、根茎生长减弱。【结论与意义】本研究认为,互花米草在 7 月前主要生长分蘖,7 月后开始快速生长根茎,这为优化互花米草的防治适期提供了参考。

关键词: 互花米草; 分蘖; 根茎; 生物量; 月间动态

Monthly variation of asexual reproduction of *Spartina alterniflora* (Loisel)

Yuan CHEN^{1,2}, Zhao-hua ZENG³, Xiao-jing QIN⁴, Guang YANG^{1,2*}

¹Institute of Applied Ecology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China; ²Key Laboratory of Integrated Pest Management for Fujian-Taiwan Crops, Ministry of Agriculture, Fuzhou, Fujian 350002, China; ³Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China; ⁴College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China

Abstract: 【Background】Tiller and rhizome productions are the main modes of *Spartina alterniflora* propagation. Few however have studied the rates of propagation of underground rhizomes and the links between tiller and rhizome production over time. 【Method】The monthly production of tiller and rhizome, in terms of biomass, was measured on transplants of *S. alterniflora* in the town of Feiluan, Ningde City. 【Result】There were two peaks of tiller production in this area. The first peak was from May to June. During this period, rhizomes grew slowly. The highest ratio of tiller to rhizome biomass was at the end of June. These results indicated that the growth of *S. alterniflora* was mainly through tiller production during this period. The second apparent peak was in September and October. The increase of small tillers was higher in September~October than in May~June but the tiller absolute growth rate (AGR) was lower. The growth of the small tillers after September might be restricted. AGR of tiller slowed down in August, while the total number of rhizomes and rhizome AGR increased, reaching a maximum in August~September. From September to December, AGR of tillers and rhizomes continued to decrease. These results indicate that *S. alterniflora* allocate growth to accumulation and extension of underground rhizome from August on. 【Conclusion and significance】The study shows that *S. alterniflora* mainly develops tillers before July and rhizomes after July in Ningde area, which provides a theoretical reference for control of *S. alterniflora*.

Key words: *Spartina alterniflora*; tiller; rhizome; biomass; monthly growth variation

互花米草 *Spartina alterniflora* Loisel 为禾本科 西洋西海岸及墨西哥湾 (Simenstad & Thom, Poaceae 米草属 *Spartina* 多年生草本植物,原产于大 1995),具有明显的保护滩涂、防风固沙的功能,世

界各国纷纷引入种植,但由于未进行有效的引种评估,致使其疯狂扩散和蔓延。1980 年 10 月,互花米草被移植到福建省(袁红伟等,2009),起初对福建省的滩涂保护贡献了力量,但由于其极强的入侵性,开始大肆侵占我省滩涂。2008 年,通过对福建省 16 个主要港湾的调查发现,互花米草分布的总面积接近 99.24 km², 占全省滩涂总面积的 5.94% (方民杰, 2012)。据不完全统计,互花米草在福建的发生面积占全国的 1/3,年造成的经济损失可达 10 亿元(郑冬梅和洪荣标,2006)。

互花米草的繁殖方式分为有性繁殖和无性繁殖。有性繁殖主要通过种子进行,其种子可随海水漂流进行远距离传播与扩散(Ayres *et al.*, 2003),完成定植的互花米草植株经过 9 个月的生长,单株植株可扩增到 86 ~ 122 株,集群扩散距离平均可达 107 cm(张东等, 2006)。无性繁殖的器官主要是分蘖和根茎,分蘖在地上增加植株数,根茎在地下延伸,出土形成新的株系(Smart, 1982);同时,根茎是互花米草的营养贮藏器官(Hester *et al.*, 2001),也是实现互花米草越冬生长的主要机制。目前国内外对互花米草地上分蘖动态(徐伟伟等, 2011)和生物量动态(李丽纯等, 2009;张林海等, 2008)等方面已有大量报道,但是针对互花米草地下根茎生长动态及其与分蘖生长之间的关系却鲜有报道。

本研究在 2013 年 4 ~ 12 月对宁德市飞鸾镇海滨滩涂的互花米草移栽田进行调查,分别研究了互花米草不同大小的分蘖和根茎数量,以及分蘖和根茎生物量的月动态,以探索互花米草无性繁殖规律,为优化互花米草防治,明确防治适期特别是物理防治适期提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验点选择

试验在福建省宁德市飞鸾镇二都村海边滩涂(北纬 26°35'17",东经 119°35'53",海拔 5 m)进行。该地区属亚热带海洋性季风气候区,年平均气温 13.4 ~ 20.2 °C,年平均降水量 1250 ~ 2350 mm,滩涂土质以泥质为主,潮汐类型为半日潮型。选择一处高潮区光滩作为试验田进行移栽试验。

1.2 供试材料

2013 年 3 月 4 日,在试验田附近挖掘大小相对一致的互花米草根茎株(地上部分高度 30 ~ 35 cm),

保留全部地上部分,地下部分留 5 cm,作为供试移栽苗。

1.3 移栽

移栽田面积 667 m²,分 40 行,每行长 18 m,每行移栽 30 株,株距 0.6 m;每 2 行一组,行间距 0.6 m,组间距 1.2 m。

1.4 采样方法

分别于 2013 年 4 月 16 日、5 月 23 日、6 月 27 日、8 月 1 日、9 月 15 日、10 月 31 日和 12 月 29 日,徒手挖取互花米草单株,挖掘时注意保持地下部分的完整性,每次随机选取 10 株,洗净后供测量。

1.5 测量指标

1.5.1 分蘖指标 (1)分蘖芽数:单株长度 ≤ 3 cm;(2)小分蘖数:3 cm < 单株长度 ≤ 40 cm;(3)大分蘖数:40 cm < 单株长度 ≤ 100 cm;(4)成蘖数:单株长度 > 100 cm。

1.5.2 根茎指标 (1)根茎芽数:单株长度 ≤ 3 cm;(2)小根茎数:3 cm < 单株长度 ≤ 40 cm;(3)大根茎数:40 cm < 单株长度 ≤ 100 cm;(4)成根茎数:单株长度 > 100 cm。

1.5.3 生物量的测定 将洗净后的植株分成分蘖和根茎 2 个部分。用报纸包好,做好记号,烘干箱 65 °C 烘 48 h 至恒重,分别测量分蘖和根茎的生物量(器官的生物量为净重,不扣除原先移栽苗质量)。计算各时期生物量的绝对生长速率(AGR)和相对生长速率(RGR)(张林海等, 2008)。

$$AGR = (B_{i+1} - B_i) / (t_{i+1} - t_i);$$

$$RGR = (\ln B_{i+1} - \ln B_i) / (t_{i+1} - t_i),$$

式中 B_{i+1} 、 B_i 是 t_{i+1} 、 t_i 时刻的植株生物量。

1.6 数据分析

采用 Excel2013 软件进行数据分析与制图。

2 结果与分析

2.1 互花米草移栽种群分蘖、根茎数量月动态及其相互关系

2.1.1 互花米草移栽种群分蘖数量月动态 互花米草分蘖数量动态如图 1 所示。4 月中旬调查,未发现移栽苗产生分蘖,5 月下旬开始产生分蘖芽和小分蘖;5 月中旬 ~ 12 月底分蘖芽数量呈先增多后减少的趋势,8 月初 ~ 10 月底,分蘖芽数不断增加并处于较高水平,10 月底达到最大值,随后开始下

降,说明8月初~10月底为分蘖芽的萌发活跃期。调查期内,小分蘖数不断增加,5~6月和9~10月小分蘖数增加最明显,且9~10月比5~6月小分蘖数量增速更快;4~12月大分蘖数基本呈不断增多的趋势,其中8月初~9月中旬增加最明显,说明该时期有较多的小分蘖生长成为大分蘖;4月中旬~10月底,成蘖数不断增加;11月后,各种分蘖的增长减慢,截止12月29日,平均产生分蘖 217.00 ± 15.60 个 $\cdot$ 株 $^{-1}$ 。

2.1.2 互花米草移栽种群根茎数量月动态

互花米草根茎数量动态如图2所示。调查期内,根茎芽数量先增多后减少,其中8~9月根茎芽数最多,说明8~9月是根茎芽的萌发活跃期,随后,根茎芽数持续下降;5月下旬调查首次发现小根茎,至6月底小根茎数量增长缓慢,6月底~12月底小根茎数量持续增多;5月下旬~12月底大根茎数量持续增加,其中在8月初~9月中旬数量增加最明显;在调查期内均没有发现成根茎的存在,截止12月29日,平均产生根茎 82.30 ± 4.10 个 $\cdot$ 株 $^{-1}$ 。

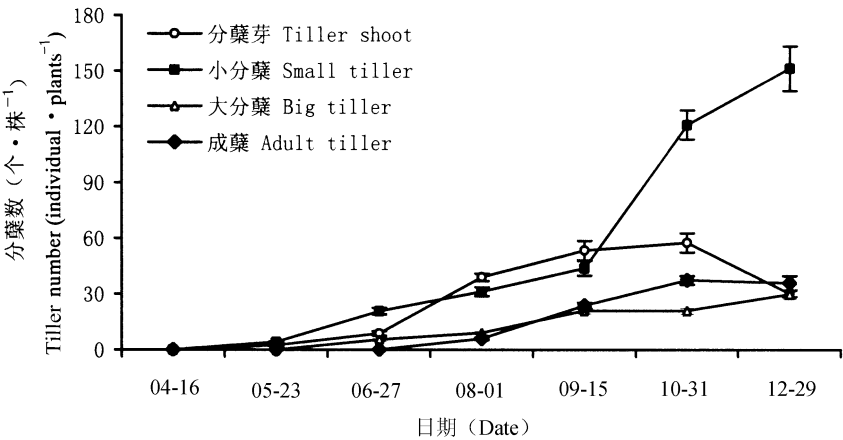


图1 互花米草分蘖数量的月动态
Fig.1 Monthly variation of tiller production in *S. alterniflora* in Ningde area

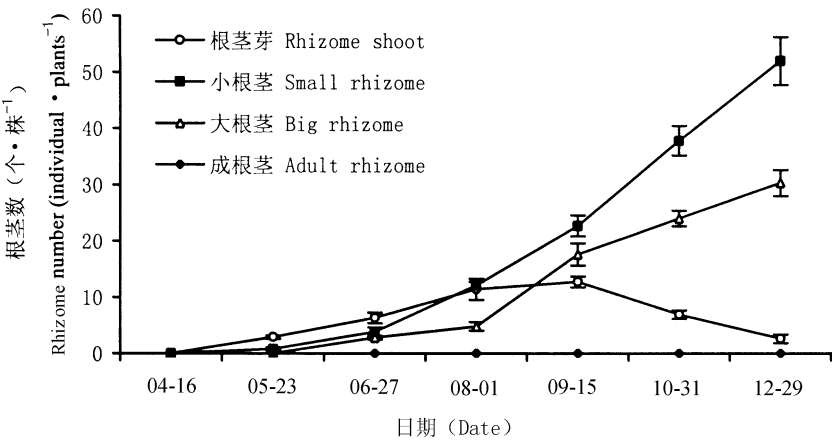


图2 互花米草根茎数量的月动态
Fig.2 Monthly variation of rhizome production in *S. alterniflora* in Ningde area

2.1.3 互花米草移栽种群分蘖、根茎数量月动态之间的差异 5月下旬后,互花米草的小分蘖数、大分蘖数、分蘖总数开始快速增加,而小根茎、大根茎、根茎总数到6月底后开始快速上升,说明根茎的生长滞后于分蘖的生长。6月底~10月底,互花米草

分蘖数、根茎数各指标均快速增大,此时期是分蘖、根茎生长旺盛时期。10月底~12月底,分蘖芽数、小分蘖数、大分蘖数的增加速率明显减小,而小根茎数、大根茎数的增加速率变化不大,此时期互花米草更注重地下部分的生长。

2.2 互花米草移栽种群分蘖、根茎生物量月动态及相互关系

2.2.1 互花米草移栽种群分蘖、根茎生物量月动态

分蘖、根茎生物量的变化动态如图 3 所示:调查期内,互花米草分蘖和根茎生物量变化呈上升趋势,分蘖生物量始终远大于根茎生物量(图 3A);分蘖生物量对根茎生物量的比值先增大后减小,6 月底出现最大值,随后持续下降,说明 6 月底前互花米草的生长重点在地上部分的分蘖(图 3B);分蘖与根茎生物量的绝对生长速率(AGR)均表现为先增大后减小,其中,分蘖生物量 AGR 的最大值出现在 6~8 月,该时期分蘖生物量净积累最快,根茎生物量的 AGR 最大值出现在 8~9 月份,此时根茎生物量净积累最为迅速(图 3C);分蘖生物量的相对生长速率(RGR)先增大后减小,根茎生物量的

RGR 则持续减小,二者的 RGR 最大值出现在 5~6 月,因此该时期二者的单位生物量的生产效率最高(图 3D)。

2.2.2 互花米草移栽种群分蘖、根茎生物量月动态之间的差异 分蘖生物量从 5 月底快速增加,根茎生物量则从 8 月初快速增加,5 月底~6 月底,分蘖、根茎生物量的比值极速上升,此时期互花米草的生长重点在地上分蘖,并且根茎生长滞后于分蘖生长;而 8 月初~9 月中旬,根茎生物量 AGR 快速上升,分蘖生物量 AGR 开始下降,但仍维持在较高水平,该时期互花米草地上地下部分的生长均较为迅速,但互花米草开始侧重地下根茎的生长;9 月中旬~12 月底,分蘖、根茎生物量 AGR 均快速下降,说明随着冬季的到来,互花米草的生长能力降低。

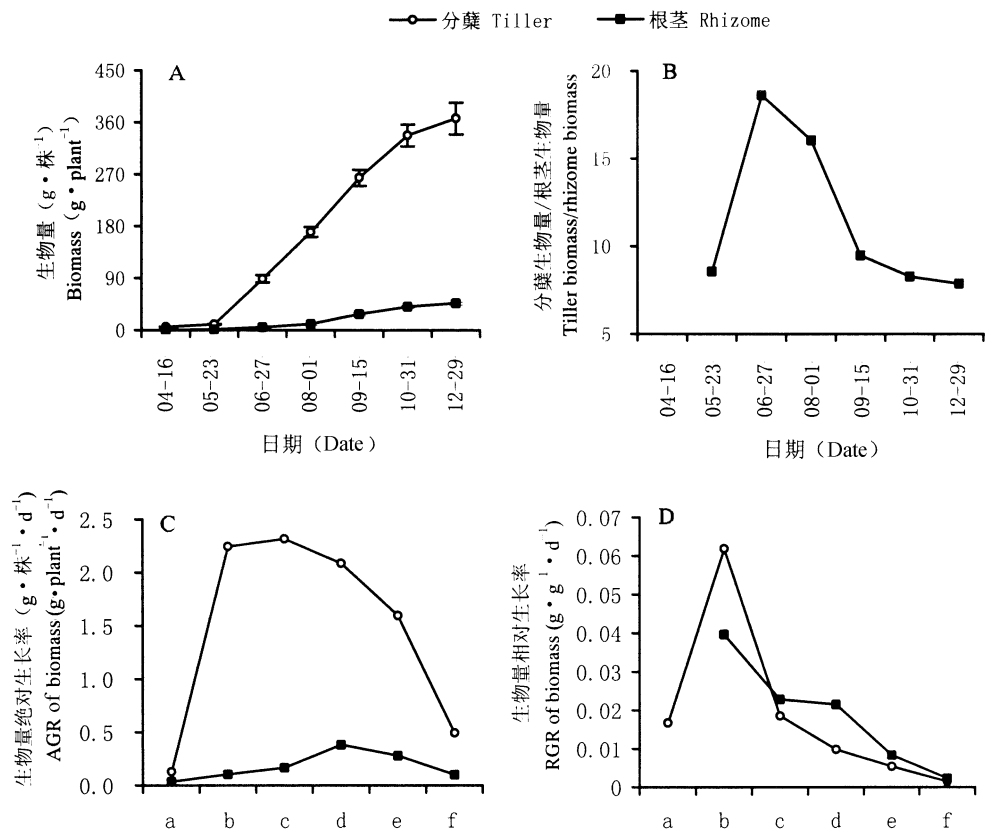


图 3 互花米草分蘖、根茎生物量月动态

Fig. 3 Monthly variation of tiller and rhizome biomass in *S. alterniflora* in Ningde area
图内字母代表 (Alphabets in figure): a = 04 - 16 ~ 05 - 23, b = 05 - 23 ~ 06 - 27, c = 06 - 27 ~ 08 - 01, d = 08 - 01 ~ 09 - 15, e = 09 - 15 ~ 10 - 31, f = 10 - 31 ~ 12 - 29.

3 讨论

本文通过调查宁德地区互花米草移栽种群的分蘖、根茎生长动态,明确了互花米草的 2 个分蘖

盛期分别为 5~6 月和 9~10 月,这与李丽纯 (2009)研究的闽江口互花米草自然种群地上部分生物量的结果基本一致。结合本文生物量的研究结果发现,5~6 月的分蘖质量较高,可能与该时期

产生的分蘖将形成有性繁殖株有关;9~10月小分蘖数明显大于5~6月,但此期间分蘖生物量AGR开始明显下降,可以推断9月后产生的分蘖株为越冬株,是互花米草来年萌发的基础,这与马俊改(2011)的研究发现相吻合。

根茎是互花米草最重要的贮能器官,根茎贮能的多少,直接影响互花米草的再生力。本研究通过种植移栽苗,更精确地调查了根茎数量和生物量动态,结果发现:5~6月,根茎生长缓慢,而此时却是地上分蘖生长第一盛期,结合秦晓静(2013)研究发现5~6月地下根茎营养呈下降趋势,可以推测,5~6月,互花米草生长重点在地上部分,地下根茎的营养可能被抽调用于分蘖的生长,此时互花米草贮存能量较少,再生能力也相对较低。和春雷(2010)和秦晓静(2010)在宁德地区的研究均发现,5~6月防治互花米草效果最好,这与本文的结论相呼应。而7月份之后,根茎开始大量生长,此时地下根茎贮能不断增多,再生力也逐渐增大,谭芳林等(2010)研究也发现,8~9月对互花米草进行刈割防治促进了其再萌发和再生长,说明7月份之后不适于互花米草防治工作的开展。

本研究通过移栽调查,跟踪了互花米草分蘖和根茎的生长动态,为优化互花米草防治适期提供了依据。但移栽种群与自然种群存在一定差异,因此,还需对互花米草自然种群进行对比调查。

参考文献

方民杰. 2012. 福建沿岸海域互花米草的分布. 台湾海峡, 31(1): 100-104.

和春雷. 2010. 刈割防治对互花米草的影响. 福州: 福建农林大学.

李丽纯, 林瑞坤, 吴振海, 陈家金, 杨凯, 徐宗焕. 2009. 闽江口湿地互花米草地上生物量的月动态特征. 资源科学, 31(11): 1967-1972.

马俊改. 2011. 互花米草在滨海滩涂的无性繁殖以及生态适应性的研究. 上海: 复旦大学.

秦晓静. 2013. 玉黍螺对割除防治互花米草的增效作用. 福州: 福建农林大学.

谭芳林, 林貽卿, 肖华山, 潘辉, 崔丽娟, 黄丽, 林捷, 罗美娟, 乐通潮, 罗彩莲. 2010. 不同时期刈割对互花米草生长影响的研究. 湿地科学, 8(4): 379-385.

徐伟伟, 王国祥, 刘金娥, 陈正勇, 任丽娟. 2011. 苏北海滨湿地互花米草无性分株扩张能力. 生态与农村环境学报, 27(2): 41-47.

袁红伟, 李守中, 郑怀舟, 方舟易. 2009. 外来种互花米草对中国海滨湿地生态系统的影响评价及对策. 海洋通报, 28(6): 122-128.

张东, 杨明明, 李俊祥, 陈小勇. 2006. 崇明东滩互花米草的无性扩散能力. 华东师范大学学报: 自然科学版, (2): 130-135.

张林海, 曾从盛, 全川. 2008. 闽江河口湿地芦苇和互花米草生物量季节动态研究. 亚热带资源与环境学报, 3(2): 25-33.

郑冬梅, 洪荣标. 2006. 滨海湿地互花米草的生态经济影响分析与风险评估探讨. 台湾海峡, 25(4): 579-586.

Ayres D R, Strong D R and Baye P. 2003. *Spartina foliosa* (Poaceae)—a common species on the road to rarity. *Madroño*, 50: 209-213.

Hester M W, Mendelssohn I A and McKee K L. 2001. Species and population variation to salinity stress in *Panicum hemitomon*, *Spartina paten*, and *Spartina alterniflora*: morphological and physiological constraints. *Environmental and Experimental Botany*, 46: 277-297.

Metcalf W S, Ellison A M and Bertness M D. 1986. Survivorship and spatial development of *Spartina alterniflora* Loisel. (Gramineae) seedlings in a New England salt marsh. *Annals of Botany*, 58: 249-258.

Simenstad C and Thom R. 1995. *Spartina alterniflora* (smooth cordgrass) as an invasive halophyte in Pacific northwest estuaries. *Hortus Northwest: A Pacific Northwest Native Plant Directory & Journal*, 6: 9-13.

Smart R M. 1982. Distribution and environmental control of productivity and growth form of *Spartina alterniflora* (Loisel.) // Sen D N and Rajpurohit K S. *Tasks for Vegetation Science*. The Hague: Dr W. Junk Publishers, 2: 127-142.

(责任编辑:郭莹)

