

文章编号: 1000-5862(2013)04-0355-04

水深变化对刺苦草冬芽形成的影响研究

袁龙义¹, 李守淳², 李 伟³

(1. 长江大学园艺园林学院 湖北 荆州 434025; 2. 江西师范大学鄱阳湖湿地与流域研究教育部
重点实验室 江西 南昌 330022; 3. 中科院武汉植物园水生植物生物学实验室 湖北 武汉 430074)

摘要: 为弄清水深的变化对苦草冬芽形成的影响情况, 在苦草的生长季节和繁殖体形成季节变化水位, 设计实验研究苦草如何以无性繁殖的方式应对水位胁迫变化. 研究表明: 在刺苦草生长期内, 冬芽母体大小和水位变化都显著影响冬芽的形成. 在生长期内刺苦草形成的冬芽数量少, 水位越低, 形成的冬芽数量越少且更小, 形成的冬芽平均数量为 12~28 个; 在刺苦草繁殖期内, 水位胁迫会加速刺苦草营养的转化, 形成更多的冬芽, 显著高于在生长期水位波动时的冬芽数, 且不受冬芽母体大小的影响, 此阶段形成的冬芽平均数量为 45~83 个. 这些结论说明在植物生长季节维持相对稳定的水位生境有利于植物种群的延续, 繁殖期水位的波动有利于水生植物无性繁殖体的形成.

关键词: 刺苦草; 水位胁迫; 无性繁殖; 冬芽; 湖泊管理

中图分类号: Q 945

文献标志码: A

0 引言

刺苦草(*Vallisneria spinulosa*) 是长江中下游地区浅水湖泊沉水植被的优势物种之一, 冬芽(winter bud) 是苦草属(*Vallisneria*) 植物特化的一种无性繁殖器官, 在生长繁殖季节时期由匍匐茎末端膨大形成, 来年可发育形成一个新的植株. 在苦草繁殖生活中占据重要地位^[1-4], 这是其种群延续和扩散的重要方式. 在众多江河湖泊自然生境或人为破坏的生境中, 刺苦草冬芽的存在是有效地保证物种在水生生态系统中迅速恢复的重要策略, 时刻影响着水体中刺苦草的种群动态和规模. 鄱阳湖年水位变化较大, 明显属于一个季节性涨水湖泊, 水深的变化无疑会改变刺苦草的分布情况^[5], 野外调查结果也发现: 蚌湖、象湖和大湖池的刺苦草冬芽分布有差异性^[6-7]. 结合湖泊的水位高程, 水深变化明显地影响了刺苦草的生活策略. 冬芽的形成可能响应生境的变化有所不同, 那么水深的自然变化是在生长期还是在繁殖期对冬芽的形成影响大呢? 无法在野外调查研究中得到求证, 因此, 有必要通过室内实验模拟水深的变化研究其对刺苦草冬芽的形成的影响情

况, 从而充分认清沉水植物刺苦草(*V. spinulosa*) 的这种无性繁殖方式对环境适应的策略.

1 材料与方法

1.1 实验设计

于 2006 年 3 月 10 日从鄱阳湖自然保护区的蚌湖(E 116°00', N 29°11') 随机采集刺苦草冬芽 1 000 粒, 用湿沙保存带回中科院武汉植物园, 挑选整齐完好的冬芽作为实验材料, 将它们分为小型冬芽(长度为 1.58 ± 0.24 cm, 干质量为 0.33 ± 0.08 g)、中型冬芽(长度为 2.61 ± 0.21 cm, 干质量为 0.62 ± 0.16 g)、大型冬芽(长度为 3.50 ± 0.28 cm, 干质量为 1.01 ± 0.25 g) 各 90 粒进行实验. 3 月 24 日将挑选好的冬芽分别种植在盛有 10 cm 厚粘土的塑料盆(顶部直径为 27 cm、底部直径为 22 cm、高为 14 cm) 中, 每盆 1 粒, 共有 270 盆, 并插上标签, 标明冬芽的型号, 分别以小型、中型、大型冬芽各 10 盆为 1 组, 分别以不同冬芽型号放在 3 个水池(1 m × 1 m × 1 m) 中, 共用实验水池 27 个, 盛满水进行培养.

1.2 样品处理

2006 年 9 月 12 日, 在大型、中型、小型冬芽形

收稿日期: 2013-04-20

基金项目: 国家自然科学基金(31170400), 湖北省科技厅自然科学基金(2010CDB04402) 和湖北省教育厅科学技术研究(B20111305) 资助项目.

作者简介: 袁龙义(1971-), 男, 湖北公安人, 副教授, 博士, 主要从事植物学和森林环境学的研究.

成的实验种群各 3 个水池中取样,调查每盆形成的冬芽数量,测量每个冬芽的长度,并分别编号装袋,然后在干燥箱中(80℃)烘至恒质量,称出干质量.然后在 9 月 12 日对大型、中型、小型冬芽形成的实验种群各 3 个水池分别进行 3 个水位处理(0 cm 水深、50 cm 水深、100 cm 水深).模拟刺苦草生长期水位波动对冬芽形成的影响;1 个月后将这批样本取出;方法如上,10 月 13 日对剩下的 9 个水池分别进行 3 个水位处理(同上).模拟刺苦草繁殖期水位波动对冬芽形成的影响.样品处理同上.

1.3 数据处理

数据分析前进行方差齐性检验,对于方差不齐的变量进行数据转换 [$\lg(x+1)$]. 不同型号的冬芽在生长期与繁殖期形成的生物量、冬芽数量和冬芽长度采用二元协方差分析检验(Bivariate analysis of covariance test)法检验在不同水位处理下的差异有无统计学意义,各处理间的多重比较同上.所有数据分析用 SPSS11.0 统计软件(SPSS, Inc, Chicago, IL, USA)实现.

2 研究结果

2.1 生长期水位变化对刺苦草冬芽形成的影响

刺苦草在生长期内,冬芽的形成不仅受冬芽母体大小的显著影响,而且受在生长期内水位变化的显著影响(见表 1). 在生长期内形成的冬芽数量少,形成的冬芽平均数量为 12~28 个,在水位变化过程中,无论是冬芽形成的个数还是生物量(干质量)都受到水位胁迫而减少;而冬芽长度此时不受水位胁迫的影响,所表现出的差异主要是由冬芽母体不同而引起的(见图 1).

表 1 冬芽种类和水深处理对刺苦草冬芽形成的影响的二元协方差分析的 F 值和自由度比较

参数	自由度	变异来源		
		冬芽种类	处理	交互作用
生长期				
冬芽生物量/ (g • m ⁻²)	289	22.242 ^{***}	11.074 ^{***}	20.805 ^{**}
冬芽个数/ (个 • m ⁻²)	289	13.291 ^{***}	8.658 ^{***}	64.691 ^{***}
冬芽长度/ cm	2448	81.75 ^{***}	3.370 ^{ns}	3.191 ^{ns}
繁殖期				
冬芽生物量/ (g • m ⁻²)	289	2.92 ^{ns}	8.727 ^{***}	65.482 ^{***}

续表 1

参数	自由度	变异来源		
		冬芽种类	处理	交互作用
冬芽个数/ (个 $\cdot m^{-2}$)	289	2.847 ^{ns}	15.764***	251.175***
冬芽长度/ cm	2448	28.26***	31.445***	23.844***

2.2 繁殖期水位变化对刺苦草冬芽形成的影响

刺苦草在繁殖期内水位变化是另一种模式(见表 1). 首先,水位胁迫会加速刺苦草营养的转化,形成更多的冬芽,此时繁殖季节形成的冬芽平均数量为 45~83 个,显著高于在生长期水位波动时的冬芽数;虽然水位变化显著影响冬芽的形成数量和生物量,但是冬芽形成的数量和生物量不受母体冬芽大小的影响;而冬芽长度却不仅受水位胁迫而且受冬芽母体不同的影响,变化表现没有规律性(见图 1).

3 讨论

刺苦草冬芽是一种特化的无性繁殖器官,对于刺苦草种群度过不适宜生长季节和生境具有重要生态意义. 这种无性繁殖方式保证了刺苦草大量繁殖和适应所定居的环境,最大限度地保存个体,提高物种的延续能力. 从进化的角度来看,植物在生长的过程中如果环境条件发生波动或者生长出现季节性变化时,植物可以响应环境的变化,形成特化的无性繁殖器官来度过生长的不利时期^[8-10]. C. Raunkiaer 等^[11-12]在评价许多无性繁殖方式时,认为无性繁殖的选择优势利于芽体在不适宜的生存环境中生存,强调特殊的选择作用对无性繁殖的影响. 本文通过对刺苦草生长期和繁殖期水深的变化模拟发现:水位在 2 个时期发生波动都影响冬芽的形成,并且生长期的水位波动影响作用更大. 这主要是在生长期内刺苦草的营养生长旺盛,植物光合作用合成的大量同化物质更多地保证植物进行营养生长,形成大量的分株占领空间和扩展种群,此时,水深变动,甚至于零水深环境,迫使刺苦草将合成不多的同化物质用于无性繁殖体的形成,自然形成的冬芽数量在生长期受水深变化影响作用大些;同时不同大小的冬芽又表现不一样,大型冬芽贮藏了丰富的营养,保证了刺苦草幼苗的旺盛生长,而小型冬芽无法做到这一点,形成的幼苗先天不足,自然在同期内合成的同化物质更少,一旦遇到水深变化的胁迫环境,形成的冬芽数量自然极少. 而在繁殖期内水深发生变化,刺苦草植株形成了大量的无性分株,贮藏了大量的能

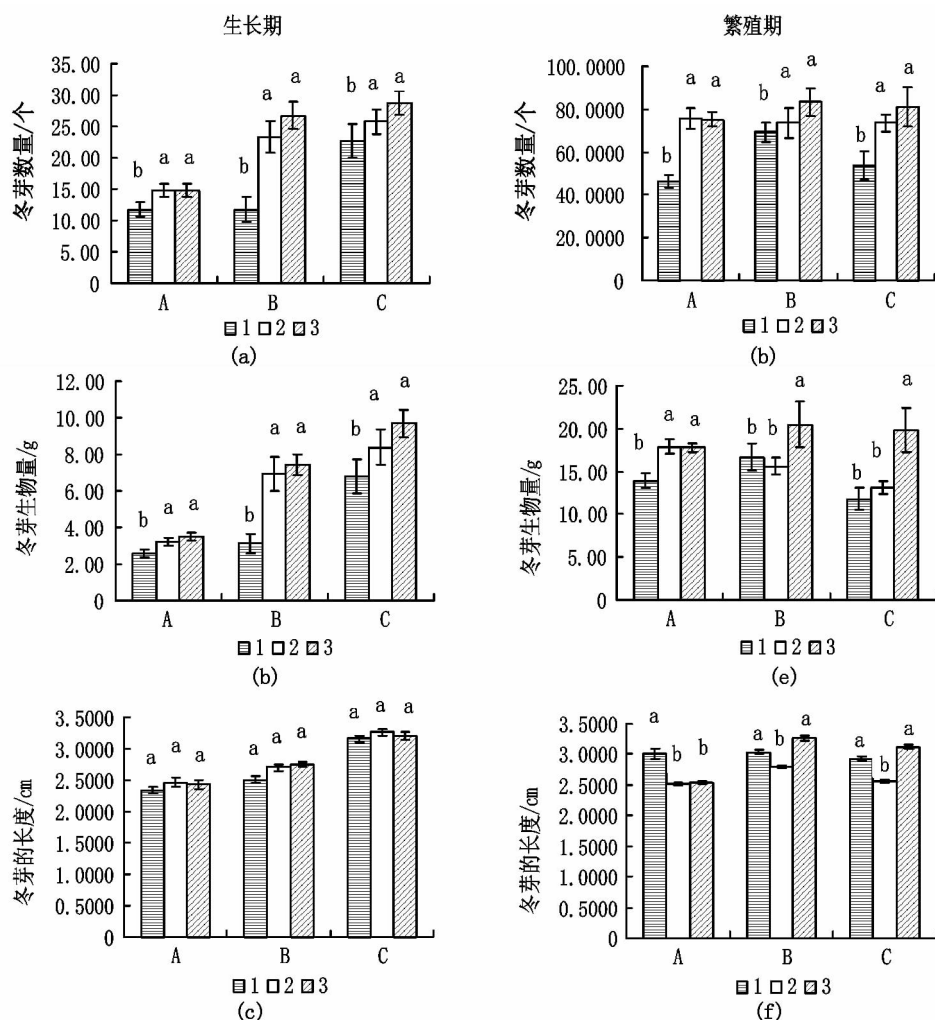


图1 不同的水位处理和冬芽类型在生长期和繁殖期的形成冬芽数量(a)(d)、冬芽生物量(b)(e)、冬芽长度(c)(f)

注: 1: 0 cm 水深; 2: 50 cm 水深; 3: 100 cm 水深; A: 小型冬芽; B: 中型冬芽; C: 大型冬芽。

量和物质,当受到水深变化的胁迫时,刺苦草会通过分株间的生理整合传递同化物质用于冬芽的合成,形成大量的冬芽维持种群的延续。而此时不同大小的冬芽除了冬芽长度没有差异外,形成的冬芽的生物量和数量仍有统计学意义上差异,这可能与种内竞争有关,大型冬芽幼苗期生长旺盛,形成了大量的分株,占领了大量的空间,而小型冬芽先天苗期不足,后期自然在生长空间上受到种内竞争的限制,形成的分株数少,贮藏的能量和物质也少而影响冬芽的形成。当然也不排除不同大小的冬芽自生就有遗传性状的差异的原因。

综上所述,在刺苦草生长期维护生境的相对稳定对维护种群的发展相当重要,而繁殖期即使有一些扰动、生境条件的改变(低温、水位变化等),此时刺苦草的冬芽形成量已经有一定的数量,环境的变化不会对种群的延续和发展造成致命的打击。这些结论说明在湖泊管理中在植物生长季节时期内维持相对稳定的水位生境有利于植物种群的延续,繁

殖期水位的波动有利于水生植物无性繁殖体的形成,为湖泊科学管理提供了理论依据。

4 参考文献

- [1] 官少飞,朗青,张本. 鄱阳湖水生植被[J]. 水生生物学报, 1987, 11(1): 9-21.
- [2] 熊秉红,李伟. 我国苦草属(*Vallisneria* L.) 植物的生态学研究[J]. 武汉植物学研究, 2000, 18(6): 500-508.
- [3] 熊秉红,李伟. 鄱阳湖自然保护区蚌湖和中湖池苦草冬芽的调查[J]. 水生生物学报, 2002, 26(1): 19-24.
- [4] 杨永清,于丹,耿显华,等. 梁子湖苦草繁殖体的分布及其萌发初步研究[J]. 水生生物学报, 2004, 28(4): 396-401.
- [5] Xiong Binghong, Hou Haobo, Zhong Yang. The effect of water depth on seedling emergence and early growth of *Vallisneria natans* in a eutrophic lake with reduced transparency[J]. Journal of Freshwater Ecology, 2005, 20(1): 123-127.

- [6] 袁龙义,李守淳,李伟,等.水深对刺苦草生长和繁殖策略的影响研究[J].江西师范大学学报:自然科学版,2007,31(2):156-160.
- [7] 袁龙义,李伟.水深和基质对鄱阳湖刺苦草冬芽分布的影响[J].长江大学学报:自然科学版,2008,5(1):55-57.
- [8] Liefers V J, Shay J M. The effects of water level on growth and reproduction of *Scirpus maritimus* var. *paludus* [J]. Can J Bot, 1981, 59(2): 118-121.
- [9] Rea N, Ganf G G. Water depth changes and biomass allocation in two contrasting macrophytes [J]. Aust J Mar Freshw Res, 1994, 45(8): 1459-1468.
- [10] 王海洋,陈家宽,周进.水位梯度对湿地植物生长、繁殖和生物量分配的影响[J].植物生态学报,1999,23(3):269-274.
- [11] Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography [M]. Oxford: Clarendon Press, 1934.
- [12] Reekie E G. Resource allocation, trade-offs and reproductive effort in plants [M] // Vuorisalo T O, Mutikainen P K. Life history evolution in plants. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

The Effects of Water Level Fluctuation on the Winter Bud Formation of Submerged Macrophyte *Vallisneria spirulosa*

YUAN Long-yi¹, LI Shou-cun², LI Wei³

(1. College of Gardening and Horticulture, Yangtze University, Jingzhou Hubei 434025, China;

2. Key Laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research of Ministry of Education, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China;

3. Laboratory of Aquatic Plant Biology, Wuhan Botanical Garden, CAS, Wuhan Hubei 430074, China)

Abstract: To clarify out the effects of water depth change on the winter bud formation of submerged macrophyte *Vallisneria spirulosa*, the research is undertaken to reveal how the submerged macrophyte *Vallisneria spirulosa* deal with the stress of water-level fluctuation by the asexual reproduction mode both in the growing season and in the breeding season. The results showed the winter bud formation in *Vallisneria spirulosa* was significantly affected by water level fluctuation and mother body of winter buds in the growing season and was much less in the number and weight of *Vallisneria spirulosa*. It was measured that the average number of winter bud changed in the range from 12 to 28. The stress of water level fluctuation in the breeding season accelerated transformation of nutrition of *V. spirulosa* to produce more winter buds. The study revealed that the number of winter buds was significantly more in the breeding season than in the growing season and the average number of winter bud changed in the range from 45 to 83 in this season. Those conclusions has proved that water levels remained relatively stable to be in favour for the growth of *V. spirulosa* during the growing season, while water level fluctuation was positive for the winter buds of *V. spirulosa* in breeding season.

Key words: *Vallisneria spirulosa*; water depth stress; asexual reproduction; winter bud; lake management

(责任编辑: 刘显亮)