

# Effects of Parasitism of *Cuscuta australis* on the Growth Performance of *Alternanthera philoxeroides* and Its Related Species

Cuimin Han<sup>1,2</sup>, Anan Hu<sup>1</sup>, Wenbing Guo<sup>2</sup>, Bing Bai<sup>2</sup>, Yanping Li<sup>2</sup>, Wenhua You<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of the Environment & Safety Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

<sup>2</sup>The Ecological Environment and Technology Limited Company of Jiangda, Wuxi Jiangsu

Email: \*whyu@ujs.edu.cn

Received: Jul. 1<sup>st</sup>, 2020; accepted: Jul. 17<sup>th</sup>, 2020; published: Jul. 24<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

Using the invasive plant (*Alternanthera philoxeroides*), its native congener (*A. sessilis*) and related exotic non-invasive plant (*A. bettzickiana*) as experimental materials, we investigated the effects of *Cuscuta australis* parasitism on the growth and clonal propagation of these three *Alternanthera* species by pot experiment, with the aim to explore the feasibility of controlling *A. philoxeroides* by parasitism. The results showed that the parasitism of *C. australis* significantly decreased the total biomass ( $P < 0.001$ ), ramet number ( $P < 0.001$ ) and total stolon length ( $P < 0.001$ ) of the three *Alternanthera* species, especially for the invasive *A. philoxeroides*. The results suggested that parasitism of *C. australis* can effectively control the invasive plant *A. philoxeroides*.

## Keywords

*Cuscuta australis*, *Alternanthera philoxeroides*, Related Species, Biological Invasion, Biological Control

# 南方菟丝子寄生对入侵植物喜旱莲子草及其近缘种的影响

韩翠敏<sup>1,2</sup>, 胡安安<sup>1</sup>, 郭文兵<sup>2</sup>, 白冰<sup>2</sup>, 李燕萍<sup>2</sup>, 游文华<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>江苏大学环境与安全工程学院, 江苏 镇江

<sup>2</sup>江苏江达生态环境科技有限公司, 江苏 无锡

Email: \*whyu@ujs.edu.cn

\*通讯作者。

文章引用: 韩翠敏, 胡安安, 郭文兵, 白冰, 李燕萍, 游文华. 南方菟丝子寄生对入侵植物喜旱莲子草及其近缘种的影响[J]. 植物学研究, 2020, 9(4): 374-379. DOI: 10.12677/br.2020.94046

收稿日期: 2020年7月1日; 录用日期: 2020年7月17日; 发布日期: 2020年7月24日

## 摘要

以盆栽培养的入侵植物喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)以及与其近缘的本地同属植物莲子草(*A. sessilis*)、外来非入侵植物锦绣苋(*A. betzickiana*)为实验材料, 研究了南方菟丝子(*Cuscuta australis*)寄生对三种莲子草属植物生长和克隆繁殖的影响, 探讨南方菟丝子寄生对防治喜旱莲子草的可行性。结果显示, 南方菟丝子的寄生均显著降低了这三种植物的生物量积累( $P < 0.001$ )、分株数( $P < 0.001$ )和总匍匐茎长( $P < 0.001$ ), 并且对喜旱莲子草的抑制作用更明显。研究结果表明南方菟丝子寄生可有效防治入侵植物喜旱莲子草。

## 关键词

南方菟丝子, 喜旱莲子草, 近缘种, 生物入侵, 生物防治

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

目前生物入侵、栖息地丧失以及全球气候变化被视为全球三大最棘手生态环境问题, 其中世界性的生物入侵的危害仅次于栖息地丧失而位居第二, 并很有可能上升至首位[1]。生物入侵已导致全球广大生态系统的破坏与生物多样性的丧失, 并给入侵地造成巨大的经济损失, 甚至对人类的健康都产生严重危害[1] [2] [3]。因而如何防控生物入侵已逐渐成为生态学的热点研究领域。其中生物防治法因其环保、生态友好等优点已成为防治入侵生物的重要方法[4]。

生物防治是指通过引进入侵生物原产地的天敌来抑制其生长和扩散以达到防控目的, 但是引入的原产地天敌在入侵地也存在成为新的入侵物种的风险。因此, 在入侵地挑选合适的本地天敌用于入侵植物的防治倍受关注[5] [6]。有研究发现菟丝子属植物偏好寄生外来植物, 表明寄生植物可能是一种潜在的生物防治剂, 用于防控外来植物入侵[6] [7] [8]。

喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb), 俗名也称空心莲子草、水花生、革命草等, 原产南美洲巴西, 为苋科莲子草属多年生草本, 水陆两栖, 匍匐生长, 现遍及我国温带和亚热带地区, 广泛分布于农田、河流、沟渠、林地边缘等陆生和水生环境[9]。因其环境适应性极强, 且在入侵地缺乏天敌, 故危害甚重, 已被列为环保部首批公开的16种恶性入侵物种之一[9] [10]。前人研究发现本地存在的南方菟丝子(*Cuscuta australis*)在野外可天然寄生于喜旱莲子草并抑制其生长和克隆繁殖, 因而对喜旱莲子草有一定的防治作用[6] [11] [12]。但南方菟丝子寄生喜旱莲子草的同时也可能寄生于本地共存植物并抑制其生长和扩散。因此, 比较研究寄生对喜旱莲子草及其本地近缘和共存植物的影响可有效评估南方菟丝子寄生对防治喜旱莲子草的可行性。

本研究运用实验生态学原理, 采用温室盆栽实验的方法, 选取国内代表性的恶性入侵植物喜旱莲子草(*A. philoxeroides*)与其同属共存的乡土植物莲子草(*A. sessilis*)和同属外来非入侵植物锦绣苋(*A. betzickiana*)为研究对象, 对比分析南方菟丝子寄生对入侵植物喜旱莲子草以及与其近缘共存的本地植物莲子草、

非入侵外来植物锦绣苋的生长和克隆繁殖的影响, 探讨寄生对喜旱莲子草入侵的影响, 并可为评估南方菟丝子是否可用于防治喜旱莲子草提供理论依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 实验材料及设计

喜旱莲子草为苋科莲子草属多年生草本, 水陆两栖, 匍匐生长, 克隆繁殖, 其单个茎节在适宜的条件便可生根长叶成为一个新的分株。入侵我国的喜旱莲子草基因分化程度很低, 克隆繁殖为主; 莲子草与喜旱莲子草为同属多年生草本植物, 是国内分布唯一的同属土著种。广泛分布于长江流域以南各省区, 主要出现在水沟、田边或者沼泽地, 分布区和生态位与喜旱莲子草有较大重叠, 尤其在华南地区多见共存。可种子繁殖, 亦可克隆繁殖, 在一定区域与喜旱莲子草共存, 易形成竞争关系; 锦绣苋为多年生草本, 茎直立或基部匍匐, 多分枝。原产巴西, 现作为一种景观植物, 常见于国内各大城市公园, 偶有逸生。

实验所需喜旱莲子草、本地莲子草以及锦绣苋采自江苏省镇江市南山风景区, 于江苏省镇江市江苏大学环境与安全工程学院环境与生态研究所温室内进行预培养(E119°15'~119°52', N32°15'~32°16')。2019年6月, 分别从莲子草属三种植株中选取长度为约为5 cm, 长势均匀的克隆片段, 每株不包含顶端在内1个茎节。每种植物扦插10盆, 每盆1株, 植在两个规格为上底12 cm、下底8.8 cm、高18.8 cm的培养盆中, 培养基质为培养基质为3:1体积的洗净的河沙和绿沸石均匀混合物, 每盆均匀混合2 g进口缓释肥(营养成分为N:P:K, 16:9:12)。待幼苗长至约15 cm时, 从温室周边采集南方菟丝子, 剪成约长度和直径相当的约15 cm的片段缠绕于莲子草属三种植物茎上进行寄生处理。5盆为寄生处理组, 另外5盆作为对照组。实验期间, 温室温度控制在25°C~32°C, 温室内光照为90%自然光照, 实验为期60天, 待喜旱莲子草繁殖长满培养盆后收获。

### 2.2. 数据收集

实验收获前, 分别统计三种植物的分株数(总茎节数), 并用毫米刻度尺测量匍匐茎长。植物收获时, 分别收获根、茎、叶, 编号, 带回至实验室, 68°C烘烤72 h至恒重, 分别称重。随后分别统计三种植物的总生物量、总分株数、总匍匐茎长等参数以便进行下一步统计分析。

### 2.3. 数据处理

所有观测数据均用(平均值 ± 标准误)表示, 并采用SPSS18.0软件来进行统计分析。分析之前, 先检验数据是否符合正态分布和方差齐次性。若数据不齐, 则进行必要的转换后再进行分析。利用Two-way ANOVA方差分析法检验各处理间的差异, 以物种和寄生处理作为固定因子, 分别对莲子草属三种植物的生长(总生物量)和克隆繁殖(总匍匐茎长和分株数)进行比较, 并运用Duncan检验进行多重比较, 若 $P < 0.05$ 则表示差异显著。所有图示均用Sigmaplot 11.0绘制。

## 3. 结果与分析

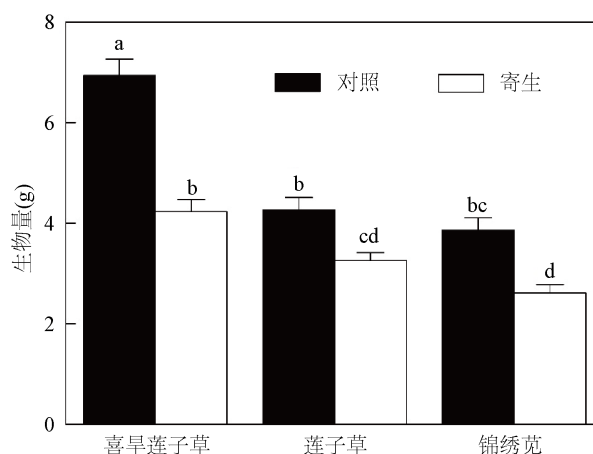
### 3.1. 南方菟丝子寄生对喜旱莲子草及其近缘种生物量的影响

南方菟丝子寄生、物种及其两者交互作用均显著影响喜旱莲子草、本地莲子草和锦绣苋的生物量积累(表1)。与对照组相比, 南方菟丝子寄生均显著降低了三种莲子草属植物的总生物量, 并且对喜旱莲子草生长抑制作用更为明显(图1), 表明南方菟丝子寄生能更加抑制喜旱莲子草的生长。

**Table 1.** ANOVAs results for effects of parasitism on the growth and clonal propagation of *A. philoxeroides* and its related species**表 1.** 寄生处理对喜旱莲子草及其近缘种生长和克隆繁殖的方差分析结果

变异来源	物种		寄生		物种 × 寄生	
	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
总生物量	54.20	<b>&lt;0.001</b>	73.44	<b>&lt;0.001</b>	7.57	<b>0.003</b>
分株数	16.07	<b>&lt;0.001</b>	51.43	<b>&lt;0.001</b>	4.49	<b>0.021</b>
总匍匐茎长	20.19	<b>&lt;0.001</b>	56.31	<b>&lt;0.001</b>	4.35	<b>0.024</b>

Values are in bold where  $P < 0.05$ . See figures for data.  $P < 0.05$  用粗体表示, 具体数据值见上表。



**Figure 1.** The final biomass of *A. philoxeroides* and its related specie in response to parasitism of *C. australis* (Different letters indicated that there were significant differences among treatments at  $P < 0.05$ )

**图 1.** 南方菟丝子寄生对喜旱莲子草及其近缘种生物量的影响(不同字母表示在  $P < 0.05$  水平下处理间差异显著)

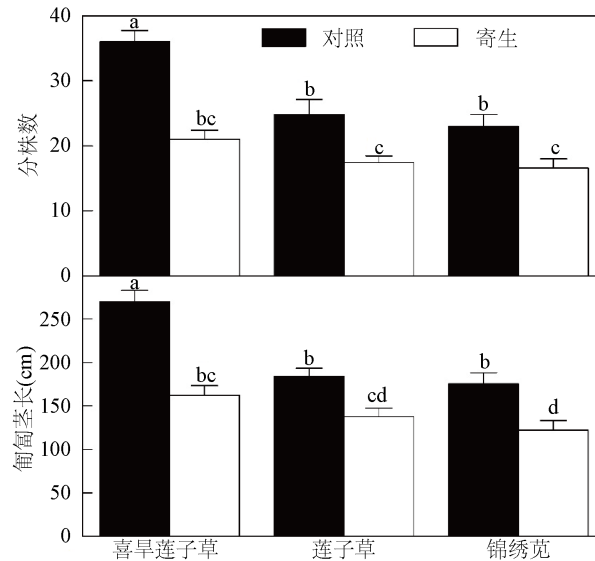
### 3.2. 南方菟丝子寄生对喜旱莲子草及其近缘种克隆繁殖的影响

南方菟丝子寄生、物种及其两者交互作用均显著影响喜旱莲子草、本地莲子草和锦绣苋的克隆繁殖参数(分株数和总匍匐茎长)(表 1)。具体表现为与对照组相比, 南方菟丝子寄生显著降低了三种莲子草属植物的分株数和总匍匐茎长, 并且对喜旱莲子草克隆繁殖抑制作用更为显著(图 2), 表明南方菟丝子寄生能更加抑制喜旱莲子草的扩散。

## 4. 讨论

生物量是反映植株生长情况的重要指标。本研究发现南方菟丝子寄生可以显著降低入侵植物喜旱莲子草、本地植物莲子草以及外来非入侵植物锦绣苋总生物量, 从而抑制其生长, 这是因为菟丝子寄生是通过吸器吸收寄主植物的同化物质和营养, 从而降低寄主植物的生长速率和生物量积累[12] [13]。与无寄生对照相比, 菟丝子寄生分别降低了喜旱莲子草、本地莲子草以及非入侵种锦绣苋生物量的 42.1%、24.2% 和 27.9%。并且入侵种喜旱莲子草被菟丝子寄生后, 其生物量指标的下降趋势更明显, 这可能是由于入侵植物喜旱莲子草可能具有更强的从土壤中吸收所需养分的能力以及快速的生长速率, 能够给寄生的南方菟丝子提供更多的营养用于生长, 从而导致南方菟丝子偏好于对喜旱莲子草的寄生, 对其生长产生更

大的抑制作用。这与前人发现菟丝子寄生更偏好入侵植物的结论是一致的[8] [12] [13] [14], 表明利用南方菟丝子寄生可显著抑制喜旱莲子草的生长, 从而可有效防治其入侵。



**Figure 2.** The clonal propagation of *A. philoxeroides* and its related specie in response to parasitism of *C. australis* (Different letters indicated that there were significant differences among treatments at  $P < 0.05$ )

**图 2.** 南方菟丝子寄生对喜旱莲子草及其近缘种克隆繁殖的影响(不同字母表示在  $P < 0.05$  水平下处理间差异显著)

同时我们还发现, 南方菟丝子寄生显著抑制了三种植物的克隆繁殖(以分株数和总匍匐茎表示)。这可能是因南方菟丝子通过其茎的物理缠绕, 直接影响寄主植物的匍匐茎延长和分株扩展, 从而抑制寄主植物的克隆繁殖和扩散[12] [13] [14]。值得注意的是, 与其两种近缘植物相比, 南方菟丝子对入侵植物喜旱莲子草的克隆繁殖作用抑制更为显著(表现为显著的物种和寄生的交互作用), 这很可能是由于菟丝子寄生更偏好喜旱莲子草, 从而产生更多生物量的菟丝子(实验观察)而导致的更强的物理缠绕所致[12]。

综上所述, 运用实验生态学方法, 通过对入侵植物喜旱莲子草以及与其近缘的本地植物莲子草、外来非入侵植物锦绣苋在南方菟丝子寄生条件下的生长和克隆繁殖的比较研究发现, 南方菟丝子寄生能够抑制莲子草属三种植物的生长和适合度, 并且入侵种喜旱莲子草的抑制作用更加明显, 这可能为喜旱莲子草的生物防治提供一种思路, 即合理利用南方菟丝子寄生可有效防治喜旱莲子草的入侵。然而, 如何有效发挥菟丝子寄生作用来防控喜旱莲子草入侵而不对其他共存植物和所在生态环境产生负面影响还有待于进一步研究确定。

## 参考文献

- [1] Early, R., Bradley, B.A., Dukes, J.S., Lawler, J.J., Olden, J.D., *et al.* (2016) Global Threats from Invasive Alien Species in the Twenty-First Century and National Response Capacities. *Nature Communications*, 7, Article ID: 12485. <https://doi.org/10.1038/ncomms12485>
- [2] Powell, K.I., Chase J.M. and Knight, T.M. (2013) Invasive Plants Have Scale-Dependent Effects on Diversity by Altering Species-Area Relationships. *Science*, 339, 316-318. <https://doi.org/10.1126/science.1226817>
- [3] Denley, D., Metaxas, A. and Fennel, K. (2019) Community Composition Influences the Population Growth and Ecological Impact of Invasive Species in Response to Climate Change. *Oecologia*, 9, 537-548.

<https://doi.org/10.1007/s00442-018-04334-4>

- [4] Clewley, G.D., Eschen, R., Shaw, R.H., Wright, D.J. and Sheppard, A. (2012) The Effectiveness of Classical Biological Control of Invasive Plants. *Journal of Applied Ecology*, **9**, 1287-1295. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02209.x>
- [5] 谢宗强, 陈志刚, 樊大勇, 等. 生物入侵的危害与防治对策[J]. 应用生态学报, 2003, 14(10): 1795-1798.
- [6] 王如魁, 管铭, 李永慧, 等. 南方菟丝子寄生对喜旱莲子草生长及群落多样性的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(6): 1917-1923.
- [7] Yu, H., Yu, F.H., Miao, S.L., *et al.* (2008) Holoparasitic *Cuscuta campestris* Suppresses Invasive *Mikania micrantha* and Contributes to Native Community Recovery. *Biological Conservation*, **141**, 2653-2661. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.08.002>
- [8] Yu, H., Liu, J., He, W.M., *et al.* (2011) *Cuscuta australis* Restrains Three Exotic Invasive Plants and Benefits Native Species. *Biological Invasions*, **13**, 747-756. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9865-x>
- [9] 马瑞燕, 王韧. 喜旱莲子草在中国的入侵机理及其生物防治[J]. 应用与环境生物学报, 2005, 11(2): 246-250.
- [10] 潘晓云, 耿宇鹏, 张文驹, 等. 入侵植物喜旱莲子草-生物学, 生态学及管理[J]. 植物分类学报, 2007, 45(6): 884-900.
- [11] 郭素民, 李钧敏, 李永慧, 等. 空心莲子草响应南方菟丝子寄生的生长——防御权衡[J]. 生态学报, 2014, 34(17): 4866-4873.
- [12] 李永慧. 入侵植物喜旱莲子草对南方菟丝子寄生的生态响应研究[D]. 山西: 山西师范大学, 2012.
- [13] 张静, 闫明, 李钧敏. 不同程度南方菟丝子寄生对入侵植物三叶鬼针草生长的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(10): 3136-3143.
- [14] 张雪, 郭素民, 高芳磊, 等. 不同生境下的空心莲子草对南方菟丝子寄生的响应[J]. 杂草学报, 2018, 36(1): 14-19.