

不同土壤对入侵植物与本土植物生长的影响

李武军^{1,2}, 梁开明², 何咄咄², 朱建玲^{1,2}, 吴林芳, 曹共麟*

(1. 中国科学院华南植物园, 广东广州510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京100039)

摘要 [目的] 了解外来入侵植物和本土植物对不同土壤类型的生长适应性。[方法] 对两种外来入侵植物(微甘菊和南美蟛蜞菊)和两种本土植物(金纽扣和鸡矢藤)在两种不同营养水平土壤(潜育性水稻土和花岗岩赤红壤)上叶绿素含量与生物量分配情况进行了比较研究。[结果] 当土壤肥力水平降低时, 微甘菊的叶绿素总量显著升高, 叶绿素a/b值显著降低; 金纽扣叶绿素总量和叶绿素a/b值的变化趋势则与微甘菊相反。南美蟛蜞菊和鸡矢藤的叶绿素含量、叶绿素a/b值、生物量及根冠比均不随土壤肥力水平的变化而发生变化。两种本土植物的生物量随土壤肥力水平的下降而降低, 根冠比则随土壤肥力水平的下降而升高。[结论] 外来入侵植物对不同肥力水平的土壤均具有较强的适应能力。

关键词 入侵植物; 土壤肥力; 叶绿素含量; 生物量

中图分类号 S153 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)06-02465-03

Influences of Different Soils on the Growths of Invasive Plants and Native Plants

LI Wujun et al. (South China Botanical Garden, Chinese Academy of Science, Guangzhou, Guangdong 510650)

Abstract [Objective] The purpose of the study was to know about the growth adaptabilities of foreign invasive plants and native plants to the soils of different types. [Method] The chlorophyll contents and biomass distributions in 2 foreign invasive plants (*Mikania micrantha* and *Triplaris hainanensis*) and 2 native plants (*Spilanthes acnella* and *Paederia scandens*) on 2 soils (gleyey paddy soil and lateritic red soil originating from granite) with different nutritive levels were studied comparatively. [Result] When the soil fertility level reduced, the total chlorophyll content increased significantly and the chlorophyll a/b value reduced significantly in *M. micrantha*, and their change trends in *S. acnella* were opposite to that in *M. micrantha*. When the soil fertility level changed, the chlorophyll contents, chlorophyll a/b values, biomasses and root-canopy ratios of *T. hainanensis* and *P. scandens* didn't change. The biomasses of 2 native plants reduced and their root-canopy ratios increased as the soil fertility level reduced. [Conclusion] The foreign invasive plants had relatively strong adaptability to the soils with different fertility levels.

Key words Invasive plants; Soil fertility; Chlorophyll contents; Biomass

外来植物入侵是人类全球化进程的负效应之一, 并且对入侵地的生物多样性、生态系统功能和经济发展造成了巨大的危害^[1]。植物入侵已经引起了植物生态学家的广泛关注^[1]。目前对外来入侵植物生物量分配和叶绿素含量的研究主要集中在单个影响因子(如光强、水分和一些营养元素)的影响^[2-5], 很少有人涉及到不同土壤类型的影响, 因此开展外来入侵植物对不同土壤类型的适应性研究对于预测外来植物入侵及其防控技术具有重要意义。

南美蟛蜞菊 [*Wedelia trilobata* (L.) Hitchc], 又名三裂叶蟛蜞菊, 菊科蟛蜞菊属, 蔓生草本; 微甘菊 (*Mikania micrantha* HBK), 菊科假泽兰属, 草质藤本^[6], 这两种植物都被列入国际自然保护联盟(IUCN) 2001年制定的100种最有害的入侵生物名录^[7], 后者还被中国国家环保总局和中国科学院2003年列入我国第一批最具危害性的外来入侵植物之列^[8]; 两种外来种原产地都在中南美洲, 现在我国华南地区均已逸生为杂

草^[6]。金纽扣 (*Spilanthes paniculata* Wal. ex DC), 菊科金纽扣属, 蔓性草本, 原产中国东南部及东南亚, 全草药用^[9]; 鸡矢藤 *Paederia scandens* (Lour.) Merr., 茜草科鸡矢藤属, 草质藤本, 原产我国及东南亚, 可药用^[10]。笔者对两种危害较为严重的外来入侵植物和两种本土植物在不同类型土壤上的叶绿素含量和生物量分配作了比较研究, 旨在了解外来入侵植物和本土植物对不同土壤类型的生长适应性。

1 材料与试验方法

1.1 供试材料与试验处理 试验在中国科学院华南植物园生态试验场进行。4种植物都在温室条件下扦插繁殖, 2周后挑选生长健壮、生长量较一致的幼苗移栽至直径40cm、高28cm的花盆中, 每盆4株, 共40盆。试验从2007年2月5日~8月20日, 历时6个半月。试验所选土壤类型为潜育性水稻土和花岗岩赤红壤。土壤化学特性见表1。每种试验处理5个重复, 植物生长环境为室外。

表1 两种不同类型土壤肥力特征

Table 1 The fertility characters of 2 different types of soil

土壤类型	pH值	有机质 g/kg	碱解氮 ng/kg	有效磷 ng/kg	速效钾 ng/kg
Soil type	pH value	Organic matter	Alkali dispelled	Available P	Available K
潜育性水稻土 Gleyey paddy soil	6.72 ± 0.02	39.91 ± 1.71	102.57 ± 7.21	41.31 ± 1.09	140.37 ± 8.20
花岗岩赤红壤	4.87 ± 0.03	2.38 ± 0.38	11.05 ± 0.84	1.36 ± 0.18	19.20 ± 0.58
Lateritic red soil originating from granite					

1.2 试验方法 移栽6个月后, 每盆选取5片大小相似的完整叶片, 带回实验室用80%丙酮浸提法测定叶绿素含量^[11]; 随后对所有植株进行收获, 分根、茎、叶称重, 并采集相应的

植物样品, 于70℃烘箱内烘干至恒重, 用可感应0.01g的天平称其干重, 换算成各部分生物量和总生物量。土壤肥力特性用中国生态系统研究网络观测与分析标准方法测定^[13]。采用Microsoft office excel 2003和SPSS 11.5对试验数据进行分析, 数据以同一物种同一处理的平均值 ± 标准误来表示。不同处理间各指标的差异性用单因素方差分析进行检验, 用Duncan法检验差异显著性。

基金项目 广东省国际合作项目(2003C50208)。

作者简介 李武军(1981-), 男, 陕西渭南人, 硕士研究生, 研究方向: 入侵植物生态学。* 通讯作者, E-mail: caoh@scib.ac.cn。

收稿日期 2007-07-19

2 结果与分析

2.1 土壤肥力对植物叶绿素含量的影响 叶绿素含量是影响植物光合作用及生物量积累的重要因素^[12],其中叶绿素a在红光部分的吸收带宽些,因此可作为表征植物对阳生环境适应能力的指标之一;叶绿素b在蓝紫光部分吸收带宽些,可作为表征植物对阴生环境适应能力的指标;叶绿素a/b表征植物叶片对红光和蓝紫光的相对吸收能力,也可作为表征植物相对耐阴性的指标^[12]。

2.1.1 不同土壤对同种植物叶绿素含量的影响。从图1可看出,土壤肥力降低时,只有鸡矢藤的叶绿素a含量显著升高($P < 0.05$),其余3种植物叶绿素a含量则未发生明显变化,可见土壤肥力对植物吸收红光的影响较小;金纽扣的叶

绿素b含量显著降低($P < 0.05$),南美蟛蜞菊和鸡矢藤的叶绿素b含量则没有发生显著变化,微甘菊的叶绿素b含量反而显著升高($P < 0.05$),说明土壤肥力降低反而提高了微甘菊对蓝紫光的吸收能力^[2];微甘菊的叶绿素总量显著升高($P < 0.05$),叶绿素a/b显著降低($P < 0.05$),说明微甘菊吸收光能的能力得到了提高,且主要是增强了其吸收蓝紫光的能力,这也表明微甘菊在土壤肥力水平较低时更能适应弱光环境;金纽扣叶绿素总量和叶绿素a/b的变化趋势则与微甘菊相反($P < 0.05$);南美蟛蜞菊和鸡矢藤的叶绿素总量与叶绿素a/b则不存在显著差异,说明土壤肥力水平对南美蟛蜞菊和鸡矢藤吸收光能的能力不存在显著影响。

2.1.2 相同土壤基质中不同植物叶绿素含量的比较。由表

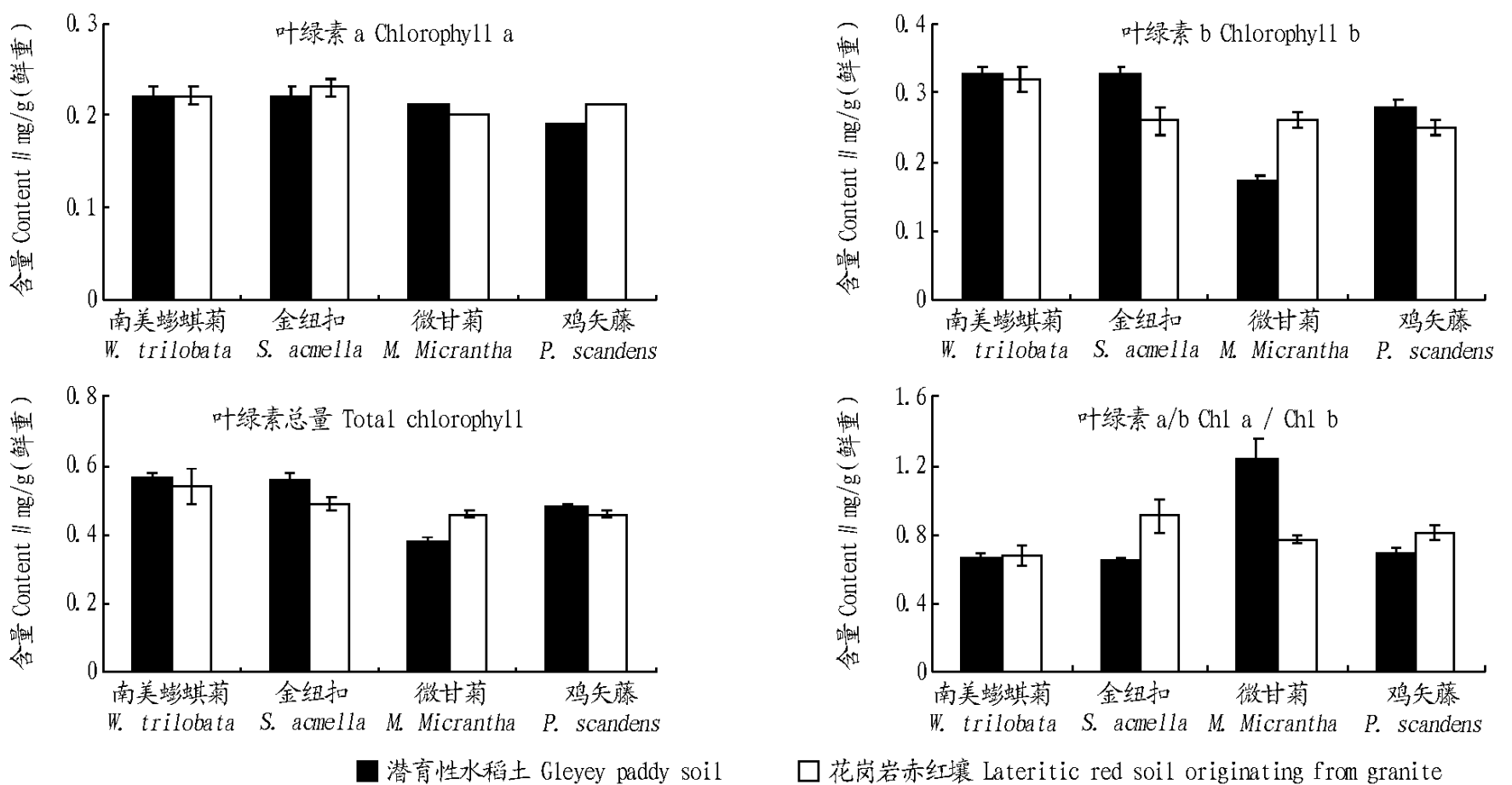


图1 不同土壤对同种植物叶绿素含量的影响

Fig.1 Effects of different soil type on chlorophyll content in same species of plant

表2 2种土壤类型的4种植物叶绿素含量比较

Table 2 Effects of 2 soil types on chlorophyll content in 4 species of plant

土壤类型 Soil type	物种 Species	叶绿素a 含量 g Content of chlorophyll a	叶绿素b 含量 g Content of chlorophyll b	叶绿素总量 g Total chlorophyll	叶绿素a/b Chl a/ Chl b
潜育性水稻土 Gleyey paddy soil	南美蟛蜞菊 W.trilobata	0.22 ±0.01 a	0.33 ±0.01 a	0.57 ±0.01 a	0.67 ±0.02 b
	金纽扣 S.acnella	0.22 ±0.01 a	0.33 ±0.01 a	0.56 ±0.02 a	0.65 ±0.01 b
	微甘菊 M.Micrantha	0.21 ±0.00 a	0.17 ±0.01 b	0.38 ±0.01 c	1.24 ±0.11 a
	鸡矢藤 P.scandens	0.19 ±0.00 b	0.28 ±0.01 b	0.48 ±0.01 b	0.70 ±0.02 b
花岗岩赤红壤 Lateritic red soil originating from granite	南美蟛蜞菊 W.trilobata	0.22 ±0.01 a	0.32 ±0.02 a	0.54 ±0.03 a	0.68 ±0.05 b
	金纽扣 S.acnella	0.23 ±0.01 a	0.26 ±0.02 b	0.49 ±0.02 bc	0.91 ±0.10 a
	微甘菊 M.Micrantha	0.20 ±0.00 a	0.26 ±0.01 b	0.46 ±0.01 c	0.77 ±0.02 ab
	鸡矢藤 P.scandens	0.21 ±0.00 a	0.25 ±0.01 b	0.46 ±0.01 c	0.81 ±0.04 ab

注:表中同列数据后的相同字母表示在0.05水平上经Duncan检验差异不显著。下表同。

Note: Data in same column followed with a different letter indicate significantly different at 0.05 level by Duncan test. The same as followtable.

2 可看出,潜育性水稻土中,鸡矢藤叶绿素a含量显著低于其余3种植物;鸡矢藤和微甘菊的叶绿素b含量显著低于南美蟛蜞菊和金纽扣;微甘菊和鸡矢藤叶绿素总量都低于南美蟛

蜞菊和金纽扣,说明只有在土壤肥力水平较高时才会有部分本土植物吸收光能的能力可与外来入侵种相抗衡,外来入侵植物的入侵性才不会表现的那么明显;微甘菊的叶绿素a/b

显著高于其余3种植物,说明当土壤肥力较高时,光照会在其入侵过程中起到更加重要的作用,这与冯惠玲等^[16]野外调查的结论是一致的。

由表2可以看出,花岗岩赤红壤中4种植物的叶绿素a含量不存在显著差异,说明土壤肥力水平较低时外来植物与本土植物吸收红光的能力相差不大;南美蟛蜞菊的叶绿素b

含量显著高于其他3种植物,说明在较低土壤肥力水平下其吸收蓝紫光的能力显著高于其他3种植物;南美蟛蜞菊的叶绿素总量显著高于金纽扣、微甘菊和鸡矢藤,说明在土壤肥力较低时该植物具有较高的光合效力;金纽扣的叶绿素a/b显著高于其余3种植物,说明当土壤肥力降低时时,金纽扣耐阴能力较弱。

表3 土壤类型的4种植物生物量比较(干重)

Table 3 Comparison of biomass of 4 species of plants under 2 soil types

土壤类型 Soil type	物种 Species	地上生物量 g/株 Aboveground biomass	地下生物量 g/株 Underground biomass	总生物量 g/株 Total biomass	根冠比 Ratio of root to shoot
潜育性水稻土 Gleyey paddy soil	南美蟛蜞菊 W. trilobata	87.89 ±11.97 a	15.97 ±3.07 ab	103.85 ±14.86 a	0.18 ±0.01 ab
	金纽扣 S. acnella	79.61 ±11.35 a	29.23 ±4.85 a	108.85 ±13.69 a	0.38 ±0.07 a
	微甘菊 M. Micrantha	68.64 ±10.99 a	8.94 ±2.83 b	77.57 ±13.21 ab	0.12 ±0.02 b
	鸡矢藤 P. scandens	35.77 ±1.52 b	8.78 ±0.48 b	44.55 ±1.84 c	0.25 ±0.01 ab
	南美蟛蜞菊 W. trilobata	96.28 ±6.91 a	13.63 ±1.96 a	109.92 ±7.66 a	0.14 ±0.02 d
花岗岩赤红壤 Lateritic red soil originating from granite	金纽扣 S. acnella	9.55 ±4.00 c	12.00 ±5.88 a	21.55 ±9.56 bc	1.88 ±0.78 a
	微甘菊 M. Micrantha	55.59 ±3.34 b	11.5 ±1.46 a	67.09 ±4.03 b	0.21 ±0.03 c
	鸡矢藤 P. scandens	10.06 ±1.78 c	3.15 ±0.67 b	13.53 ±2.70 c	0.33 ±0.03 b
	南美蟛蜞菊 W. trilobata	96.28 ±6.91 a	13.63 ±1.96 a	109.92 ±7.66 a	0.14 ±0.02 d
	金纽扣 S. acnella	9.55 ±4.00 c	12.00 ±5.88 a	21.55 ±9.56 bc	1.88 ±0.78 a

2.2 土壤肥力对植物生物量的影响

2.2.1 不同土壤对同种植物生物量分配的影响。从图2可以看出,两种土壤肥力水平下外来植物南美蟛蜞菊和微甘菊地上生物量、地下生物量、总生物量和根冠比没有发生显著变化;随着土壤肥力降低,金纽扣地上生物量、地下生物量、总

生物量显著降低,根冠比显著升高,说明当土壤肥力降低后,金纽扣需要更多的地下组织来汲取养分,维持生长^[4];鸡矢藤地上生物量和总生物量也随着土壤肥力降低而显著下降,但其地下生物量和根冠比则没有显著变化,表明土壤肥力对其生物量积累的影响主要在地上部。

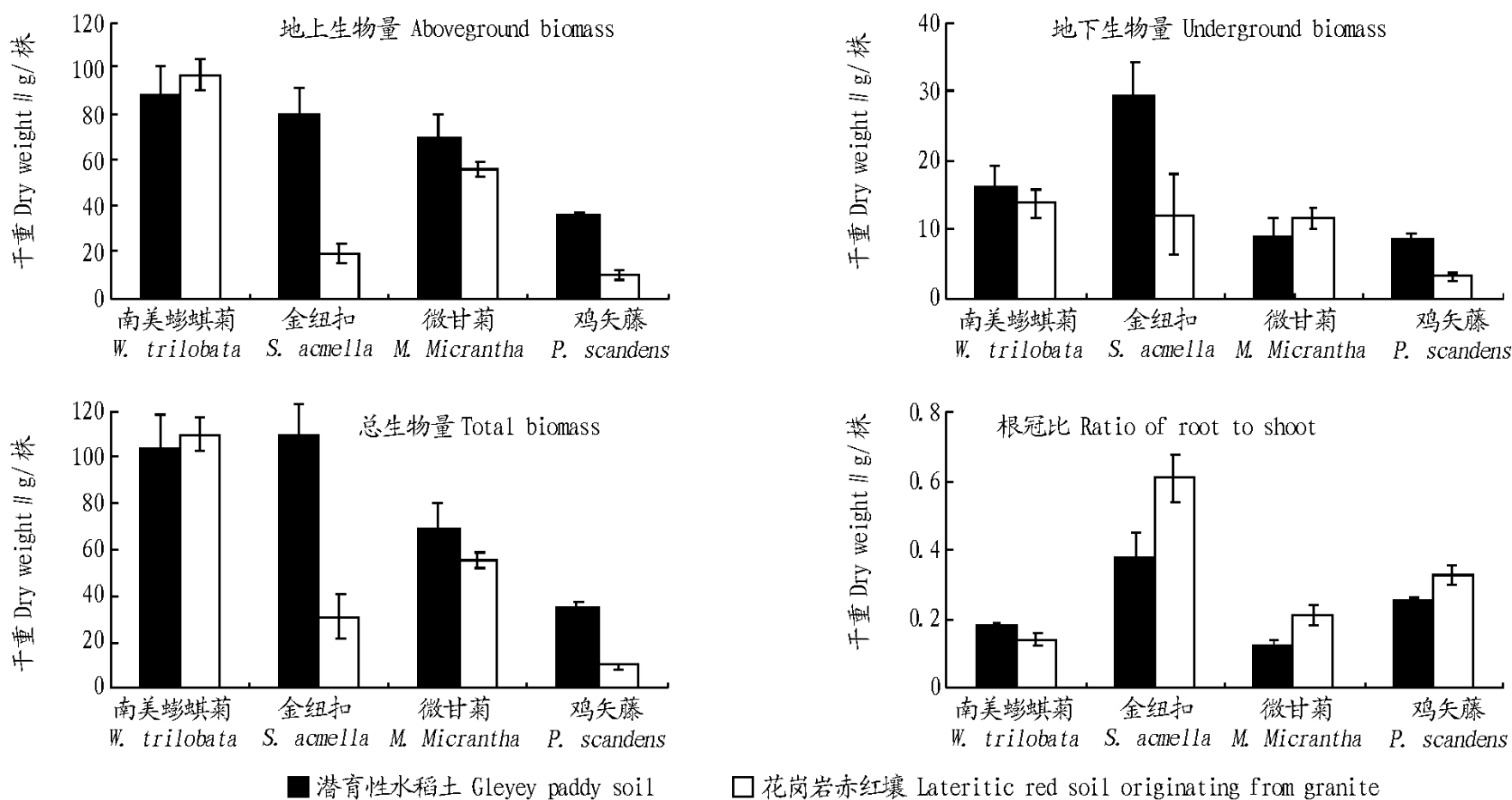


图2 不同土壤对同种植物生物量分配的影响

Fig 2 Effects of different soil types on biomass allocation in same plant

2.2.2 相同土壤基质中不同植物生物量的比较。由表3可以看出,潜育性水稻土中南美蟛蜞菊的地上生物量最高,金纽扣和微甘菊次之,鸡矢藤最低,仅为南美蟛蜞菊的40.70%,说明土壤肥力较高时南美蟛蜞菊的生长对策是扩展地上空间,抢占更多光合资源;金纽扣的地下生物量显著高于其余3种植物,表明其高生物量主要是由地下部能够吸取更多营养

所致;南美蟛蜞菊和金纽扣的总生物量最高,微甘菊次之,鸡矢藤最低。可见总体上来看,当土壤营养水平较高时,南美蟛蜞菊和金纽扣都具有很强的竞争力。

由表3可以看出,花岗岩赤红壤中两种外来植物的地上生物量和总生物量都显著高于两种本土植物,南美蟛蜞菊地

地杀灭细菌。

ClO_2 水溶液受紫外线照射或受热后会渐渐分解,分解产物有 Cl_2 、 O_2 、 HClO 、 HClO_3 和 HCl 等。为了克服其不稳定性的缺点,以便运输和贮存,一般将其制成稳定性溶液。

3 二氧化氯优于液氯杀菌的原因

从 ClO_2 杀菌机理可知, ClO_2 通过释放原子氧和 HClO 而发生作用,与有机物不发生氯化反应而是发生氧化反应,故在水中不仅不会形成致癌的卤代烃,而且 ClO_2 还可使致癌的稠环化合物降解成无致癌作用的物质^[6]。

试验结果表明,投加液氯消毒,在氧化去除或降解有机物的同时,不仅有有机物种类多、含量大,且氯会通过取代反应与有机物结合,均形成较多的卤代烃 (THMs),这些卤代有机物在动物试验中被证明有突变或致癌活性。研究表明,饮用水中 THMs 含量越大,饮用的时间越长,致癌的危险性也越大。二氧化氯消毒几乎不形成有机卤代物,其根本原因是二

(上接第2467页)

上生物量最高,达 96.28 g/株,鸡矢藤最低仅 10.06 g/株,为南美蟛蜞菊的 10.45%,总生物量南美蟛蜞菊的最高,达 109.92 g/株,鸡矢藤最低仅 13.53 g/株,为南美蟛蜞菊的 12.31%,可见当土壤肥力较低时两种外来植物都具有更强的生存竞争力。

由表3可看出,两种肥力水平的土壤中外来植物根冠比都显著低于本土植物,说明在两种土壤中本土种都需要更高比例的地下部生物量来维持其生长,也说明外来种根系对资源的觅食效率高,可获取更多的资源增殖个体或种群的地上部分,通过产生更多的支撑结构、叶片数量和叶面积来提高光合作用效率,以达到更大程度的占有地上资源空间,这对于其种群的稳定是非常有利的^[4]。

3 讨论

研究表明,土壤肥力降低没有降低外来植物微甘菊和南美蟛蜞菊的叶绿素总量,说明在两种土壤肥力状况下,两种外来入侵植物都能很好地吸收光能;土壤肥力下降显著降低了金纽扣的叶绿素总量,这可能是其生物量显著降低的原因之一;微甘菊叶绿素b则随着土壤肥力的降低而显著升高,说明土壤肥力降低反而显著地增强了它对蓝紫光的吸收能力,以此来提高其生境适应能力。

研究还表明,土壤肥力的降低只是降低了两种本土植物的生物量,对两种外来植物的生物量并没有产生显著影响,说明两种外来植物对土壤肥力的适应性更高。土壤肥力水平较低时,外来种的生物量都显著高于本土植物,说明在较贫瘠的土壤中外来种具有更高的相对竞争能力;只有当土壤肥力水平较高时,某些本土种才有较大的生物量,才具备与外来入侵种抗衡的能力,也就是说,改善土壤条件是保障本

土种正常生长发育,防控外来种入侵的一种有效途径。

因此,外来入侵植物对土壤肥力要求不严,一般具有较强的土壤环境适应能力,这与前人通过野外调查的结果是一致的^[14-17],这也可能是一些外来入侵种能够大面积暴发的重要原因之一。

参考文献

- [1] 李志强,邵维兰,周艳红.管网水有机污染物成分及二氧化氯应用的优越性[J].环境科学与管理,2005,30(4):47.
- [2] HUANG JUNI, WANG LI, REN NANQ. Disinfection effect of chlorine dioxide on bacteria in water[J]. Water Research, 1997, 31(3): 607 - 613.
- [3] LI JW, YU Z, CAI X, et al. Trihalomethanes formation in water treated with chlorine dioxide [J]. Water Research, 1996, 30(10): 2371 - 2376.
- [4] 胡兆雄. 二氧化氯在净水消毒中的应用浅议[J]. 大众科技, 2006(7): 127 - 128, 135.
- [5] 王霞, 杨萍. 二氧化氯应用于水处理的探讨[J]. 河北建筑工程学院学报, 2004, 22(3): 15 - 16.
- [6] 张惠婉. 供水行业中用二氧化氯替代氯消毒方法探寻[J]. 福建化工, 2003(4): 39 - 41.

土种正常生长发育,防控外来种入侵的一种有效途径。

因此,外来入侵植物对土壤肥力要求不严,一般具有较强的土壤环境适应能力,这与前人通过野外调查的结果是一致的^[14-17],这也可能是一些外来入侵种能够大面积暴发的重要原因之一。

参考文献

- [1] 彭少麟, 向言词. 植物外来种入侵及其对生态系统的影响[J]. 生态学报, 1999, 19(4): 560 - 568.
- [2] 吴锦容, 赵厚本, 潘浣钰, 等. 土壤水分变化对外来入侵植物飞机草生长的影响[J]. 生态环境, 2007, 16(3): 935 - 938.
- [3] 许凯扬, 叶万晖. 入侵种喜旱莲子草对土壤水分的表型可塑性反应[J]. 华中师范大学学报: 自然科学版, 2005, 39(1): 101 - 104.
- [4] 许凯扬, 叶万晖, 李静, 等. 入侵种喜旱莲子草对土壤养分的表型可塑性反应[J]. 生态环境, 2005, 14(5): 723 - 726.
- [5] 王俊峰, 冯玉龙. 光强对两种入侵植物生物量分配、叶片形态和相对生长速率的影响[J]. 植物生态学报, 2004, 28(6): 781 - 786.
- [6] 李振宇, 解焱. 中国外来种入侵[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 167 - 174.
- [7] IUCN. 100 of the world's worst invasive alien species [M]. Auckland: Invasive Species Specialist Group, 2001.
- [8] 国家环保总局, 中国科学院. 中国第一批外来入侵物种名单[R]. 国务院公报, 2003: 41 - 46.
- [9] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志: 13 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 277 - 278.
- [10] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志: 15 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 257 - 258.
- [11] 邹骑. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 72 - 74.
- [12] 潘瑞织, 董愚得. 植物生理学[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 1995: 75 - 79.
- [13] 刘光崧. 土壤理化分析与剖面描述[M]. 北京: 中国标准出版社, 1996: 307 - 413.
- [14] 王忠良, 曹洪麟. 不同生境和森林内微甘菊的生存与危害状况[J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(2): 131 - 138.
- [15] ZHANG L Y, YE Y H. Mikania micratha HB Kin China an overview [J]. Weed Research, 2004, 44(1): 42 - 49.
- [16] 冯惠玲, 曹洪麟, 梁晓东, 等. 微甘菊在广东的分布与危害[J]. 热带亚热带植物学报, 2002, 10(3): 263 - 270.
- [17] 徐汝梅, 叶万晖, 梁晓东. 生物入侵: 理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 240 - 242.