

土壤灭菌对紫茎泽兰和番茄的反馈作用

李会娜, 刘万学, 万方浩

(中国农业科学院植物保护研究所/农业病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要:通过灭菌处理控制云南和北京2份土壤的土壤微生物,比较不同来源土壤的微生物群落对入侵恶性杂草紫茎泽兰和蔬菜番茄生长的反馈作用。结果表明:对于紫茎泽兰,2种土壤灭菌后均不利于其生长。北京菜园土灭菌后,紫茎泽兰的株高和生物量显著低于对照处理,其中生物量是对照处理的14.3%;云南紫茎泽兰入侵土壤灭菌后,株高和生物量分别为对照处理的58.1%和42.9%。而对于番茄,北京菜园土灭菌后,株高和生物量分别为对照处理的226.9%和644.5%;云南土中,灭菌后株高和生物量都与对照处理无显著差异,分别为对照的94.6%和88.7%。以上结果揭示,不同来源土壤灭菌处理后,对外来入侵杂草紫茎泽兰和蔬菜作物番茄的反馈作用存在差异。

关键词:土壤灭菌;紫茎泽兰;番茄;反馈作用

中图分类号:S451

文献标志码:A

论文编号:2011-0032

Feedback of Soil Sterilization on *Ageratina adenophora* and *Lycopersicon esculentum*

Li Huina, Liu Wanxue, Wan Fanghao

(State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests/

Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193)

Abstract: Studies were conducted to compare the feedback of different sources of soil microbial community on the growth of noxious weeds *Ageratina adenophora* and tomatoes by sterilization of soil from Yunnan and Beijing. The results showed that the two types of soil were unfavorable for the growth of *A. adenophora* after sterilization. Specifically, for soil collected from a vegetable garden in Beijing, plant height and biomass of *A. adenophora* cultivated in sterilized soil were significantly lower than control. The plant biomass of *A. adenophora* was only 14.3% that of control. For soil collected from invaded area by *A. adenophora* in Yunnan, plant height and biomass of *A. adenophora* cultivated in sterilized soil were 58.1% and 42.9% that of control, respectively. However, plant height and biomass of tomato cultivated in soil from the vegetable garden after sterilization were 226.9% and 644.5% that of control, respectively. The plant height and biomass of tomato cultivated in soil from Yunnan after sterilization were 94.6% and 88.7% that of control respectively, which showed no significant differences. The findings suggested that for different sources of soil, their sterilization had different feedbacks for the growth of invasive weed *A. adenophora* and common vegetable crop tomato.

Key words: soil sterilization; *Ageratina adenophora*; *Lycopersicon esculentum*; feedback

0 引言

土壤是植物尤其是陆生植物的载体,土壤中许多

微生物存在于植物根系,与植物的根系形成一个稳定的动态系统,植物和微生物既相互促进,又相互制约,

基金项目:国家重点基础研究发展计划项目“重要外来物种入侵的生态影响机制与监控基础”(2009CB119203);国家自然科学基金项目“外来植物紫茎泽兰对入侵地土壤微生物的影响机理及其反馈作用研究”(30871654)。

第一作者简介:李会娜,女,1980年出生,河北安国人,博士,研究方向:外来植物入侵生态学。通信地址:100081北京市海淀区中关村南大街12号 中国农科院植保所(南区),Tel:010-82106380,E-mail:lihuina0807@163.com。

通讯作者:万方浩,男,1956年出生,湖南临澧人,研究员,博士,研究方向:入侵生物学。通信地址:100081北京市海淀区中关村南大街12号 中国农科院植保所(南区),Tel:010-82109572,E-mail:wanhf@mail.caas.net.cn。

收稿日期:2011-01-07,修回日期:2011-05-06。

植物的根系为土壤微生物提供养分,土壤微生物反过来也促进了植物根系的发育,从而促进了植物的生长。许多试验表明通过各种方式对土壤进行消毒有利于植物的生长,而通过土壤灭菌消毒杀死土壤有害病原微生物,来消除蔬菜作物的连作障碍方面的研究最为突出^[1-5]。同时,也有研究结果表明土壤灭菌后不利于植物的生长^[6-8]。在揭示外来植物入侵机制的研究中也涉及到土壤微生物的报道。Callaway^[9]指出,矢车菊在发源地欧洲和入侵地美洲的2种土壤中灭菌后都使其生物量增加,但欧洲土壤中灭菌后增加的倍数远远大于美洲土壤中增加的倍数,分析原因可能是在欧洲土壤中存在大量不利于矢车菊生长的病原菌,而美洲土壤中不存在。

为了验证不同土壤中微生物群落对入侵杂草紫茎泽兰和蔬菜番茄生长发育的反馈作用,本研究设计了2种不同土壤:云南紫茎泽兰入侵土壤,北京废弃菜园土壤,分别进行灭菌处理控制土壤微生物,种植紫茎泽兰和番茄。通过测定其株高和生物量比较分析不同土壤微生物对两者生长的影响,来验证土壤微生物对紫茎泽兰和番茄的反馈作用。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

盆栽试验于2010年5—7月在中国农科院重大工程楼温室进行,室内试验于2010年7月在中国农业科学院植物保护研究所进行。

1.2 试验材料

1.2.1 供试土壤 云南土壤:紫茎泽兰入侵地土壤,样地位于云南昆明黑龙潭公园附近山坡,海拔1946~1976 m,属亚热带山地季风性气候,主要土壤类型为红壤,pH为6.8,有机质为88.96 g/kg,全氮为2.36 g/kg,全磷为0.75 g/kg,全钾为7.51 g/kg。

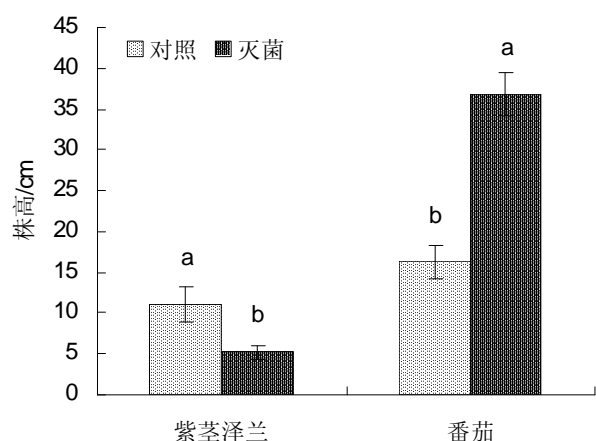


图1 北京菜园土壤微生物群落对紫茎泽兰和番茄株高的影响

北京土壤:菜园废弃地土壤,样地位于中国农业科学院重大工程楼温室外废弃地,属温带大陆性季风气候,主要土壤类型为棕土,pH为8.0,有机质为12.65 g/kg,全氮为0.46 g/kg,全磷为0.57 g/kg,全钾为11.92 g/kg。

1.2.2 供试植物 杂草种子采自云南紫茎泽兰入侵生境。番茄种子‘佳粉18’购于北京京研益农科技发展中心。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 2010年5月上旬,将2种土壤分别分成2份,1份用于对照处理,1份高压灭菌3次(121℃,30 min,连续3天)。将灭好的土壤和对照土壤分装于培养钵(15 cm×13 cm×13 cm),将上述紫茎泽兰和番茄种子均匀撒在培养钵土层上面,然后覆盖约0.5 cm的细土,紫茎泽兰每钵20粒,番茄每钵10粒,每个处理8个重复,待出苗后5天间苗至每钵3株。所有培养钵随机置于温室中。生长期间,注意浇水保持土层湿润。生长50天后小心拔出整株植株,测定其株高和生物量。

1.3.2 精密仪器和药品规格 本研究室使用称量天平为Sartorius厂生产的CPA1245型。

1.3.3 统计分析 所有株高和生物量数据采用SPSS软件(SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA)进行单因素方差分析(One-way ANOVA),LSD检验。

2 结果与分析

2.1 北京菜园土壤微生物群落对紫茎泽兰和番茄生长的影响

如图1所示,北京土壤经灭菌处理后,对紫茎泽兰和番茄株高的影响不同。灭菌后,紫茎泽兰株高显著降低($F=30.81, P=0.0004$),为对照的47.3%;而番茄株高则是显著高于对照($F=320.29, P<0.0001$),是对照的226.9%。图2显示生物量的结果与株高结果一致。灭

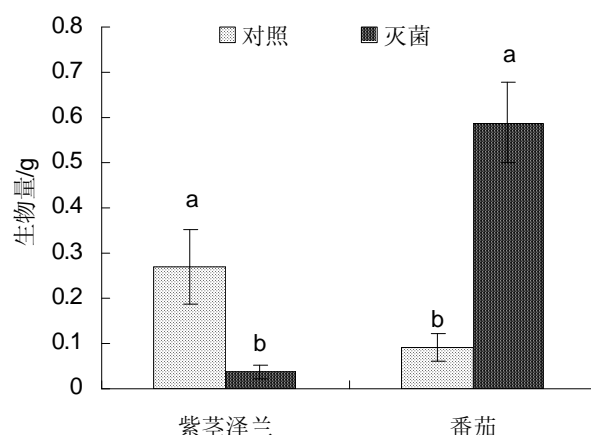


图2 北京菜园土壤微生物群落对紫茎泽兰和番茄生物量的影响

菌处理后,紫茎泽兰生物量显著低于对照处理($F=37.00, P=0.0002$),仅为对照的14.3%;而对于番茄,灭菌处理后的生物量与对照处理也达到了显著水平($F=213.02, P<0.0001$),是对照处理的644.5%。

2.2 云南土壤微生物群落对紫茎泽兰和番茄生长的影响

如图3所示,云南紫茎泽兰入侵的土壤经灭菌处理后,对紫茎泽兰株高的影响与北京土对紫茎泽兰的

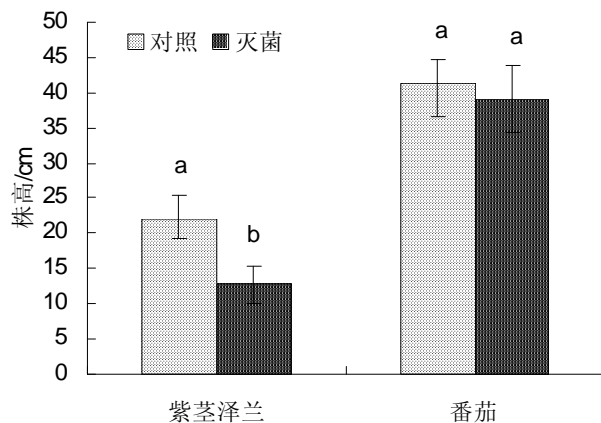


图3 云南紫茎泽兰入侵土壤微生物群落对紫茎泽兰和番茄株高的影响

3 结论

笔者通过灭菌处理控制土壤微生物,比较云南紫茎泽兰入侵地和北京废弃地不同来源土壤的微生物群落对紫茎泽兰和番茄生长的反馈作用。得到以下结论:(1)土壤微生物群落对紫茎泽兰和番茄的生长均有显著影响;(2)不同来源土壤灭菌处理后,对紫茎泽兰和番茄2种植物的反馈效应存在差异。对于紫茎泽兰,2种土壤灭菌后对其生长均表现为显著地抑制作用。对于番茄,2种土壤灭菌后,北京菜园土显著提高了番茄的株高和生物量;云南紫茎泽兰入侵土与对照处理无显著差异。

4 讨论

土壤微生物的数量和种类都很多,特别是聚居在植物根际的微生物群,植物通过分泌物、渗出物、植物黏液、溶胞产物等方式影响根际微生物的组成,因此每种植物都有各自独特的根际微生物群。反过来,这种特异的微生物群对不同的植物也会产生不同的反馈作用^[10]。对于入侵植物排挤、抑制本地植物,不断扩张的现象,有研究提出外来植物可能通过改变本地植物原有的土壤微生物群来形成利于自身竞争生长的微环境,从而排挤本地植物形成单优群落^[9,11-14]。Nijjer等^[6]在研究土壤微生物与施肥对乌柏(*Sapium sebiferum*)

影响一致。灭菌后,紫茎泽兰株高显著降低($F=36.60, P<0.0001$),为对照的58.1%;番茄株高则与对照处理无显著差异($F=1.15, P=0.3036$),是对照的94.6%。图4显示生物量的结果与图3显示的株高结果一致。灭菌处理后,紫茎泽兰生物量显著低于对照处理($F=12.81, P=0.0034$),仅为对照的42.9%;而对于番茄,灭菌处理后的生物量与对照处理也未达到显著水平($F=0.79, P=0.3907$),是对照处理的88.7%。

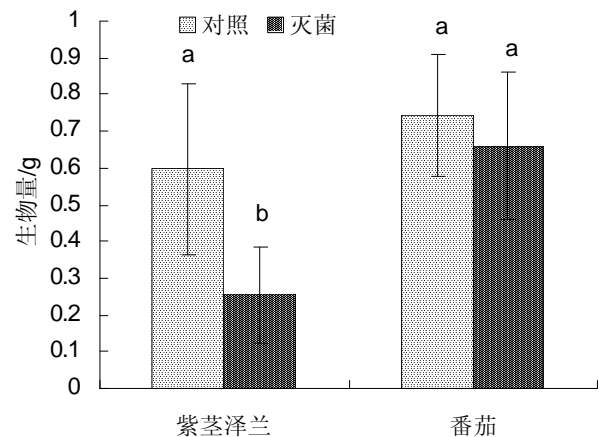


图4 云南紫茎泽兰入侵土壤微生物群落对紫茎泽兰和番茄生物量的影响

成功入侵的影响时发现,与土著植物相比,乌柏根系丰富的菌根真菌(AMF)可以提高乌柏生长率;同时,乌柏破坏了土著植物与入侵地土壤微生物间的共生关系,使当地种的竞争力下降,从而实现外来植物乌柏的成功入侵。Klironomos基于温室盆栽试验比较了5种入侵北美的外来植物和5种当地的罕见植物,发现了入侵植物获得成功的秘密。入侵北美的紫千屈菜(*Lythrum salicaria*)、葱芥(*Alliaria petiolata*)、叶阔叶大戟(*Euphorbia esula*)、蓼属植物(*Polygonum cuspidatum*)和丝路蓟(*Cirsium arvense*)在它们自身生长过的土壤中,比在其他不同植物生长过的土壤中生长得更好。说明这些入侵植物引起了土壤生物群落的变化,聚集了对自身生长的有利条件,削弱了导致对自身生长的负面影响。而用5种本土稀有的植物做相同方式处理时,发现在它们自己生长过的土壤中则受到显著的负面影响,这可能是罕见植物种在它们本土土壤中已积累大量的病原体,使得这些稀有本土植物受到病原菌威胁^[10]。

本研究设计了云南和北京2份不同土壤中微生物群落对入侵杂草紫茎泽兰和蔬菜番茄生长发育的反馈作用。结果显示,北京土壤经灭菌处理后,紫茎泽兰株高显著降低,为对照的47.3%,生物量也显著低于对照

处理,仅为对照的14.3%;而番茄株高和生物量则显著高于对照,分别是对照的226.9%和644.5%。云南紫茎泽兰入侵的土壤经灭菌处理后,对紫茎泽兰株高的影响一致。灭菌后,紫茎泽兰的株高和生物量显著低于对照处理,而对于番茄,其株高和生物量均无显著差异。上述结果表明,北京菜园土可能含有较多的有害病原菌,灭菌处理杀死病原菌后使番茄生长显著好于对照,但是,对于杂草紫茎泽兰的反馈却表现相反的结果,笔者认为在自然界生长的杂草的抵抗力要好于蔬菜番茄对病原菌的抵抗力,因此灭菌处理反而对紫茎泽兰生长不利。一些恶劣的环境杂草会肆意生长,对于大田作物和蔬菜来说,即使在很好的水肥条件下,由于连作障碍,也会出现低产减产的现象。而云南紫茎泽兰入侵过的土壤,灭菌后对于紫茎泽兰表现出抑制作用,而对于番茄却无显著作用,这说明紫茎泽兰入侵改变的土壤微生物对其自身生长是有利的反馈作用。因此,灭菌后会不利于自身的生长,这也可能是其成功入侵的一个有效途径^[12,14-15]。

本研究虽然只比较了云南和北京2份不同土壤的微生物群落对紫茎泽兰和番茄生长的影响,但结果可以为揭示自然界的杂草,尤其是外来入侵杂草肆意生长,排斥抑制本地植物,并形成单优群落的可能原因提供一定的研究思路。如果对土壤中的特殊菌群进行深入分析,可以进一步反映出一些菌群在外来植物入侵进程中的作用。

参考文献

- [1] 吴凤芝,王伟.土壤灭菌对大棚连作黄瓜生长发育影响[J].北方园艺,1999(5):49-49.
- [2] 汪立刚,王玉.土壤灭菌对大豆的增产效果及其机理探讨[J].西北农业学报,2001,10(1):67-71.
- [3] Mazzola M. Rotate to prevent replant[J]. Agricultural Research, 2000,48(9):16-17.
- [4] 侯永侠,周宝利,吴晓玲,等.土壤灭菌对辣椒抗连作障碍效果[J].生态学杂志,2006,25(3):340-342.
- [5] 程新胜,杨建卿.熏蒸处理对土壤微生物及硝化作用的影响[J].中国生态农业学报,2007,15(6):51-53.
- [6] Nijjer S, Rogers W E, Lee C T A, et al. The effects of soil biota and fertilization on the success of *Sapium sebiferum*[J]. Applied soil ecology, 2008(38):1-11.
- [7] Cui Q G, He W M. Soil biota, but not soil nutrients, facilitate the invasion of *Bidens pilosa* relative to a native species *Saussurea deltoidea*[J]. Weed research, 2008(49):201-206.
- [8] MacKay J, Kotanen P M. Local escape of an invasive plant, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), from above-ground and below-ground enemies in its native area[J]. Journal of Ecology, 2008(96):1152-1161.
- [9] Callaway R. M, Thelen G C, Rodriguez A, et al. Soil biota and exotic plant invasion[J]. Letters to nature, 2004(427):731-733.
- [10] Klironomos J N. Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities[J]. Nature, 2000(417):67-70.
- [11] Levine J M, Vila M, D'Antonio C M, et al. Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions[J]. Proceedings of the royal society B-Biological sciences, 2003(270):775-781.
- [12] Niu H B, Liu W X, Wan F H, et al. An invasive aster (*Ageratina adenophora*) invades and dominates forest understories in China: altered soil microbial communities facilitate the invader and inhibit natives[J]. Plant and soil, 2007(294):73-85.
- [13] Zhang S S, Jin Y L, Tang J J, et al. The invasive plant *Solidago canadensis* L. suppresses local soil pathogens through allelopathy [J]. Applied soil ecology, 2009(41):215-222.
- [14] 李会娜,戴莲,刘万学,等.紫茎泽兰入侵对土壤微生物、酶活性及肥力的影响[J].中国农业科学,2009,42(11):3964-3971.
- [15] 于兴军.一个可能的植物入侵机制:入侵种通过改变入侵地土壤微生物群落影响本地种的生长[J].科学通报,2005,50(9):896-903.