

连作对茄子苗期生长的影响研究*

王芳 王敬国**

(中国农业大学资源与环境学院植物营养系 北京 100094)

摘要 盆栽试验研究连作对茄子苗期生长的影响结果表明,生长初期45d内重茬茄苗株高、叶面积、主根长和总根长明显低于正茬,导致茄苗地上部、地下部鲜物质量分别比正茬减少33.2%和30.2%,且重茬茄苗随苗龄的增加其根结线虫危害加重。对重茬土壤消毒虽消除线虫的危害,但未完全改善重茬茄苗生长状况,且播种后7d重茬土壤茄子出苗率比正茬低15%,表明茄子连作障碍是土传病虫害和化感物质共同作用的结果。通过水培收集的根系分泌物,随添加量的增加而对茄子胚根、胚芽生长的抑制作用增强,表明化感作用是茄子连作障碍的重要因子之一。

关键词 茄子 连作障碍 根结线虫 化感作用

Study on the effect of continuous cropping on the growth of eggplant seedlings. WANG Fang, WANG Jing-Guo (College of Natural Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100094), *CJEA*, 2005, 13(1): 79~81

Abstract The effects of continuous cropping on the growth of eggplant and its mechanism were studied with pot experiments. The results show that during the growth period of 45 days, under the condition of continuous cropping, the plant height, leaf area, main and total root lengths of the eggplants are obviously lower than those under the condition of mono-cropping, causing the shoot and root fresh weights of eggplants to decrease by 33.2% and 30.2%, respectively and the endangerment of *Meloidogyne* becomes more severe with the growth of eggplant seedlings. Although *Meloidogyne* are eliminated by autoclaving continuous mono-cropping soil, eggplant seedlings growth can not be improved compared to mono-cropping ones growing in sterilizing soil, and the germination of eggplant seeds under continuous mono-cropping is lower by 15% than that under mono-cropping in 7 days after planting, which suggests that the obstacles of continuous cropping maybe result from *Meloidogyn* and allelopathy. It is further verified that the more the adding root exudates is, the more their inhibition on the growth of eggplant radicles and plumules is, indicating that allelopathy is one of the important genes in the obstacles of eggplant continuous cropping.

Key words Eggplant, Obstacles of continuous cropping, *Meloidogyne*, Allelopathy

连作时茄子生长不良并大幅度减产,连作障碍已成为限制茄子生产产业化的主要因子。目前有关研究认为土传病虫害、土壤理化性状恶化和植物自毒作用是导致蔬菜连作障碍的主要因素^[1],且不同作物产生连作障碍的原因不同^[2,3]。目前有关茄子连作障碍的研究鲜见报道,本试验研究了连作对茄子苗期生长的影响机理,为寻求解决茄子连作障碍有效途径提供理论依据。

1 试验材料与方法

盆栽试验于2001年10月在中国农业大学植物营养系温室进行,白天室温为22℃左右。供试连作土壤采自北京市大兴区大辛庄露地栽培连作茄子地,土壤有机质为128mg/kg,速效氮32.68mg/kg,速效磷64.00mg/kg,速效钾107.56mg/kg, pH值8.14。对照(CK)土壤采自该连作茄子地附近撂荒地,土壤有机质为166mg/kg,速效氮12.59mg/kg,速效磷14.46mg/kg,速效钾83.78mg/kg, pH值8.13。供试茄子品种为“北京七叶茄”,由中国农业科学院蔬菜花卉研究所提供。每盆(容积为1L)装土1kg,施N 0.1g/kg_±、P₂O₅ 0.15g/kg_±和K₂O 0.15g/kg_±。试验设正茬、重茬2处理,重复8次,其中4次于播种后19d采样,4次于播种后45d采样。将消毒处理种子置28℃保温箱中催芽至胚根长0.5cm时播种,每盆播10粒种子,待植株长出第1片真叶定苗5株。收获时测定茄子地上部、地下部(地下部收获采用冲根法)鲜物质量及株高、叶面

* 国家高技术发展(863)计划项目“可控环境下蔬菜生育障碍防治技术与配套产品”(2001AA247031)资助

** 通讯作者

收稿日期:2003-11-06 改回日期:2003-12-29

积、总根长、主根长和侧根数,观察根部形态。线虫危害调查按根结着生数量分级^[4]。土壤灭菌消毒试验于 2001 年 12 月在中国农业大学科学园温室进行,白天室温为 25~30℃。试验设未灭菌土壤、正茬灭菌土壤、重茬未灭菌土壤和重茬灭菌土壤 4 个处理,重复 8 次,其中 4 次于播种后 20d 采样,4 次于播种后 40d 采样。每盆(容积为 2L)装土 2kg,施 N 0.1g/kg_±、P₂O₅ 0.15g/kg_± 和 K₂O 0.15g/kg_±。土壤消毒即于 121℃ 1 个大气压湿热灭菌 2h 后室温风干备用。将消毒种子置 28℃ 保温箱中催芽至露白时播种,每盆播 16 粒种子,播种 4d 开始记录出苗数,连续调查 4d,待植株长出第 1 片真叶定苗 4 株。收获时取样测定项目同上试验。根系分泌物收集即将催芽后种子播于石英砂中,待植株长出 2 片真叶时移栽 100 株幼苗至盛有 30L 营养液塑料盆中通气培养,每 3d 更换 1 次营养液(所有营养液均用去离子水和分析纯试剂配置),于开花期用连续根系分泌物收集法收集根系分泌物,将营养液由培养钵中流出并经 XAD-4 树脂柱(直径 15mm)后再通过气泵将营养液泵回至培养钵,连续收集 7d,用 200mL 甲醇将吸附在树脂柱中的根分泌物洗脱下来,旋转蒸发浓缩至 15mL 备用。分别取 0.1mL、0.2mL、0.4mL、0.6mL、0.8mL 和 1.0mL 浓缩根系分泌物并加入装有滤纸的培养皿(直径 9cm)中,待甲醇挥发干后加去离子水 8mL,每皿置 10 粒露白的茄子种子于 28℃ 黑暗培养 96h,测定其胚根和胚芽长度。所有数据均采用 SAS 方差分析,并进行 LSD ($P < 0.05$) 统计检验。

2 结果与分析

2.1 连作对茄子幼苗生长的影响

表 1 连作对茄子幼苗生长的影响*

Tab.1 Effects of mono-cropping on the growth of eggplant seedlings

处 理 Treatments	播种后 19d 19 days after planting		播种后 45d 45 days after planting	
	正 茬	重 茬	正 茬	重 茬
	No replanting	Mono-cropping	No replanting	Mono-cropping
植 株 高/cm	6.4a	5.0b	13.8a	10.0b
叶面积/cm ² ·株 ⁻¹	4.7a	3.9b	13.0a	9.0b
主 根 长/cm	7.8a	6.4b	27.1a	17.5b
侧根数/条·株 ⁻¹	22.5a	18.5b	46.8a	47.9a
总根长/cm·盆 ⁻¹	147.3a	100.0b	560.2a	376.2b
地上部鲜物质量/g·盆 ⁻¹	1.45a	1.19b	6.47a	4.32b
地下部鲜物质量/g·盆 ⁻¹	0.47a	0.32b	1.92a	1.34b
线虫危害等级	0 级	I 级(0.5)*	0 级	I 级(3.5)

* 表中括号内数字为每株茄苗根结数;不同小写字母表示 LSD 多重比较差异达 $P \leq 0.05$ 显著水平,下同。

2.2 连作灭菌与未灭菌土壤对茄子出苗率及幼苗生长的影响

由图 1 可知播种后 4d 正茬未灭菌与灭菌土壤处理平均出苗率为 60.4% 和 70.8%,而重茬未灭菌与灭菌土壤处理仅为 40.6% 和 35.4%。且随着时间的延长 4 个处理出苗率均提高;播种 7d 时重茬未灭菌与灭菌土壤处理平均出苗率为 83.3% 和 80.2%,而正茬未灭菌与灭菌土壤处理平均出苗率均 >95%。由表 2 和表 3 可知播种后 20d 重茬灭菌土壤处理茄苗各生长指标均低于正茬未灭菌和灭菌土壤处理,与正茬未灭菌土壤处理茄苗各指标差异达显著水平,与正茬灭菌土壤处理茎高、叶面积、总根长和地下部鲜物质量差异显著。重茬未灭菌与灭菌土壤处理间茄苗生长无明显差异。播

表 2 连作灭菌与未灭菌土壤对茄子幼苗地上部生长的影响

Tab.2 Effects of autoclaving and unautoclaving soil of mono-cropping on the shoot growth of eggplant seedlings

处 理 Treatments	播种后 20d 20 days after planting			播种后 40d 40 days after planting		
	茎高/cm	叶面积/cm ² ·株 ⁻¹	地上部鲜物质量/g·盆 ⁻¹	茎高/cm	叶面积/cm ² ·株 ⁻¹	地上部鲜物质量/g·盆 ⁻¹
	Heigh	Leaf area of per plant	Shoot FW	Heigh	Leaf area of per plant	Shoot FW
正茬未灭菌土壤	4.2a	6.2a	1.24a	10.4a	17.6a	4.90a
正茬灭菌土壤	4.3a	5.6a	1.08b	11.1a	17.1a	4.67a
重茬未灭菌土壤	3.8b	4.5b	0.90b	9.3b	12.4b	3.97b
重茬灭菌土壤	3.7b	4.5b	0.94b	11.3a	15.3ab	4.28b

由表 1 可知连作可影响茄子幼苗的生长发育,播种后 19d 重茬茄苗生长明显受抑,与正茬相比重茬茄苗株高、单株叶面积、主根长、侧根数、总根长、地上部与地下部鲜物质量均有所下降,统计检验结果表明正茬、重茬茄苗各生长发育指标差异均达显著水平;播种后 45d 重茬与正茬茄苗除侧根数无明显差异外,其余各指标与播后 19d 呈相同下降趋势,且差异达显著水平。同时重茬茄苗一定程度受到根结线虫的危害,且危害程度随苗龄的增加而呈加重趋势。

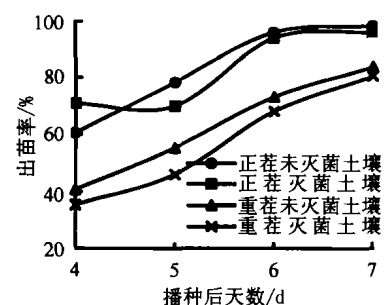


图 1 连作灭菌与未灭菌土壤对茄子出苗率的影响
Fig.1 Effects of autoclaving and unautoclaving soil of mono-cropping on the emergence rates of eggplant seedlings

种后 40d 时正茬未灭菌与灭菌土壤处理各生长指标均大于重茬未灭菌和灭菌土壤处理。与重茬未灭菌土壤处理相比,重茬灭菌土壤处理茄苗生长状况有所改善,其茎高、单株叶面

积、主根长、总根长、地上部和地下部鲜物质量分别增加 21.5%、23.4%、28.4%、7.3%、7.8% 和 5.1%，但与正茬未灭菌和灭菌土壤处理相比仍表现出一定抑制作用。且重茬灭菌土壤处理播种 40d 时无根结线虫产生，而重茬未灭菌土壤处理平均每株根结线虫达 8.7 个，说明土壤灭菌消毒消除了生物因素的影响。

表 3 连作灭菌与未灭菌土壤对茄子幼苗地下部生长的影响

Tab.3 Effects of autoclaving and unautoclaving soil of mono-cropping on the root growth of eggplant seedling

处 理 Treatments	播种后 20d 20 days after planting				播种后 40d 40 days after planting			
	侧根数/条·株 ⁻¹	主根长/cm	总根长/cm·盆 ⁻¹	根部鲜物质量/g·盆 ⁻¹	侧根数/条·株 ⁻¹	主根长/cm	总根长/cm·盆 ⁻¹	根部鲜物质量/g·盆 ⁻¹
	Lateral root	Main root length	Total root length	Root fresh weight	Lateral root	Main root length	Total root length	Root fresh weight
正茬未灭菌土壤	22.9a	8.3a	92.9a	0.36a	42.4a	27.0a	380.7a	1.59a
正茬灭菌土壤	21.5ab	8.0ab	92.4a	0.37a	42.9a	26.8a	370.6a	1.56a
重茬未灭菌土壤	18.0bc	7.4b	73.9b	0.28b	40.5ab	19.0b	299.7b	1.36b
重茬灭菌土壤	17.8c	7.2b	73.7b	0.29b	36.7b	24.4a	321.7b	1.43ab

2.3 茄子根系分泌物的自毒作用

根系分泌物是化感物质的重要来源，对茄子根系分泌物进行生物检测结果(见图 2)表明，茄子根系分泌物对茄子胚根和胚芽生长均表现出抑制作用，且随添加量的增加而对胚根和胚芽抑制作用增强，当添加量为 1mL 时胚根长约为对照的 1/2，胚芽长则比对照减少 30% 左右。

3 小结与讨论

本试验研究结果表明连作严重抑制茄子幼苗生长，播种后 45d 内重茬处理茄苗株高、叶片展开、侧根数、主根长和总根长均受严重抑制，且随苗龄的增加而重茬茄苗侧根数呈增加趋势，这可能是线虫破坏主根生长的结果所致，但从其他生育指标来看重茬对茄苗的危害仍十分严重；土传病虫害和自毒作用是茄子连作障碍的主要因素。一般认为引起作物连作障碍的主要因素是土传病虫害、土壤理化性质不良和化感作用。本研究结果发现播种 19d 时重茬未灭菌土壤茄苗已被线虫侵染，且随苗龄的增加其危害程度加剧，土壤灭菌消毒可消除线虫危害并使重茬茄苗各生长指标呈增加趋势，表明线虫危害是茄子发生连作障碍的主要因素之一。土壤化感物质明显存在，观察受体植物发芽、出苗率和幼苗生长是检测土壤化感物质的重要手段^[5]，本研究结果发现重茬灭菌与未灭菌土壤对茄子出苗率均产生强烈抑制作用，土壤灭菌消毒虽排除了线虫危害，但重茬茄苗各生育指标仍明显低于正茬茄苗，表明化感作用也是茄子产生连作障碍的重要因素。引起蔬菜连作障碍的自毒物质主要来自根系分泌物和植物残茬^[6]，本研究结果表明茄子根系分泌物中某些物质对茄子胚根长、胚芽长的抑制作用进一步证实连作障碍中化感作用的存在。土壤次生盐渍化和养分匮乏是保护地蔬菜连作障碍的重要因素，但本试验研究结果表明供试重茬土采自露地栽培的重茬茄田并未发现其土壤盐渍化现象，土壤养分含量明显高于正茬土壤，因此本试验土壤理化性状不良并非是引起茄子连作障碍的主导因子，这说明茄子连作障碍的发生是土传病虫害和化感物质综合作用的结果，这与阮维斌(2000 年)有关大豆的研究结果相似。

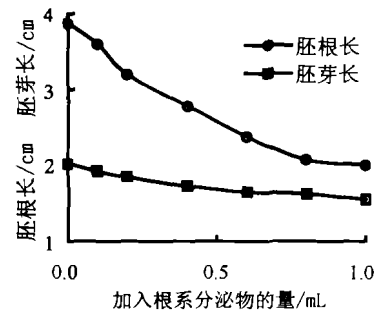


图 2 茄子根系分泌物对茄苗的化感作用
Fig.2 Allelopathic effects of eggplant root exudates on their seedlings

参 考 文 献

- 1 喻景权,杜尧舜. 蔬菜设施栽培可持续发展中的连作障碍问题. 沈阳农业大学学报,2000,31(1):124~126
- 2 吴凤芝等. 设施蔬菜连作障碍原因分析与防治措施. 平衡施肥与可持续优质蔬菜生产. 北京:中国农业大学出版社,2000. 157~163
- 3 鞠会艳,韩丽梅,王树起等. 连作大豆根分泌物对根腐病原菌的化感作用. 应用生态学报,2002,13(6):723~727
- 4 方中达编著. 植病研究方法(第 2 版). 北京:中国农业出版社,1998. 324~325
- 5 Sene M.,Dore T.,Pellissier F. Effect of phenolic acids in soil under and between rows of prior sorhun(*sorghum bicolor*)crop on germination, emergence, and seedling growth of Peaput(*Arachis hypogea*). J. Chem. Ecol., 2000,26:625~637
- 6 Rice E. L. Allelopathy. New York:Academic Press Inc., 1984. 320~324