

# 微生物制剂对连作西瓜生长和果实品质的影响

齐会岩, 奥岩松

(上海交通大学 农业与生物学院, 上海 200240)

**摘要:** 用 4 种不同微生物制剂对设施条件下连作西瓜土壤进行处理, 通过测定连作西瓜植株的长势、生理指标以及西瓜果实产量和品质, 来考察其对连作障碍的影响。结果表明: 4 种微生物制剂均能够促进连作西瓜生长, 提高产量, 改善生理指标和果实品质, 有效的抑制连作障碍的发生。其中, 护根宝处理对连作西瓜株高、茎粗、根系活力及产量的影响最为显著 ( $P < 0.05$ ), 较对照分别提高 132.1%、22.3%、36.1% 和 56.9%; 连茬王处理对连作西瓜叶片色素含量的影响最为明显, 此处理西瓜叶片中叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量分别提高了 19.6%、22.9% 和 38.2%; 生态调理剂和植保康对连作西瓜果实品质的改善作用最显著 ( $P < 0.05$ ), 生态调理剂处理与对照相比, 游离氨基酸、可溶性固形物分别较对照提高 62% 和 38.7%, 植保康处理与对照相比, 游离氨基酸、可溶性固形物分别比对照提高了 56.9% 和 32.9%。

**关键词:** 西瓜; 连作障碍; 微生物制剂

**中图分类号:** S 476<sup>+</sup>.8; S 651 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)07-0007-04

连作障碍是许多作物普遍发生的现象, 连作导致生长不良、病害发生、产量下降、品质降低<sup>[1]</sup>。人们很早就 在农业生产中认识到这一问题, 然而由于耕地有限, 经济利益的驱使和生产栽培条件的影响, 在许多经济作物上, 如大豆、花生, 还有在许多园艺作物上, 包括瓜果类蔬菜和观赏花卉, 连作障碍依然呈现出加剧的趋势<sup>[2]</sup>。

目前, 关于如何克服西瓜连作障碍的研究很多, 日本学者伊东正认为, 土传病害是产生连作障碍的重要原因<sup>[3]</sup>, 生产上最常用的方法主要是针对土传病害和改善土壤营养条件等方面采取措施。选育抗病品种也是克服连作障碍比较有效的方法, 但选育抗病品种所需时间比较长, 而且目前选用的抗病品种一般在连续种植 3~4a 后, 其抗病性迅速下降, 甚至下降到感病品种的水平, 从而失去其抑制连作障碍的价值。另外, 嫁接栽培能够有效的预防枯萎病, 同时能够增加西瓜抗逆性, 能够明显的抑制连作障碍<sup>[4]</sup>。但由于嫁接增加了生产投入, 而且由于所选砧木不当常常改变西瓜的品质, 从而使嫁接在生产上的推广应用受到了限制。还有研究表明由于土壤微生物的多样性及其变化所引起的土壤生物环境恶化是导致连作障碍非常重要的原因之一, 土壤微生物

总量、活性和有益微生物数量是判断土壤质量或健康状况的重要指标<sup>[5-9]</sup>。而利用微生物制剂对连作土壤进行处理, 影响土壤微生物向有益于作物生长的方向发展, 从而克服连作障碍的研究还鲜有报道。试验利用 4 种微生物制剂, 对设施条件下的连作西瓜土壤进行处理, 对西瓜的长势、生理指标及西瓜的果实产量和品质进行测定, 以期获得克服西瓜连作障碍的更有效途径和方法。

## 1 材料与方法

试验地位于上海市南汇区老港镇设施蔬菜生产基地。土壤为灰潮土, 有机质含量 1.5%, 速效 N 含量 24.2 mg/kg, 速效 P 含量 15.5 mg/kg, 速效 K 含量 74.7 mg/kg, pH 7.8。试验用棚长 60 m, 宽 7 m, 高 2 m 的竹架拱棚, 棚内土壤为前 1 a 种植西瓜的连茬土壤(连作 1 a)。

### 1.1 供试材料

供试西瓜品种为早佳 8424。供试微生物制剂有 4 种, 分别为连茬王、护根宝、植保康和生态调理剂, 均由上海创博生态工程有限公司提供。

### 1.2 试验方法

试验设 4 个处理, 1 个对照。4 种微生物制剂连茬王、护根宝、植保康和生态调理剂各设 1 个处理, 分别标记为 T1、T2、T3 和 T4; 以不添加微生物制剂作为对照处理(CK)。每个处理和对照各设 3 次重复。选取 3 个大棚作为试验用棚, 将每个大棚分为 5 个小区, 2008 年 3 月 4 日将西瓜定植于大棚中。

连茬王和护根宝的用量为 5 g/株, 在定植时将其施入定植坑穴中。植保康和植物生态调节剂的施用浓度为 1 : 1000, 从西瓜定植后开始每隔 10 d 喷施 1 次, 在作

第一作者简介: 齐会岩(1982-), 男, 硕士, 现主要从事设施土壤微生物多样性的研究工作。E-mail: flyington@yahoo.cn.  
通讯作者: 奥岩松(1963-), 男, 博士, 教授, 现从事园艺植物生理生态方向研究工作。E-mail: shanghaijt@hotmail.com.  
基金项目: 上海市重大科研资助项目(07DZ19604)。  
收稿日期: 2009-02-03

物的生长期共喷施 6 次。

### 1.3 测定指标和测定方法

从西瓜定植时起,每隔 10 d 随机选取各个处理的 3 株西瓜植株,测定其株高和茎粗;每隔 20 d 随机选取各处理 3 株植株,取同一节位的成熟叶片测定其叶绿素含量;在西瓜生长的第 60 天随机取各处理 3 株植株的根系,剪取其尚未木质化的侧根及细根测定根系活力。西瓜成熟后,随机取各处理西瓜果实,测定单果重、可溶性固形物含量、有机酸含量、Vc 含量、游离氨基酸含量和硝酸盐含量。

株高和茎粗用卷尺和游标卡尺测量;叶绿素含量的测定用丙酮乙醇提取法<sup>[7]</sup>;根系活力的测定用改良 TTC 法<sup>[8]</sup>。果实品质中可溶性固形物用手持糖度仪测定;有机酸采用氢氧化钠滴定法测定<sup>[9]</sup>;游离氨基酸采用 2,6-氯酚靛酚滴定法测定<sup>[10]</sup>;硝酸盐含量采用离子色谱

法测定<sup>[11]</sup>。

### 1.4 数据处理

数据采用 SAS 9.0 分析软件进行单因素方差分析,文中所列数据均为 3 次重复的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 微生物制剂对连作西瓜株高和茎粗的影响

从图 1 可以看出,施用微生物制剂后,西瓜植株长势优于对照(未施用微生物制剂的连作西瓜植株),株高与茎粗呈正相关。定植时,对照和各处理间主茎粗和株高基本上处于同一水平,60 d 后,各处理长势明显优于对照。其中 T2 处理最为明显,株高比对照高 99.4 cm,增幅 132.1%,主茎较对照粗 0.155 cm,增幅 22.3%。对植株长势影响最小的是 T4 处理,株高也比对照高 44.3 cm,增幅 58.9%,主茎较对照粗 0.058 cm,增幅 8.3%。

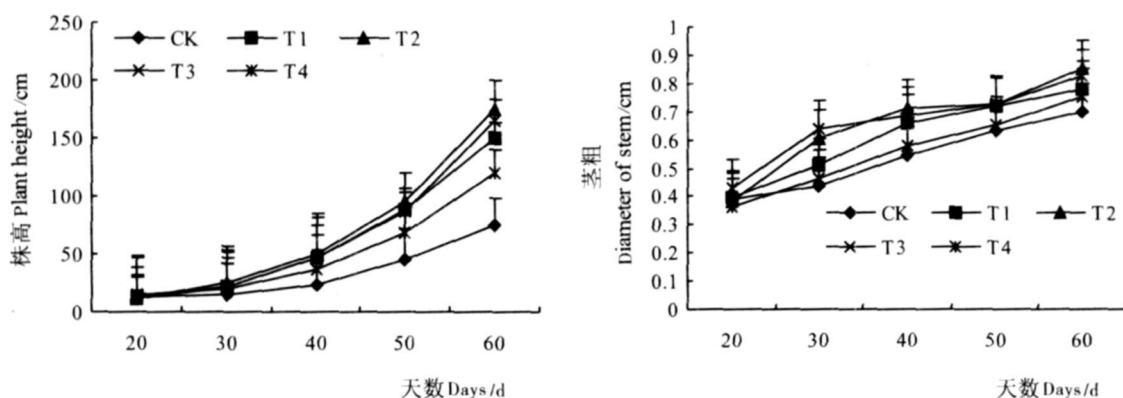


图 1 不同微生物制剂对连作西瓜株高和茎粗的影响

Fig. 1 Effect of four different microbial amendments on the change of height and the diameter of stem of watermelon continuous cropping

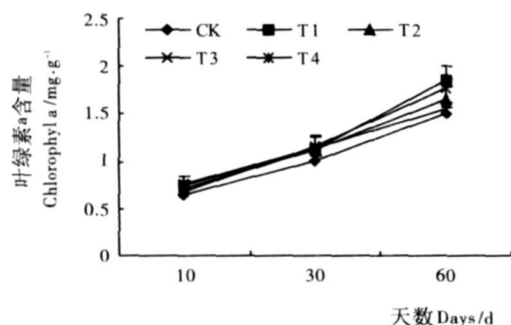


图 2 4 种不同微生物制剂对西瓜叶绿素 a 变化的影响

Fig. 2 Effect of four different microbial amendments on the change of chlorophyll a of watermelon continuous cropping

### 2.2 微生物制剂对连作西瓜叶片色素含量的影响

微生物制剂对西瓜叶片中色素含量的影响见图 2~4。从中可以看出微生物制剂能够提高叶片中色素的含量。在定植时各处理与对照间的色素含量基本上处于同一水平,60 d 后,各处理和对照之间的色素含量出现

差异。其中, T1 处理对连作西瓜叶片色素的影响最为明显,叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量分别比对照提高了 19.6%、22.9% 和 38.2%。T2 处理的西瓜植株叶片中叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量分别较对

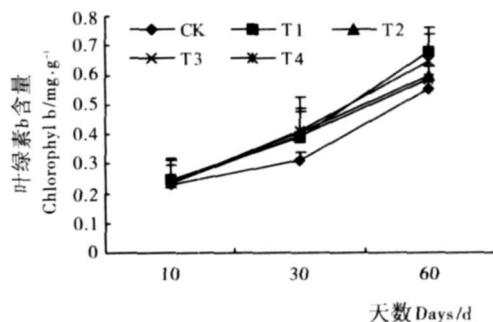


图 3 4 种不同微生物制剂对连作西瓜叶绿素 b 变化的影响

Fig. 3 Effect of four different microbial amendments on the change of chlorophyll b of watermelon continuous cropping

照提高了 1.7%、8.3%和 7.4%；T3 处理分别提高了 1.5%、6.1%和 14.3%；T4 处理分别提高了 15.1%、17.5%和 31.2%。

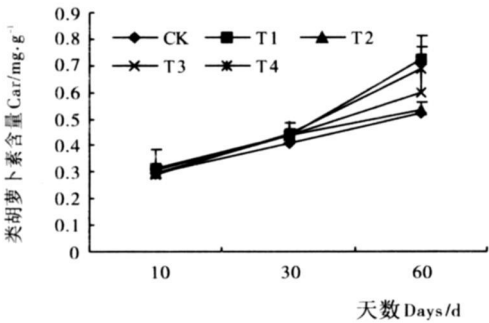


图4 4种不同微生物制剂对连作西瓜类胡萝卜素变化的影响  
Fig.4 Effect of four different microbial amendments on the change of Car of watermelon continuous cropping

2.3 微生物制剂对连作西瓜根系活力的影响

微生物制剂对连作西瓜的根系活力的影响见图 5。4种微生物制剂对连作西瓜根系活力都有促进作用 其中 T2 处理对西瓜植株的根系活力的促进作用最为明显 与对照相比提高了 36.1%，且差异显著( $P<0.05$ )；T1 处理比对照提高了 32.8%，与对照相比有显著差异 ( $P<0.05$ )；T3 和 T4 处理分别比对照提高了 14.4%和 15.5%，无显著差异。根系活力强，西瓜植株吸收水分和矿物质的能力就强 这与各处理植株长势也是基本一致的。

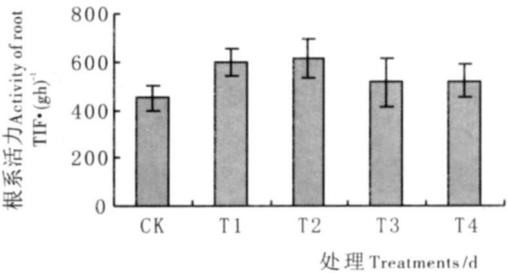


图5 4种不同微生物制剂对连作西瓜植株根系活力的影响  
Fig.5 Effect of four different microbial amendments on the activity of absorbing root of watermelon continuous cropping

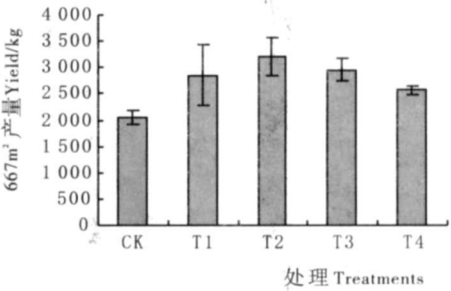


图6 4种不同微生物制剂对连作西瓜产量的影响  
Fig.6 Effect of four different microbial amendments on the yield of watermelon continuous cropping

2.4 微生物制剂对连作西瓜产量的影响

微生物制剂对连作西瓜产量的影响见图 6。经过微生物制剂处理后，西瓜单位面积的产量得到了提高。其中T2处理的单位面积的产量最高，与对照有显著差

表 1 4种不同微生物制剂对连作西瓜果实品质的影响

处理 Treatments	可溶性固形物 Soluble solids	有机酸 Organic acids / mmol · (100g) <sup>-1</sup>	维生素 C Vitamin C / mg · (100g) <sup>-1</sup>	游离氨基酸 Free-amino acids/mg · g <sup>-1</sup>	硝酸盐含量 Nitrate contents/mg · kg <sup>-1</sup>
CK	10.33 a	1.36 a	3.09 a	4.87 a	25.67 a
T1	13.26 bc	1.55 a	5.02 b	7.59 b	20.27 b
T2	12.50 b	1.62 a	5.27 b	7.60 b	18.28 b
T3	13.73c	1.56 a	4.28 b	7.64 b	21.53 ab
T4	14.33 c	1.53 a	4.87 b	7.89 b	22.27 ab

注 abc表示在  $P<0.05$ 水平差异显著性。  
异( $P<0.05$ )，667 m<sup>2</sup>产量比对照提高了 56.9%；T3 处理 667 m<sup>2</sup>产量相比对照提高 44.5%，与对照有显著差异( $P<0.05$ )；T2 比对照提高了 39.5%，差异不显著 ( $P<0.05$ )；T4 处理与对照相比提高了 25.8%，差异不显著 ( $P<0.05$ )。这与 T2 处理的植株长势和根系吸收能力基本是相一致的。  
2.5 微生物制剂对连作西瓜果实品质的影响  
微生物制剂对西瓜果实品质的影响见表 1。各处理的西瓜果实可溶性固形物含量均高于对照，且有显著差异 ( $P<0.05$ )，其中 T4 处理对西瓜可溶性固形物含量的影响最为明显，比对照提高了 38.7%；各处理西瓜果实有机酸含量与对照相比都有所提高，但差异不显著，

T1 和 T2 分别比对照提高了 13.9%和 19.1%，T3 和 T4 分别比对照提高了 14.7%和 12.5%；各处理果实维生素 C 含量均高于对照，且与对照有显著差异( $P<0.05$ )，其中影响最大的是 T2 处理，比对照提高了 70.6%，T1 处理比对照提高了 62.5%，T3 和 T4 处理分别比对照提高了 38.5%和 57.6%；4种微生物制剂对游离氨基酸的影响也达到了显著水平 ( $P<0.05$ )，其中 T4 处理对游离氨基酸的影响最为明显，比对照提高了 62%，T3 处理比对照提高了 56.9%，T1 和 T2 处理分别比对照提高了 56.1%和 55.8%。

由表 1 也可以看出，微生物制剂还能够降低西瓜果实中硝酸盐的含量。经过微生物制剂处理后，各处理西

瓜果硝酸盐含量均低于对照。其中对果实硝酸盐含量影响最大的是 T2 处理, 此处理西瓜果实中硝酸盐含量与对照相比降低了 28.8%, 差异显著 ( $P < 0.05$ ); T1 处理比对照降低了 21%, 差异显著 ( $P < 0.05$ ); T3 和 T4 处理分别比对照降低了 16.1% 和 13.2%, 差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

### 3 讨论

许多作物中普遍存在连作现象, 但是引起连作障碍的原因尚未完全清楚。原因之一可能就是连作使土壤微生物区系发生了很大的变化, 有益微生物减少, 有害微生物增多, 土壤病菌蔓延<sup>[2]</sup>。在该研究中, 用微生物制剂处理连作西瓜土壤, 可以对连作障碍起到明显的抑制作用。经过微生物制剂处理后, 西瓜植株的长势明显好于没有经过微生物制剂处理的对照, 而且产量也明显高于对照。原因可能是微生物制剂为连作土壤提供了有益微生物, 克服由于连作引起的土壤理化性状的恶化、有害微生物, 促进土壤有机质矿化分解, 释放有效养分, 提高土壤有效养分的含量, 从而促进西瓜植株的生长, 提高西瓜的产量。

该研究也表明, 4 种微生物制剂能够改善西瓜的果实品质。经过微生物制剂处理的西瓜叶片叶绿素含量和类胡萝卜素含量高于对照。叶绿素含量高, 光合作用就强, 其制造的养分也就越多, 生殖生长也就能获得充足的营养, 为果实品质的提高奠定基础, 这也许就是经过处理的西瓜果实品质明显优于对照的原因。

### 4 结论

研究表明, 这 4 种微生物制剂对连作障碍有明显的抑制作用, 不仅可以促进连作植株的生长, 提高作物的产量, 还能改善连作植株的生理指标和果实的品质。

该研究中还可以发现, 在西瓜的整个生长季, 4 种不同的微生物制剂对植株的影响是不同的, 例如护根宝对植株的根系活力和植株长势影响较显著, 而生态调理剂对果实品质的影响较显著。因此, 可以对这 4 种微生物制剂组合使用, 也许会有更好的效果。对于这 4 种微生物制剂是如何改变土壤微生物体系, 影响微生物向有益于作物生长的方向发展, 及其分子生物学方面的机理如何<sup>[13]</sup>, 这些都还有待于进一步的研究。

### 参考文献

- [1] 陈晓红, 邹志荣. 温室蔬菜栽培连作障碍研究现状及防治措施[J]. 陕西农业科学, 2002(12): 16-20.
- [2] 喻景权, 杜尧舜, 等. 蔬菜设施可持续发展中的连作障碍问题[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(1): 124-126.
- [3] 伊正东. 野菜栽培技术[M]. 诚问堂新光社, 1987.
- [4] 郑高飞, 赵天才, 马跃二. 我国西瓜嫁接栽培现状与发展前景[M]. 中国科技出版社, 2001 b: 324-429.
- [5] Virginia Aparicio, José Luis Costa. Soil and Tillage Research[J]. 2007, 96: 155-165.
- [6] 吴凤芝. 设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施[J]. 东北农业大学学报, 2000, 31(3): 241-247.
- [7] 张宪政. 叶绿素含量测定丙酮乙醇混合液[J]. 辽宁农业科学, 1986(3): 26-28.
- [8] 高俊凤. 植物生理学试验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 137-138.
- [9] 白宝璋, 王景安, 孙玉露, 等. 植物生理学测试技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1986.
- [10] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [11] 蒋蓉, 金玉娥, 汪国权. 离子色谱法测定蔬菜、水果中的亚硝酸盐和硝酸盐[J]. 分析仪器, 2003(4): 29-32.
- [12] 吴凤芝, 赵凤艳, 谷思玉. 保护地黄瓜连作对土壤生物化学性质的影响[J]. 农业系统科学与综合研究, 2002, 18(1): 20-22.
- [13] 姚槐应, 黄昌勇. 土壤微生物生态学及其试验技术[M]. 北京: 科学出版社, 2006.

## Effect of Different Microbial Amendments on the Growth and Fruit Qualities of Watermelon Continuous Cropping

QI Hui-yan, AO Yan-song

(College of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** The study was to discover a method of overcoming continuous cropping obstacles by using four different microbial amendments on continuous cropping soil. The experiment had four treatments with four different microbial amendments on watermelon continuous soil respectively and one control with no microbial amendment on continuous soil in protected greenhouse. During the whole growing season, plant height, the diameter of stem, the contents of chlorophyll a, b and Car, the activity of absorbing root, the quality of fruit and yield were determined. The results showed that all four different microbial amendments can promote growth, increase yields, and improve physiological indexes and fruit qualities of watermelon continuous cropping. The effect of Hugenbao microbial amendment on plant height, the diameter of stem, the activity of absorbing root and yield were most significantly ( $P < 0.05$ ), increased respectively by 132.1%, 22.3%, 36.1% and 56.9%. The effect of Lianchawang microbial amendment on Chla, Chlb and Car were most obviously, increased respectively by 19.6%, 22.9% and 38.2%. The effect of Tiaoliji and Zhibao kang microbial amendment on free amino acid and soluble solids were most significantly ( $P < 0.05$ ), increased by 62% and 38.7%, 56.9% and 32.9%.

**Key words:** Watermelon; Continuous cropping obstacle; Microbial amendments