

# 秸秆生物反应堆对宁夏引黄灌区设施连作土壤及蔬菜生长的影响

曹云娥<sup>1</sup>, 雍海燕<sup>2</sup>, 王佳<sup>3</sup>, 张燕<sup>1</sup>

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 银川市西夏区农牧水务局, 宁夏 银川 750000;

3. 永宁县农业综合开发办公室, 宁夏 永宁 750100)

**摘要:**研究了秸秆生物反应堆对宁夏引黄灌区设施连作土壤及蔬菜生长的影响。结果表明:使用秸秆生物反应堆可显著提高宁夏引黄灌区设施连作土壤质量,第1年使用秸秆生物反应堆后,土壤有机质含量为对照的1.79倍,使用后第2年有机质含量仍高于对照土壤,并且可一定程度上降低土壤碱性;使用秸秆生物反应堆第1年,土壤细菌数量为连作4a对照的2.74倍,使用第2年后为对照的1.46倍。使用秸秆生物反应堆第1年,土壤真菌数量为连作4a对照的3.86倍,使用第2年后为对照的1.43倍。土壤多酚氧化酶、蔗糖酶活性也显著提高;使用秸秆生物反应堆对作物根系与形态建成也有一定的促进作用;使用秸秆生物反应堆第1年,番茄的产量显著高于连作4a土壤,增产14.8%;使用第2年的秸秆生物反应堆,黄瓜的产量显著高于连作4a土壤12.5%。

**关键词:**秸秆生物反应堆;设施连作土壤;土壤质量;土壤生态效应

**中图分类号:**S 157.4<sup>+</sup>33 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)05-0166-04

宁夏地处中国内陆,属典型的温带大陆性干旱、半干旱气候,水质多为具有pH高、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>含量高等特点的硬水<sup>[1]</sup>。大棚、温室在连年种植过程中已出现了明显的连作障碍,土壤盐渍化、次生盐渍化、病虫害等问题日益严重<sup>[2]</sup>。目前对宁夏设施土壤的研究多数集中在盐分、硝酸盐的变化上。秸秆还田研究大部分集中在大田土壤栽培,对设施条件下秸秆接种微生物及对设施土壤质量的影响并未进行深入、系统的机理研究<sup>[3-6]</sup>。针对宁夏黄河灌区设施土壤连作障碍生物修复机制的研究,以及设施土壤对修复的生态响应机理研究尚鲜见报道,为此,研究秸秆生物修复设施土壤连作障碍及其生态响应规律,探索解决土壤连作障碍的生物修复机制,将为预防、防治设施土壤连作障碍的发生提供参考,为设施土壤的健康持续利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试番茄品种为‘HM-9’。土壤样品为宁夏银川市永宁县农业综合开发办设施园艺基地日光温室连作4a

番茄的土壤。生物发酵菌种由山东省秸秆生物工程技术研究中心研制生产。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 生物反应堆的制作** 于2009年7月,采用内置式铺设玉米秸秆,在小行位置顺南北方向挖1条宽80 cm、深25 cm的沟,把完整玉米秸秆填入沟内,铺匀、踏实(填放秸秆高度为25 cm,南北两端让部分秸秆露出地面,以利于往沟里通氧气),然后把用麦麸拌好的秸秆生物发酵菌种均匀地撒在秸秆上,菌种用量为120 kg/hm<sup>2</sup>。轻轻拍打秸秆,让部分菌种撒入下层,覆土20 cm。在定植前10~15 d,在大行内浇水湿透秸秆,水面高度达到垄高的2/3即可,以免垄土板结。

**1.2.2 试验处理** 第1茬于2009年9月中旬定植。该茬番茄翌年6月初收获后,深翻土壤,使腐烂的秸秆基本均匀分布,第2茬于7月20日定植秋冬茬黄瓜,于2011年2月初黄瓜拉秧。于秸秆生物反应堆前、番茄拉秧及黄瓜拉秧后分别采集土样,共采集3次。土样采用5点取样法,采集作物根围0~20 cm耕层土壤,将采集土样混匀后,一部分用于测定微生物种类与数量,一部分风干保存用于测定土壤酶活性。试验设2个处理,处理T1:连作4a土壤进行秸秆生物反应堆处理番茄盛果期土壤样品(2010年1月);处理T2:进行秸秆生物反应堆处理第2年黄瓜盛果期土壤样品(2011年1月)。对照(CK):连作4a土壤没有进行秸秆生物反应堆处理。

**第一作者简介:**曹云娥(1977-),女,在读博士,讲师,现主要从事设施蔬菜栽培与生理等研究工作。E-mail:caohua3221@163.com.

**基金项目:**宁夏农业综合开发资助项目(NTKJ-2012-09);宁夏自治区自然科学基金资助项目(NZ1034)。

**收稿日期:**2012-10-25

1.3 项目测定

土壤 pH 值采用 pH 计(PHSJ-3F)测定;土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法测定;土壤速效氮采用碱解扩散法测定;土壤速效磷采用钼锑抗比色法测定;土壤速效钾采用醋酸铵-火焰光度计法<sup>[7]</sup>测定。土壤微生物数量采用平板稀释计数法测定。牛肉膏蛋白胨培养基用于细菌分离培养;孟加拉红(四碘四氯荧光素)培养基用于真菌分离培养;改良高氏 1 号合成培养基(每 300 mL 培养基中加入 3%重铬酸钾 1 mL,以抑制细菌和霉菌生长)则用于放线菌<sup>[8]</sup>。土壤蛋白酶活性用茚三酮比色法测定;多酚氧化酶用重铬酸钾比色法测定;蔗糖酶活性用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定;过氧化氢酶用高锰酸钾滴定法测定<sup>[9]</sup>。

表 1 秸秆生物反应堆对日光温室连作土壤养分含量和 pH 的影响

| 处理<br>Treatments | pH    | 全 P<br>/g · kg <sup>-1</sup> | 全 K<br>/g · kg <sup>-1</sup> | 有机质<br>Organic matter/g · kg <sup>-1</sup> | 速效氮<br>Available N/ $\mu$ g · kg <sup>-1</sup> | 速效磷<br>Available P/ $\mu$ g · kg <sup>-1</sup> | 速效钾<br>Available K/ $\mu$ g · kg <sup>-1</sup> | 碱解氮<br>Alkali-hydrolyzable nitrogen/g · kg <sup>-1</sup> |
|------------------|-------|------------------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|
| CK               | 8.46a | 1.37c                        | 18.0b                        | 26.3b                                      | 196.0a   | 106.9c   | 650.0b   | 1.94c  |
| T1               | 7.78c | 1.97a                        | 18.7a                        | 47.2a                                      | 202.0a   | 143.0a   | 910.0a   | 3.00a  |
| T2               | 7.99b | 1.55b                        | 18.6a                        | 28.1b                                      | 200.0a   | 135.1b   | 890.0a   | 2.16b  |

注:表中小写英文字母代表 5%显著水平。  
Note: Different small letters mean significant difference at 5% level.

2.2 秸秆生物反应堆对日光温室连作土壤微生物数量的影响

由图 1 可知,使用秸秆生物反应堆后,土壤真菌、细菌数量均显著增加。与对照相比,使用秸秆生物反应堆处理土壤细菌数量成倍增加,使用秸秆生物反应堆第 1 年,土壤细菌数量为对照的 2.74 倍,使用第 2 年后为对照的 1.46 倍。使用秸秆生物反应堆后,土壤中 AM 真菌孢子密度明显提高,使用秸秆生物反应堆第 1 年,土壤真菌数量为对照的 3.86 倍,使用第 2 年后为对照的 1.43 倍。

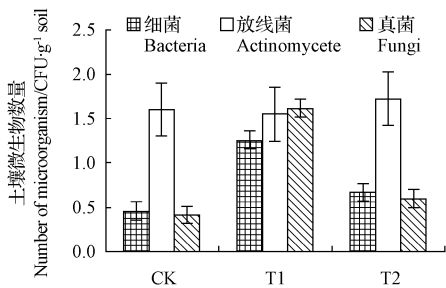


图 1 秸秆生物反应堆对日光温室连作土壤微生物数量的影响

注:细菌数量:×10<sup>8</sup>;放线菌数量:×10<sup>6</sup>;真菌数量:×10<sup>5</sup>。

Fig. 1 Effects of straw bio-reactor on microorganism populations in greenhouse replant soil

Note: Number of bacteria: ×10<sup>8</sup>; Number of actinomycete: ×10<sup>6</sup>; Number of fungi: ×10<sup>5</sup>.

2 结果与分析

2.1 秸秆生物反应堆对日光温室连作土壤养分及 pH 值的影响

由表 1 可知,使用秸秆生物反应堆后,土壤 pH 表现为处理后第 1 年降低趋势,第 2 年略有升高,但仍显著低于对照土壤,说明使用秸秆生物反应堆一定程度上可以降低土壤碱性;第 1 年使用秸秆生物反应堆后,土壤有机质含量为对照的 1.79 倍,使用后第 2 年有机质含量仍显著高于对照土壤;在使用秸秆生物反应堆的处理后,土壤速效氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾含量都高于对照土壤。

2.3 秸秆生物反应堆对日光温室连作土壤酶活性的影响

由表 2 可以看出,使用秸秆生物反应堆后,土壤多酚氧化酶、蔗糖酶活性显著提高,使用第 1 年的秸秆生物反应堆土壤多酚氧化酶、蔗糖酶活性分别是对照的 1.60、1.62 倍。使用第 2 年的秸秆生物反应堆土壤多酚氧化酶、蔗糖酶活性分别是对照的 1.36、1.27 倍。

表 2 秸秆生物反应堆对日光温室连作土壤酶活性的影响

| 处理<br>Treatments | 多酚氧化酶<br>PPO/mg · g <sup>-1</sup> | 蔗糖酶<br>Saccharase/mg · g <sup>-1</sup> | 脲酶 Urease<br>/mg · g <sup>-1</sup> |
|------------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| CK               | 0.638c                            | 12.13c                                 | 0.087a                             |
| T1               | 1.027a                            | 19.59a                                 | 0.088a                             |
| T2               | 0.869b                            | 15.44b                                 | 0.088a                             |

2.4 秸秆生物反应堆对日光温室连作土壤番茄和黄瓜根系生长的影响

由表 3 可知,使用秸秆生物反应堆第 1 年,番茄的根长、根表面积、根平均直径、根体积、根系干质量都显著高于对照,分别是对照的 1.32、2.06、1.11、2.50、1.64 倍;使用第 2 年的秸秆生物反应堆,黄瓜的根长、根表面积、根平均直径、根体积、根系干质量都显著优于对照,分别是对照的 1.35、1.43、1.05、1.54、1.86 倍。

表 3 秸秆生物反应堆对日光温室番茄和黄瓜根系生长的影响

Table 3 Effects of straw bio-reactor on growth of root system of tomato and cucumber in greenhouse replant soils

| 处理<br>Treatments | 根长<br>Length of<br>root/cm | 根表面积<br>Root surface<br>area/cm <sup>2</sup> | 平均直径<br>Mean diameter<br>/mm | 根体积<br>Root volume<br>/cm <sup>3</sup> | 根系干质量<br>Dry weight of<br>root/g |
|------------------|----------------------------|--|------------------------------|--|----------------------------------|
| 番茄(CK)           | 1 938.56b                  | 260.67b                                      | 5.37b                        | 3.24b                                  | 0.92b                            |
| 番茄(秸秆)           | 2 567.19a                  | 535.78a                                      | 5.96a                        | 8.09a                                  | 1.51a                            |
| 黄瓜(CK)           | 721.05b                    | 98.35b                                       | 5.83b                        | 2.93b                                  | 0.63b                            |
| 黄瓜(秸秆)           | 975.32a                    | 140.21a                                      | 6.13a                        | 4.52a                                  | 1.17a                            |

## 2.5 秸秆生物反应堆对日光温室连作土壤番茄和黄瓜产量的影响

由表 4 可知,使用秸秆生物反应堆第 1 年,番茄的产量显著高于对照,增产 14.8%;使用第 2 年的秸秆生物反应堆,黄瓜的产量显著高于对照土壤的 12.5%。

表 4 秸秆生物反应堆对日光温室番茄和黄瓜产量的影响

Table 4 Effects of straw bio-reactor on yield of tomato and cucumber in greenhouse replant soils

| 处理<br>Treatments | 667 m <sup>2</sup> 前期产量<br>Early yield/kg | 667 m <sup>2</sup> 后期产量<br>The late period of yield/kg | 667 m <sup>2</sup> 总产量<br>Total yield/kg |
|------------------|---|--|--|
| 番茄(CK)           | 4 557.8b                                  | 4 826.5b   | 9 384.3b                                 |
| 番茄(2010 年秸秆)     | 4 910.5a                                  | 5 838.0a   | 10 748.6a                                |
| 黄瓜(CK)           | 3 605.2b                                  | 3 704.8b   | 7 310.0b                                 |
| 黄瓜(2011 年秸秆)     | 4 009.5a                                  | 4 217.5a   | 8 227.0a                                 |

## 3 结论与讨论

该试验结果表明,使用秸秆生物反应堆可显著提高宁夏引黄灌区设施连作土壤质量,表现为土壤有机质含量增高,土壤的全磷、全钾含量提高,碱解氮、速效磷、速效钾显著提高,并且可一定程度上降低土壤碱性,对提高宁夏盐碱地利用效率有一定的现实意义;使用秸秆生物反应堆后,土壤真菌、细菌数量均显著增加,尤其是细菌在微生物群落中的比例显著增加,这可能是由于高比例的木质材料与粪便和少量绿色材料还田中真菌占主导地位,而由高比例的绿色材料与粪便及少量的木质材料还田中细菌占主导地位<sup>[11-12]</sup>。据报道,树木和灌木更适宜真菌占主导地位的土壤。蔬菜、草坪和中耕作物更

适宜细菌占主导地位的土壤或细菌和真菌都需要<sup>[11-12]</sup>。与对照相比,使用秸秆生物反应堆处理土壤细菌、真菌数量成倍增加,土壤多酚氧化酶、蔗糖酶活性也显著提高,说明使用秸秆生物反应堆作为土壤微生物的营养源和资源库,它能够调控土壤微生物群落的代谢功能和结构,改善土壤质量,从而对构建良好的土壤生态系统具有重要意义。

使用秸秆生物反应堆后,作物的根长、根表面积、根平均直径、根体积、根系干质量都显著高于连作 4 a 土壤,说明秸秆生物反应堆对作物根系发育与形态建成有促进作用,这亦与秸秆生物反应堆能够有效提高土壤质量有关。

使用秸秆生物反应堆可显著提高宁夏引黄灌区设施连作土壤质量,促进土壤生态功能,对作物根系与形态建成也有一定的促进作用,可显著提高作物产量,具有综合应用效应。

## 参考文献

- [1] 李建设,程智慧,刘菊莲,等.基于银川地区水质的空心菜营养液配方筛选研究[J].干旱地区农业研究,2008(4):114-120.
- [2] 何文寿,刘阳春,何进宇.宁夏不同类型盐渍化土壤水溶盐含量与其电导率的关系[J].干旱地区农业研究,2010(1):111-116.
- [3] 孙军德,王美美,张若溪,等.玉米秸秆还田对土壤微生物群落数量的影响[J].农业科技与装备,2012(4):8-10.
- [4] 马建华,张丽荣,康萍芝,等.秸秆生物反应堆技术的应用对设施黄瓜土壤微生物的影响[J].西北农业学报,2010,19(12):161-165.
- [5] 宋尚成,朱凤霞,刘润进,等.秸秆生物反应堆对西瓜连作土壤微生物数量和土壤酶活性的影响[J].微生物学通报,2010,37(5):696-700.
- [6] 彭杏敏,陈之群,陈青云,等.内置秸秆反应堆和菌剂对日光温室土壤温度及越冬番茄生长的影响[J].中国蔬菜,2011,22(24):63-67.
- [7] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:农业出版社,2000:268-282.
- [8] 赵斌,何绍江.微生物学试验[M].北京:科学出版社,2002:23-54.
- [9] 关松荫,张德生.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1986:45-60,294-323.
- [10] 滕险峰,魏自民,李成.秸秆培肥对风沙土微生物量及土壤酶活性的影响[J].黑龙江农业科学,2003(3):13-14.
- [11] Grobe K. California landscape contractor call it compost tea time[J]. Bio Cycle,2003,44(2):26-27.
- [12] 郭徽.高效液体肥的开发与研究[D].郑州:郑州大学,2009.

## Effect of Straw Bio-reactor on Replanting Soil and Vegetable Growth in Ningxia Irrigation Area of Yellow River

CAO Yun-e<sup>1</sup>, YONG Hai-yan<sup>2</sup>, WANG Jia<sup>3</sup>, ZHANG Yan<sup>1</sup>

(1. Department of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Xixia Bureau of Agriculture and Animal Husbandry and Water Affairs, Yinchuan, Ningxia 750000; 3. Comprehensive Agricultural Development Office of Yongning, Yinchuan, Ningxia 750100)

**Abstract:** Through two years of straw bio-reactor on Yellow River irrigation area of Ningxia on replanting soil and vegetable growth research. The results showed that the use of straw biological reactor could significantly improve soil quality. The first year after the use of straw biological reactor, organic matter content of the soil was 1.79 times than

# 控释氮肥在新疆葡萄上的肥效及其施肥优化研究

孙九胜, 胡伟, 王新勇, 祁通, 刘易

(新疆农业科学院 土壤肥料与农业节水研究所, 新疆 乌鲁木齐 830091)

**摘 要:**以 8 a 生红提葡萄为试材,研究了 2 种控释氮肥和 1 种普通氮肥不同用量及不同配比对葡萄产量和品质的影响。结果表明:2 种控释氮肥明显能提高葡萄产量,各施氮处理比对照增产 11.23%~25.30%,同一氮肥品种下的葡萄产量与单穗重、施氮量呈正相关,3 种氮肥品种的单穗重、产量表现为树脂包膜尿素(PCU)>树脂包裹硫衣尿素(SPCU)>普通尿素(PU)>CK,且氮肥农学利用率明显提高。而葡萄品质和单粒重表现出与葡萄产量呈负相关的趋势;控释氮肥掺混一定量的普通氮肥后可以进一步提高葡萄产量,掺入 30%和 50%尿素的 2 个处理与单一控释氮肥相比,增产率分别为 7.37%、5.79%,应用效果更佳。

**关键词:**控释氮肥;掺混比例;葡萄;产量

**中图分类号:**S 562.062 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)05-0169-03

新疆葡萄栽培历史悠久,其独特的地理、气候环境非常适合于优质葡萄生产,2012 年新疆葡萄种植面积达 9.67 万  $\text{hm}^2$ ,科学施肥在保证葡萄优质、高产和可持续发展中起着重要作用,肥料中的氮肥直接关系着葡萄的产量、品质及修剪工作量,每年 2~3 次的常规施肥(人工追肥)劳动强度较大,成为规模化种植的不利因素之一,而持续的氮素供应更有助于源与库之间的平稳转化,生产中有待引进推广高效且简便易行的新型肥料。控释氮肥是以尿素为核心,表面涂覆 1 层低水溶性的无机物质或有机聚合物,根据聚合物的降解情况延长养分的释放时间,使养分的供应与作物的需肥规律相协调<sup>[1]</sup>,可实现一次性施肥,不烧苗、不脱肥,从而提高氮肥利用率<sup>[2]</sup>、降低环境污染<sup>[3]</sup>、减少施肥用量和次数等优点。葡

萄属多年生藤本植物,生育期长,持续稳定的氮肥供应有助于提高果品产量和品质,控释氮肥能弥补速效氮肥肥效短的缺陷,在多种作物上表现出明显的增产效果<sup>[4-5]</sup>,但在新疆葡萄上的施用效果鲜见报道。该试验研究了 2 种控释氮肥和 1 种普通氮肥尿素的不同用量及其掺混比例对葡萄产量及品质的影响,以期研究红提葡萄氮肥的最佳施肥方法,为控释氮肥在新疆葡萄上的科学合理施用提供依据,实现节肥增效的目的。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2011 年在示范地新疆农十二师头屯河农场 2 连进行,土壤质地属于壤土,土壤养分状况见表 1。

### 1.2 试验材料

供试作物为 8 a 生红提葡萄,篱架栽培,株行距为 280 cm×92 cm,小区面积 14  $\text{m}^2$ 。9 月 3~22 日分 3 次采收,生育期共沟灌 11 次。供试肥料为树脂包裹硫衣尿素(SPCU,34% N),树脂包膜尿素(PCU,42% N),2 种控释氮肥均由山东金正大公司提供,普通氮肥为尿素(PU 46% N)。

### 1.3 试验方法

2 种控释氮肥和 1 种普通氮肥施氮量为 255  $\text{kg}/\text{hm}^2$

**第一作者简介:**孙九胜(1969-),男,硕士,副研究员,现主要从事土壤改良等研究工作。E-mail:sunjisheng2010@sina.com.

**责任作者:**王新勇(1961-),男,研究员,研究方向为棉花耕作与栽培。E-mail:wxy838000@163.com.

**基金项目:**国家科技部农业科技成果转化基金资助项目(2011GB2G400011)。

**收稿日期:**2012-11-19

control, the second year was still higher than control, it could also reduce soil alkaline; after use straw biological reactor in the first year, the number of soil bacteria was 2.74 times higher than control, the second year was 1.46 times higher than control. The number of soil fungi was 3.86 times higher in the first year, 1.43 times higher in the second year. Soil polyphenol oxidase, sucrose enzyme activity increased significantly; it also had effect on crop root and morphogenesis by using of straw bioreactor. It also can improve crop yields which was 14.8% higher than control in the first year, 12.5% higher than control in the second year.

**Key words:** straw bio-reactor; replanting soil; soil quality; soil biological effects