

# 不同滴药处理对设施瓜菜生长发育及土壤特性的影响

纪立东<sup>1</sup>, 杨建国<sup>1</sup>, 樊丽琴<sup>1</sup>, 张志明<sup>2</sup>, 王军<sup>2</sup>, 夏婷<sup>3</sup>

(1. 宁夏农林科学院 农业资源与环境研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 平罗县农业技术推广服务中心, 宁夏 石嘴山 753400; 3. 北方民族大学 生物科学与工程学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**通过田间试验,研究了不同滴药处理对设施甜瓜、吊瓜、番茄等瓜菜叶绿素 SPAD 值、光合速率、产量及土壤养分、微生物区系的影响,以期筛选适宜的滴灌施用生物菌剂。结果表明:与 CK 相比,滴施化学药剂对设施瓜菜叶绿素 SPAD 值、光合速率、产量、土壤养分含量和微生物区系数量的影响不明显;滴施生物菌剂和复合微生物菌剂对设施瓜菜叶绿素 SPAD 值、光合速率和磷钾养分活化具有明显的促进作用;生物菌剂处理显著提高了设施番茄、甜瓜的产量,而对设施吊瓜的增产效应不明显;复合微生物菌剂处理极显著提高了设施瓜菜产量,对应于设施番茄、甜瓜、吊瓜增产率分别为 18.78%、23.52%、25.92%。设施瓜菜滴施生物菌剂对增加土壤有益微生物群落、改善土壤微生态环境的作用最为明显,复合微生物菌剂次之。

**关键词:**滴灌;微生物菌剂;设施瓜菜;土壤养分;微生物区系

**中图分类号:**S 626 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)08-0173-05

作为宁夏六大支柱产业之一,近年来,设施农业生产得到了长足的发展。截至 2015 年底,全区设施农业发展达到约 10 万  $\text{hm}^2$  以上,对宁夏农业结构调整、农民增收起到了巨大的推动作用<sup>[1-2]</sup>。但在设施农业飞速发展的进程中,往往伴随着高度的集约化种植,导致设施瓜菜普遍存在复种指数高、品种相对单一、过分密植等问题,进而给土传病害的发生提供了便利条件<sup>[3-5]</sup>。此时,农药无疑是保证设施作物取得高产的重要农业生产资料<sup>[6]</sup>。据报道,世界上因病虫害草害造成的粮食损失高达 7 亿 t 以上,而使用农药可挽回 15% 左右的损失<sup>[7]</sup>。但长期大量使用农药对土壤、环境及空气等带来严重的不利影响。有资料表明,我国农药污染土壤达 1 600 万  $\text{hm}^2$ ,主要农产品的农药残留超标率高达 16%~18%<sup>[8-9]</sup>。土壤受到农药污染后,会使土壤微生物群落在结构和组成上发生明显的变化<sup>[9-10]</sup>,进而导致土壤微生物群落功能多样性的下降<sup>[11]</sup>,严重影响到土壤生态系统的稳定及土壤质量。农药污染已成为我国影响范围最大的有机污染之一。

复合微生物菌剂是由 2 种或多种微生物按适宜比例共同培养,充分发挥群体的联合作用优势,取得最佳应用效果的一种微生物制剂<sup>[12]</sup>。大量的研究表明,复合菌剂对番茄青枯病菌有一定的拮抗作用,可不同程度地提高土壤微生物群落的多样性指数<sup>[13]</sup>;可显著提高辣椒叶片叶绿素含量和光合速率,显著增加辣椒果实中维生素 C 含量和单位面积产量<sup>[14]</sup>;可以降低土壤中病原菌的密度,抑制病原菌的活动,减轻病害的发生,对克服连作障碍具有显著的效果<sup>[15]</sup>。在瓜菜栽培上使用微生物制剂,能够改善土壤环境,使得土壤更适合植物生长,同时提升瓜菜品质、增产增收<sup>[16]</sup>。鉴于设施农业发展中存在的“瓶颈”问题及复合微生物菌剂的优良效果,该研究优选生物菌剂和复合微生物菌剂 2 种,以常规及常用化学药剂为对照,探索微生物菌剂滴施后对设施瓜菜生长发育、生理特性、产量、土壤养分指标及土壤微生物区系的影响,以期为全区设施瓜菜产业的可持续发展提供科技支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试甜瓜为当地主栽品种“伊丽莎白”,供试吊瓜(西瓜)为当地主栽品种“万年一号”,供试番茄为当地主栽品种“百利”。供试土壤类型为灌淤土,土壤基本理化性质如表 1 所示。

**第一作者简介:**纪立东(1980-),男,硕士,助理研究员,现主要从事农业资源利用等研究工作。E-mail:jili521010@163.com.

**责任作者:**杨建国(1969-),男,博士,研究员,现主要从事农业水土及养分资源高效利用等研究工作。E-mail:yjgnx@163.com.

**基金项目:**石嘴山市科技攻关计划资助项目(2010-19)。

**收稿日期:**2015-12-22

表 1

土壤基本理化性质

Table 1

The basic physical and chemical properties of soil

层次 Soil layers	pH 值 pH value	全盐含量 Total salt content /(g · kg <sup>-1</sup> )	有机质含量 Organic matter content /(g · kg <sup>-1</sup> )	速效氮含量 Available N content /(mg · kg <sup>-1</sup> )	速效磷含量 Available P content /(mg · kg <sup>-1</sup> )	速效钾含量 Available K content /(mg · kg <sup>-1</sup> )
0~30 cm	8.63	0.46	15.9±0.4	138.0±1.4	156.7±1.8	220.0±0.0

## 1.2 试验方法

选择甜瓜、吊瓜、番茄 3 种瓜菜(3 座温室),高垄栽培,配套滴灌施肥、施药系统。筛选引进 2 种新型无公害生物制剂(包括生物菌剂(原液)、复合微生物菌剂(水溶性悬浮剂)、1 种低毒低残留化学药剂(水溶性粉剂),采用大区随机区组设计,每大垄 480 m<sup>2</sup>,计 60 垄,共设 4 个处理,计 4 个小区,每小区 120 m<sup>2</sup>,计 15 垄,实际取样时以 5 垄作为一个采样重复,合计 3 个采样重复,采用阀门单独控制滴药,各处理设计分别为:1)CK,不施任何地下农药、微生物制剂。水肥管理随大田。2)化学药剂(以下简称 T1),低残留农药,按照 1:500(推荐比例 1:500~1:1 000)的比例,分别在瓜菜苗期、开花结果期、盛果期溶解滴施,总共 3 次,每 667 m<sup>2</sup> 每次施用 1 kg。水肥管理随大田。3)生物菌剂(原液,以下简称 T2),主要成份是光合菌群、乳酸菌群、酵母菌群、革兰氏阳性放线菌群和发酵系的丝状菌群,有效活菌数≥20 亿 CFU/mL。按照 1:500(推荐比例 1:500~1:1 000)的比例,分别在瓜菜苗期、开花结果期、盛果期滴施,总共 3 次,每 667 m<sup>2</sup> 每次施用 1 000 mL。水肥管理随大田。4)复合微生物菌剂(以下简称 T3);南京大地绿锦生物科技有限公司出品,有效活菌数≥2 亿 CFU/mL。按照 1:500(推荐比例 1:500~1:1 000)的比例,分别在瓜菜苗期、开花结果期、盛果期滴施,总共 3 次,每 667 m<sup>2</sup> 每次施用 1 000 mL。水肥管理随大田。

## 1.3 项目测定

瓜菜生长发育及生理特征:分别在盛花期和盛果期对瓜菜叶片叶绿素 SPAD 值、光合速率等指标进行监

测。叶绿素 SPAD 值采用 SPAD-502 叶绿素测定仪测定;光合速率采用英国产 LC Pro+全自动便携式光合仪测定。pH 值、全盐含量、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量采用常规方法<sup>[17-18]</sup>测定,分别在起垄前和收获后,采用多点混合取样法,采取各处理小区 0~20 cm 土层样品测定。土壤微生物区系,包括细菌、真菌、放线菌等指标,采用平板培养计数法测定,分别在起垄前和收获后,采集各处理 0~20 cm 土壤鲜样测定。作物产量测定:对不同采摘期产量进行累积监测。

## 1.4 数据分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 11.0 进行数据处理及统计分析。

## 2 结果与分析

## 2.1 不同滴药处理对设施瓜菜叶绿素 SPAD 值及净光合速率的影响

由表 2 可知,与 CK 相比,生物菌剂和复合微生物菌剂处理显著提高了设施甜瓜叶片叶绿素 SPAD 值及净光合速率,而化学药剂对甜瓜叶片叶绿素 SPAD 值及净光合速率的影响不明显。生物菌剂和复合微生物菌剂 2 处理间比较,复合微生物菌剂显著提高了甜瓜叶片盛花期叶绿素 SPAD 值,而生物菌剂显著提高了盛果期净光合速率。

与 CK 相比,化学药剂处理显著提高了吊瓜盛果期叶绿素 SPAD 值及净光合速率,而在盛花期对 2 项指标的影响不明显;生物菌剂处理显著提高了盛果期叶绿素 SPAD 值,极显著提高了盛花期、盛果期净光合速率;复合微生物菌剂处理极显著提高了设施吊瓜生育期内叶片

表 2

不同滴药处理对设施瓜菜叶绿素 SPAD 值及净光合速率的影响

Table 2

The effect of different pesticides on growth of vegetable and melons in green house

瓜菜 Vegetables	处理 Treatment	叶绿素 SPAD 值 Chlorophyll SPAD value		净光合速率 Net photosynthetic rate/(μmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup> )	
		盛花期 Full-bloom stage	盛果期 Full-fruit period	盛花期 Full-bloom stage	盛果期 Full-fruit period
甜瓜 Muskmelon	CK	51.27±0.58cB	49.17±3.67cC	23.51±1.23bB	22.48±0.90cC
	T1	51.93±0.83cB	52.46±6.16bBC	23.97±1.83bB	24.67±0.87bBC
	T2	53.45±1.83bAB	54.08±2.97abAB	26.60±0.82aAB	27.75±1.17aA
	T3	56.67±1.36aA	55.52±1.98aA	25.79±1.05abA	25.92±0.76bAB
吊瓜 Watermelon	CK	54.27±0.66bB	49.73±4.28bB	19.87±1.42bB	22.30±0.94dC
	T1	53.93±0.98bB	55.63±4.75aA	19.91±1.38bB	25.56±1.87cBC
	T2	55.85±1.15abAB	55.08±1.44aAB	26.21±0.92aA	27.48±1.26bB
	T3	56.47±0.55aA	55.98±1.06aA	26.08±0.90aA	32.27±1.85aA
番茄 Tomato	CK	52.05±1.70bBC	52.68±4.53bB	21.57±1.13abAB	20.62±1.24bB
	T1	50.59±1.59cC	52.64±5.63bB	20.43±1.10bB	20.07±0.76bB
	T2	52.85±1.34bB	57.40±2.30aAB	23.54±0.53aAB	23.75±1.88aAB
	T3	55.38±0.85aA	58.02±2.12aA	23.94±0.77aA	24.39±0.82aA

叶绿素 SPAD 值及净光合速率,对设施吊瓜生长发育的促进作用较为明显。生物菌剂和复合微生物菌剂处理间比较,复合微生物菌剂极显著提高了盛果期吊瓜叶片净光合速率,其它生育期各指标差异不明显。

与 CK 相比,化学药剂处理对设施番茄叶片叶绿素 SPAD 值及净光合速率的促进作用不明显,且有抑制的趋势。生物菌剂处理显著提高了番茄盛果期叶绿素 SPAD 值和净光合速率,而对盛花期各指标的促进作用不明显。复合微生物菌剂处理极显著提高了番茄生育期内叶片叶绿素 SPAD 值及盛果期净光合速率。

综合分析,与 CK 相比,化学药剂处理对设施瓜菜生长发育性状的影响不明显,且在设施番茄种植中有抑制其花期健康生长的趋势;生物菌剂和复合微生物菌剂处理对设施瓜菜生长发育都具有明显的促进作用,其中复合微生物菌剂处理在设施吊瓜及番茄种植中表现突出,主要原因是施用微生物肥可活化土壤养分,有利于设施瓜菜对营养元素的吸收和利用,且复合微生物菌剂本身含有无机营养成分,补益作用亦有所显现。

## 2.2 不同滴药处理对设施瓜菜土壤养分指标的影响

由表 3 可知,不同滴药处理对设施甜瓜土壤 pH 值和全盐含量的影响不明显。与 CK 相比,化学药剂处理和生物菌剂处理显著增加了土壤有机质含量及速效养分含量,提升了土壤肥力,而复合微生物菌剂处理对土壤肥力指标的促进作用不明显。

表 3

不同滴药处理对设施瓜菜土壤养分指标的影响

Table 3

The effect of different pesticides on indicators of soil nutrients of vegetable and melons

瓜菜 Vegetables	处理 Treatment	pH 值 pH value	全盐含量 Total salt content /(g · kg <sup>-1</sup> )	有机质含量 Organic matter content /(g · kg <sup>-1</sup> )	速效氮含量 Available N content /(mg · kg <sup>-1</sup> )	速效磷含量 Available P content /(mg · kg <sup>-1</sup> )	速效钾含量 Available K content /(mg · kg <sup>-1</sup> )
甜瓜 Muskmelon	基础样 Basic value	8.63	0.46	15.90±0.0dD	138.0±1.4aA	156.7±1.8dD	220.0±0.0cC
	CK	8.84	0.33	17.45±0.1cC	88.0±1.4cB	184.1±1.8cC	225.0±0.0cC
	T1	8.65	0.48	25.00±0.4aA	79.0±1.4dC	223.0±1.4bB	297.5±3.5aA
	T2	8.56	0.28	18.95±0.2bB	95.0±2.8bB	229.0±1.4aA	235.0±0.0bB
	T3	8.63	0.48	12.50±0.0eE	64.0±1.4eD	108.0±1.9eE	152.5±3.5dD
吊瓜 Watermelon	基础样 Basic value	8.63	0.46	17.75±0.2cB	130.0±1.4aA	176.2±1.9eE	270.0±0.0cC
	CK	8.56	0.42	23.25±0.5abA	120.0±2.8bB	238.0±2.8cC	247.5±3.5dD
	T1	8.61	0.35	23.50±0.4aA	105.0±0.0dC	243.0±1.4bB	230.0±0.0eE
	T2	8.64	0.45	22.45±0.2bA	120.0±0.0bB	265.0±1.4aA	342.5±3.5aA
	T3	8.66	0.38	22.90±0.1abA	111.0±1.4cC	232.0±2.8dD	310.0±0.0bB
番茄 Tomato	基础样 Basic value	8.72	0.31	13.70±0.3cC	122.0±2.8aAB	141.7±1.8eE	272.5±3.5cC
	CK	8.90	0.31	22.55±0.1aA	121.0±1.4aAB	275.0±1.4bB	290.0±0.0bBC
	T1	8.86	0.35	22.25±0.5aA	127.5±3.9aA	289.0±1.4aA	277.5±3.5cC
	T2	8.85	0.41	19.85±0.4bB	125.0±1.4aA	218.0±2.8dD	310.0±7.1aA
	T3	9.00	0.35	21.95±0.5aA	110.0±0.0bB	267.0±1.4cC	302.5±3.5aAB

## 2.3 不同滴药处理对设施土壤微生物区系特征的影响

设施甜瓜经过一个生长季后(与基础样相比,下同),各处理土壤真菌和细菌数量,化学药剂及生物菌剂处理的放线菌数量都有显著提高。由图 1 可知,与 CK 相比,土壤真菌数量在各处理之间的差异不明显,生物菌剂处理显著提高了细菌数量,化学药剂和生物菌剂处

不同滴药处理对设施吊瓜土壤 pH 值和全盐含量的影响不明显。与 CK 相比,化学药剂处理下设施吊瓜土壤速效磷含量极显著增加、速效氮含量和速效钾含量极显著下降,而土壤有机质含量保持相对稳定;生物菌剂处理对土壤有机质和速效氮的影响不显著,但极显著提高了土壤速效磷和速效钾含量;复合微生物菌剂处理下,土壤速效钾含量极显著增加,速效氮含量和速效磷含量极显著下降,对土壤有机质含量的促进作用不明显。

不同滴药处理对设施番茄土壤 pH 值和全盐含量的影响不明显。与 CK 相比,化学药剂处理极显著增加了土壤速效磷含量、显著增加了土壤速效钾含量,而对其它养分指标的作用不明显;生物菌剂处理下,土壤速效钾含量极显著增加,速效磷含量和有机质含量极显著下降,但对其它速效氮含量的影响不明显;复合微生物菌剂处理下,土壤速效钾含量显著增加,速效氮和速效磷含量显著降低,对土壤有机质含量的影响不明显。

综合分析,设施番茄滴施化学药剂对土壤养分指标的提高无明显的促进作用,个别指标的升高与试验地地力差异直接相关。滴施生物菌剂和复合微生物菌剂初步体现出对设施土壤速效钾具有明显的活化作用,但对整体土壤肥力指标的影响仍不明显,主要原因为该次试验中,微生物菌剂的施用时间较短,而微生物肥需长期施用才能发挥出应有的效果。

理显著提高了土壤放线菌数量。

设施吊瓜经过一个生长季后,除化学药剂处理外,其它处理显著增加了土壤真菌数量;化学药剂和复合微生物菌剂处理显著增加了土壤放线菌数量;土壤细菌在各处理下都表现出显著增加的趋势。由图 2 可知,与 CK 相比,化学药剂处理显著降低了土壤真菌数量、显著



增加了土壤放线菌数量,细菌数量在2个处理间差异不明显;生物菌剂处理各微生物数量差异都不显著;复合微生物菌剂显著增加了土壤真菌、放线菌和细菌数量。

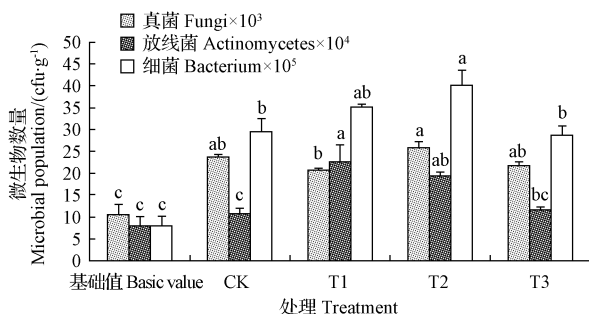


图1 不同滴药处理设施甜瓜微生物区系数量比较

Fig. 1 Comparison of different pesticides on microbial flora of melon in greenhouse

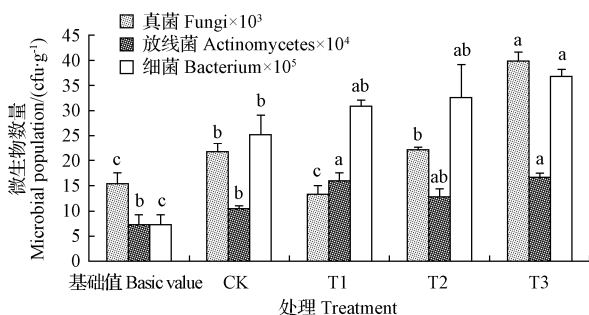


图2 不同滴药处理设施吊瓜微生物区系数量比较

Fig. 2 Comparison of different pesticides on microbial flora of snakegourd fruit in greenhouse

设施番茄经过一个生长季后,各处理土壤微生物数量都有显著增加。由图3可知,与CK相比,土壤真菌数量在不同处理间差异不明显;化学药剂处理显著增加了土壤放线菌数量,细菌数量在2个处理间差异不明显;生物菌剂处理放线菌和细菌数量都得到显著提高;复合微生物菌剂处理放线菌数量有显著增加,细菌数量差异不明显。

总之,与CK相比,设施瓜菜经过一个生长季节的栽培并收获后,化学药剂处理有促进减少土壤真菌数量、显著增加土壤放线菌数量的趋势,可能与化学药剂

表4

不同滴药处理设施瓜菜产量比较

Table 4 Comparison of different pesticides on yield of vegetable and melons in greenhouse

处理 Treatment	番茄 Tomato		甜瓜 Muskmelon		吊瓜 Watermelon	
	产量 Yield/(t·hm <sup>-2</sup> )	增量 Increment/%	产量 Yield/(t·hm <sup>-2</sup> )	增量 Increment/%	产量 Yield/(t·hm <sup>-2</sup> )	增量 Increment/%
CK	79.97±2.94dD	—	22.66±1.55cC	—	43.08±2.56bB	—
T1	88.83±2.72bB	11.08	21.25±3.55dD	-6.22	40.42±0.61cC	-6.17
T2	83.42±2.72cC	4.31	23.58±2.17bB	4.06	44.08±3.33bB	2.32
T3	94.99±2.17aA	18.78	27.99±3.17aA	23.52	54.25±3.11aA	25.92

### 3 结论与讨论

设施大棚滴施化学药剂对瓜菜生长发育、土壤养分

属于农药,而农药对土壤中病原性菌具有扼杀与抑制的功效直接相关。生物菌剂和复合微生物菌剂对土壤真菌数量的影响暂不明显或不一致,由于微生物制剂施用时间较短,有益微生物菌群尚未得到充分扩繁并发挥相应作用。

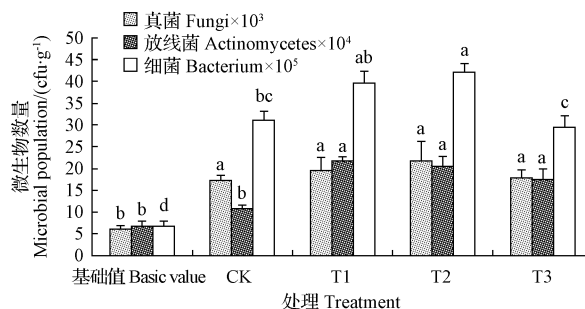


图3 不同滴药处理设施番茄微生物区系数量比较

Fig. 3 Comparison of different pesticides on microbial flora of tomato in greenhouse

生物菌剂在处理设施甜瓜及番茄大棚栽培中对土壤放线菌和细菌数量具有显著促进的效用,在设施吊瓜栽培中亦有增加的趋势。生物菌剂作为微生物菌剂原液,有益微生物数量含量丰富,对土壤有益微生物种群的补益作用是肯定的。在设施吊瓜栽培中,复合微生物菌剂处理与CK相比对土壤放线菌和细菌数量具有明显的促进作用,而在其它瓜菜种植中表现并不一致。综合评比,设施瓜菜滴施生物菌剂对增加土壤有益微生物群落、改善土壤微生态环境的作用较为明显,复合微生物菌剂次之。

#### 2.4 不同滴药处理对设施瓜菜产量的影响

由表4可知,与CK相比,化学药剂处理极显著提高了设施番茄的产量,增产率为11.08%,但极显著降低了设施甜瓜和吊瓜的产量;生物菌剂处理极显著提高了设施番茄、甜瓜的产量,增产率分别为4.31%、4.06%,而对设施吊瓜的增长效应不明显。复合微生物菌剂处理极显著提高了设施瓜菜产量,对应于设施番茄、甜瓜、吊瓜,其增产率分别为18.78%、23.52%、25.92%,取得积极的效应。

指标、微生物区系数量及产量的影响不明显,化学药剂属于土壤土传病害防治药剂,自身不含营养成分或其它

有益菌类,是土壤微生物生长的拮抗因素,只有在土壤有土传病害爆发征兆存在时,才能体现出其功效。设施大棚滴施生物菌剂和复合微生物菌剂对瓜菜的促进作用是明显的,其含有大量丰富的有益菌群,具有活化土壤营养元素、改良土壤结构、提升土壤肥力的作用,可促进瓜菜植株对养分的吸收和利用,相应促进了瓜菜生长发育、改善了土壤质量,其中生物菌剂在改土培肥方面的效果更为突出,但对瓜菜产出表现出缓、稳的效果,需多年施用才可获得喜人的收益。而复合微生物菌剂表现出极显著提高设施瓜菜产量的效应,与其自身含无机养分并复合一定量微量元素直接相关,适合轮作倒茬当年及多年施用。鉴于该试验取得了显著创收的效果,试验中设计的施用浓度及施用方法可在实际生产中直接推广应用。

### 参考文献

- [1] 孙权,赵晖,张光弟,等.宁夏南部山区设施园艺发展现状、问题与对策[J].农业科学研究,2011,32(2):77-81.
- [2] 张源沛,郑国保,郭生虎,等.宁夏发展设施农业的思考与对策[J].宁夏农林科技,2009(4):46-47.
- [3] 吴凤芝,赵凤艳,刘元英.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.
- [4] 郝永娟,王万立,刘春艳,等.设施蔬菜土传病害的综合调控及防治进展[J].天津农业科学,2006,12(1):31-34.
- [5] 周立朴,仲兆清,刘滨疆,等.温室土传病害及其防治技术的最新进展[J].现代化农业,2004(2):5-7.
- [6] 毛萌.阿特拉津在室内滴灌施药条件和农田尺度下运移的数值模拟[D].北京:中国农业大学,2004.
- [7] 朱忠林.合理使用农药,防止对地下水的污染[J].农药科学与管理,1994(3):34-37.
- [8] 温铁军.中国农村基本经济制度研究[M].北京:中国经济出版社,2000.
- [9] 李霞,潘开文,高平.农药对土壤微生物和酶活性的影响[J].安徽农业科学,2007,35(21):6510-6512.
- [10] 石兆勇,王发园.农药污染对微生物多样性的影响[J].安徽农业科学,2007,35(19):5840-5841,5915.
- [11] 杨永华,姚健,华晓梅.农药污染对土壤微生物群落功能多样性的影响[J].微生物学杂志,2000,20(2):23-25.
- [12] 杨艳红,王伯初,时兰春,等.复合微生物制剂的综合利用研究进展[J].重庆大学学报,2003,26(6):81-85.
- [13] 谭兆赞,林捷,刘可星,等.复合微生物菌剂对番茄青枯病和土壤微生物多样性的影响[J].华南农业大学学报,2007,28(1):45-49.
- [14] 尤升波,游银伟,王翠萍,等.复合微生物制剂对辣椒品质及产量的影响[J].山东科学,2006,19(6):89-90.
- [15] 吴晓燕,张丽荣,马建华.一种新型微生物制剂对设施番茄土壤微生物数量的影响[J].北方园艺,2013(4):42-44.
- [16] 张建明,丁亚欣,严鸣君.微生物制剂在蔬菜栽培上的作用研究[J].现代农业科技,2004(15):96-97,99.
- [17] 孙权.农业资源与环境质量分析方法[M].银川:宁夏人民出版社,2004.
- [18] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业出版社,2000.

## Growth of Greenhouse Vegetable and Melons, and Soil Characteristics as Affected by Drip Irrigation With Different Pesticides

Ji Lidong<sup>1</sup>, YANG Jianguo<sup>1</sup>, FAN Liqin<sup>1</sup>, ZHANG Zhiming<sup>2</sup>, WANG Jun<sup>2</sup>, XIA Ting<sup>3</sup>

(1. Institute of Agricultural Resources and Environment, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002; 2. Agricultural Technology Extension and Service Center of Pingluo County, Shizuishan, Ningxia 753400; 3. College of Bioscience and Bioengineering, Beifang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** The effects of different pesticides treatments on chlorophyll (SPAD) value, photosynthesis rate and yield of greenhouse muskmelon, watermelon and tomato, respectively, and soil nutrient and microbial flora were studied through field experiment, by which could screen suitable application of drip irrigation of biological agents compared with CK. The results showed that the drip application of chemical agent had little effect on SPAD, photosynthesis rate and yield of greenhouse vegetables, and soil nutrients contents and microbial flora numbers. However, there were promoting effects of drip application of biological agents and complex microbial community on SPAD, photosynthesis rate of greenhouse vegetables, and phosphorus and potassium nutrient activation. Meanwhile, drip irrigation of biological agents could increase the yield of greenhouse tomato and muskmelon significantly, but had insignificant effect on the yield increment of greenhouse watermelon. Furthermore, the drip irrigation of complex microbial community could improve the yield increment of greenhouse tomato, muskmelon and watermelon markedly, which was 18.78%, 23.52% and 25.92%, respectively. The drip irrigation of biological agents had the maximal function on enhancing the beneficial soil microbial communities and ameliorating the soil micro ecological environment, compared with which, the drip irrigation of complex microbial community had less improvement.

**Keywords:** drip irrigation; microbial agents; greenhouse vegetable and melons; soil nutrients; microbial flora