

不同栽培措施对连作马铃薯土壤真菌、真菌性病害和产量的影响

谢奎忠 陆立银* 罗爱花

(甘肃省农业科学院马铃薯研究所, 甘肃兰州 730070)

摘要: 通过连续 3 a 利用不同栽培措施克服马铃薯连作障碍的定位试验, 结果表明, 2009~2011 年深翻处理的耕层土壤真菌数量与连作相比降低 29.59%~51.63%, 菌剂处理降低 10.41%~71.96%, 微肥处理对改善土壤真菌数量效果不明显。深翻处理的马铃薯早疫病发病率比连作降低 10.00 个百分点到 35.00 个百分点, 菌剂处理降低 11.67 个百分点到 38.33 个百分点, 微肥处理降低 11.66 个百分点到 26.67 个百分点; 深翻处理的马铃薯早疫病病情指数比连作低 20.34%~75.51%, 菌剂处理降低 23.83%~64.50%, 微肥处理降低 20.34%~52.26%, 并且差异达到显著或极显著水平。深翻处理的马铃薯晚疫病发病率比连作低 15.00 个百分点到 37.50 个百分点, 菌剂处理降低 7.50 个百分点到 36.67 个百分点, 微肥处理降低 15.00 个百分点到 25.83 个百分点; 深翻处理的马铃薯晚疫病病情指数比连作低 57.03%~80.44%, 菌剂处理降低 24.69%~66.67%, 微肥处理降低 27.12%~50.76%, 并且差异达到显著或极显著水平。深翻处理的马铃薯比连作增产 21.20%~29.99%, 微肥处理比连作增产 6.14%~20.49%, 菌剂处理比连作增产 1.29%~13.42%, 并且差异达到显著或极显著水平。

关键词: 马铃薯; 连作障碍; 栽培措施; 土壤真菌; 真菌性病害; 产量

中图分类号: S532 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6346 (2013) 02-0070-06

Effects of Different Cultivation Measures on Soil Fungus, Fungal Diseases and Yield of Continuous Cropping Potato

XIE Kui-zhong, LU Li-yin*, LUO Ai-hua

(Potato Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: Different cultivation measures were adopted for overcoming continuous cropping potato (*Solanum tuberosum* L.) obstacles for 3 continuous years. The experiment result showed that from 2009 to 2011 the arable layer soil fungus of deepening tillage treatment reduced by 29.59%–51.63% compared to the control. The arable layer soil fungus of inocula treatment reduced by 10.41%–71.96%. The trace fertilizer treatment had no effect on the arable layer soil fungus of continuous cropping potato. The potato early blight disease incidence of deepening tillage treatment reduced from 10.00 percentage point to 35.00 percentage point compared to the control, while the inocula treatment reduced from 11.67 percentage point to 38.33 percentage point, trace fertilizer treatment reduced from 11.66

收稿日期: 2012-07-18; 接受日期: 2012-11-15

基金项目: 科技部农业科技成果转化资金项目 (2007GB2G100056), 甘肃农科院项目 (NKY-0601), 甘肃省科技支撑计划项目 (1011NKCA068), 甘肃省农业科学院农业科技创新专项 (2011GAAS06-6)

作者简介: 谢奎忠, 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事马铃薯栽培生理生态研究工作, E-mail: xiekz@yahoo.com.cn

* 通讯作者 (Corresponding author): 陆立银, 男, 副研究员, 硕士生导师, 主要从事马铃薯高产高效栽培技术的研究工作, E-mail: luliyin62@163.com

percentage point to 26.67 percentage point compared to the control. The potato early blight disease index of deepening tillage treatment reduced by 20.34%–75.51% compared to the control, while the inocula treatment reduced by 23.83%–64.50%, the trace fertilizer treatment reduced by 20.34%–52.26% compared to the control, and the differences reached significant or very significant level. The potato late blight disease incidence of deepening tillage treatment reduced from 15.00 percentage point to 37.50 percentage point compared to the control, while the inocula treatment reduced from 7.50 percentage point to 36.67 percentage point, the trace fertilizer treatment reduced from 15.00 percentage point to 25.83 percentage point compared to the control. The potato late blight disease index of deepening tillage treatment reduced by 57.03%–80.44% compared to the control, while the inocula treatment reduced by 24.69%–66.67%, the trace fertilizer treatment reduced by 27.12%–50.76% compared to the control, and the differences reached significant or very significant level. The potato yield of deepening tillage treatment increased by 21.20%–29.99% compared to the control, and the trace fertilizer treatment increased by 6.14%–20.49%, the inocula treatment increased by 1.29%–13.42%, and the differences reached significant or very significant level.

Key words: Potato; Continuous cropping obstacle; Cultivation measure; Fungus; Fungal disease; Yield

中国是世界上最大的马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 生产国, 随着加工业的发展和产业结构调整, 马铃薯已成为西部贫困地区产量稳、效益高的优势作物, 栽培面积不断扩大, 导致马铃薯的连作种植越来越广泛 (牛秀群 等, 2011)。尤其在甘肃中部地区, 马铃薯少则连作 1 a, 多则 2~3 a, 长的甚至达到 7~8 a。连作常导致作物生长发育不良, 抗病能力减弱, 产量下降等连作障碍的发生。引起连作障碍的原因非常复杂, 主要原因是土传性病害的加剧导致作物减产 (赵尊练 等, 2007)。连作使土壤微生物种群结构不合理, 有害微生物数量会逐渐占优势 (李春格 等, 2006; 马琨 等, 2010), 随着连作年限的增加, 会使土壤从细菌型向真菌型转化, 真菌 (病原菌) 数量增加 (吴凤芝 等, 2000; 张雪艳 等, 2011), 真菌病害加剧, 从而导致作物减产 (李琼芳, 2006; 康振生, 2010)。

施用微生物菌剂和微肥能改善连作作物根际土壤质量, 提高作物产量, 抑制连作障碍发生。买买提吐逊·肉孜等 (2011) 的研究表明施用微生物菌剂能有效改善黄瓜根际环境, 增加放线菌数量, 提高黄瓜产量。王涛等 (2011) 的研究结果也表明施用微生物菌肥能有效改善黄瓜连作土壤的化学性状, 对黄瓜的连作障碍有抑制效果。李明琴等 (2003) 的研究表明连作大豆施用微量元素硼、锌、铜、钼、锰后分别提高产量 29.6%、24.3%、20.7%、12.9% 和 6.9%。韩晓增等 (2002) 的研究也表明对连作大豆施锌、镁、锰、铝和硼后分别增产 16.9%、14.6%、13.2%、4.6% 和 1.4%。然而有关利用栽培措施改善连作马铃薯土壤质量和抑制连作马铃薯土传真菌病害的研究鲜见报道, 本试验拟通过定位试验研究不同栽培措施对连作马铃薯土壤质量和土传病害的影响, 旨在为解决马铃薯连作障碍问题提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点概况

试验于 2009~2011 年在甘肃省渭源县会川镇杨庄村唐哈社进行, 海拔高度 2 337 m。试验地为平坦台地, 年降雨量 500 mm 左右, 雨养农业为主, 属于高寒阴湿区, 适宜马铃薯生长, 为甘肃马铃薯主产区。2008 年开始设置定位试验, 前茬为春小麦。土壤为黑麻土, 耕层土壤有机

质 $63.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效氮 $146 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效磷 $19.93 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效钾 $122 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全氮 $2.20 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全磷 $0.93 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全钾 $20.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有效硫 $12.12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有效铜 $0.63 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有效铁 $11.10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有效锰 $3.79 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有效锌 $0.76 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有效硼 $0.47 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 水溶性镁 0.0021% , pH 值 7.95。施农家肥 $37\ 500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 农家肥全氮含量 $2.40 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全磷含量 $1.50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全钾含量为 $9.41 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

1.2 试验材料

陇薯 6 号和陇薯 7 号两个品种均由甘肃省农业科学院马铃薯研究所选育而成, 试验用种薯也由本所提供。

1.3 试验设计

试验设 4 个处理: 连作 (对照), 马铃薯连年连作 (至 2011 年连作 3 a), 传统方法耕作, 耕作深度为 15 cm 左右。

深翻: 马铃薯连年连作 (至 2011 年连作 3 a), 每年在马铃薯收获后选择晴天深翻土壤, 耕作深度 30 cm。

菌剂: 马铃薯连年连作 (至 2011 年连作 3 a), 每年马铃薯播种时施用金宝贝微生物菌剂 (北京华夏康源科技有限公司生产) $15 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

微肥: 马铃薯连年连作 (至 2011 年连作 3 a), 每年马铃薯播种时施用综合微肥 $508.35 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ (综合微肥配方依据测土配方结果配制, 方案参见表 1)。

采用随机区组试验设计, 随机排列, 3 次重复, 小区长 6.67 m, 宽 4.2 m, 行距 60 cm, 株距 33.33 cm, 小区面积 28 m^2 , 7 行区, 行向南北, 每行 20 株, 折合密度 $50\ 006 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。试验地周围设置保护行, 管理同小区管理。

每年 4 月下旬播种, 基肥施 N $120 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 P_2O_5 $120 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、农家肥 $37\ 500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 6 月下旬结合培土追施 N $30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

1.4 项目测定

对耕作层 (0 ~ 20 cm) 混合土样取样测定土壤养分, 由甘肃省农业科学院测试中心进行。每年在马铃薯收获前沿着“S”线路, 按照“随机”、“等量”和“多点混合”的原则进行采样, 取耕层 (0 ~ 20 cm) 土壤鲜样当天送甘肃省农业科学院土壤肥料研究所微生物实验室测定土壤真菌量, 并且出具检测报告。

土壤真菌量应用平板菌落计数法进行测定。

马铃薯早疫病和晚疫病的调查:

在薯块膨大期, 田间随机选取 20 株进行发病率和病情指数调查, 早疫病和晚疫病病级都分为同样的 0、1、2、3、4 级。0 级: 无任何症状; 1 级: 叶片有个别病斑; 2 级: 1/3 叶片有病斑; 3 级: 1/3 ~ 1/2 叶片上有病斑; 4 级: 1/2 叶片感病。

$$\text{发病率}(\%) = \text{发病株数} / \text{调查总数} \times 100\%$$

$$\text{病情指数} = \Sigma (\text{病级株数} \times \text{代表值}) / (\text{调查总株数} \times \text{最高级代表值}) \times 100$$

马铃薯成熟时分小区收获, 并且折算为每公顷产量。

试验数据采用 SPSS 进行统计分析。

表 1 综合微肥各元素配制

微量 元素	元素施用量 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	化合物分子式	化合物施用量 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$
Fe	37.5	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	186.30
Cu	4.5	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	17.55
Zn	7.5	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	33.15
Mn	25.5	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	78.30
Mg	15.5	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	154.05
S	30.0	S	30.00
B	0.675	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	5.85
Mo	0.24	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3.15
合计	120.9	—	508.35

2 结果与分析

2.1 不同栽培措施对连作马铃薯土壤真菌数量的影响

从表 2 可以看出, 深翻处理改善耕层土壤真菌数量的效果最好, 除 2009 年陇薯 6 号和 2011 年陇薯 7 号降低 2.31% 和 5.56% 外, 深翻处理土壤真菌数量比连作降低 29.59% ~ 51.63%, 降低幅度稳定; 其次为菌剂处理, 除 2011 年陇薯 7 号降低 0.88% 外, 菌剂处理土壤真菌数量比连作降低 10.41% ~ 71.96%; 微肥处理的效果最差, 对改善连作马铃薯耕层土壤真菌数量效果不明显, 有些年份土壤真菌数量比连作处理还要高, 其原因还有待于进一步试验。

表 2 各年份不同处理土壤真菌数量测定结果

品种	处理	2009 年真菌量	比 CK \pm %	2010 年真菌量	比 CK \pm %	2011 年真菌量	比 CK \pm %
		cfu \cdot g ⁻¹		cfu \cdot g ⁻¹		cfu \cdot g ⁻¹	
陇薯 6 号	连作 (CK)	3.89×10^6	—	3.61×10^4	—	9.20×10^4	—
	深翻	3.80×10^6	-2.31	2.30×10^4	-36.29	4.45×10^4	-51.63
	微肥	3.52×10^6	-9.51	9.48×10^4	+162.60	2.27×10^4	-75.33
	菌剂	3.04×10^6	-21.85	3.13×10^4	-13.30	2.58×10^4	-71.96
陇薯 7 号	连作 (CK)	3.65×10^6	—	2.30×10^4	—	3.42×10^4	—
	深翻	2.57×10^6	-29.59	1.46×10^4	-36.52	3.23×10^4	-5.56
	微肥	3.16×10^6	-13.42	2.54×10^4	+10.43	3.80×10^4	+11.11
	菌剂	3.27×10^6	-10.41	1.43×10^4	-37.83	3.39×10^4	-0.88

2.2 不同栽培措施对连作马铃薯早疫病的影响

2.2.1 不同栽培措施对连作马铃薯早疫病发病率的影响 从表 3 可以看出, 深翻处理能极显著地降低马铃薯早疫病的发病率, 降低效果最好, 与连作 (对照) 相比, 深翻处理早疫病发病率比连作降低 10.00 个百分点到 35.00 个百分点; 菌剂处理次之, 除 2010 年陇薯 7 号早疫病发病率降低 3.34 个百分点外, 菌剂处理早疫病发病率比连作降低 11.67 个百分点到 38.33 个百分点; 再次为微肥处理, 微肥处理早疫病发病率比连作降低 11.66 个百分点到 26.67 个百分点。

表 3 各年份不同处理马铃薯早疫病发病率调查结果

品种	处理	2009 年发病率/%	比 CK 增减百分点	2010 年发病率/%	比 CK 增减百分点	2011 年发病率/%	比 CK 增减百分点
陇薯 6 号	连作 (CK)	63.33 aA	—	55.00 aA	—	53.33 aA	—
	深翻	28.33 bB	-35.00	20.00 cB	-35.00	21.67 cC	-31.66
	微肥	36.67 bB	-26.66	28.33 bcB	-26.67	26.67 cBC	-26.66
	菌剂	25.00 bB	-38.33	31.67 bB	-23.33	35.00 bB	-18.33
陇薯 7 号	连作 (CK)	58.33 aA	—	51.67 aA	—	50.00 aA	—
	深翻	48.33 bA	-10.00	23.33 cB	-28.34	25.00 bB	-25.00
	微肥	46.67 bA	-11.66	36.67 bcAB	-15.00	31.67 bAB	-18.33
	菌剂	25.00 cB	-33.33	48.33 abA	-3.34	38.33 abAB	-11.67

注: 表中同列数据后不同小写字母表示同品种不同处理间差异显著 ($\alpha = 0.05$), 不同大写字母表示同品种不同处理间差异极显著 ($\alpha = 0.01$), 下表同。

2.2.2 不同栽培措施对连作马铃薯早疫病病情指数的影响 从表 4 可以看出, 深翻处理能极显著地降低马铃薯早疫病病情指数, 与连作 (对照) 相比, 深翻处理早疫病病情指数降低 20.34% ~ 75.51%; 其次为菌剂处理, 菌剂处理早疫病病情指数比连作降低 23.83% ~ 64.50%; 再次为微肥处理, 微肥处理早疫病病情指数比连作降低 20.34% ~ 52.26%。

2.3 不同栽培措施对连作马铃薯晚疫病的影响

2.3.1 不同栽培措施对连作马铃薯晚疫病发病率的影响 从表 5 可以看出, 深翻处理能极显著地降低马铃薯晚疫病的发病率, 效果最好, 与连作 (对照) 相比, 深翻处理晚疫病发病率降低

表 4 各年份不同处理马铃薯早疫病病情指数调查结果

品种	处理	2009 年病情指数	比 CK \pm %	2010 年病情指数	比 CK \pm %	2011 年病情指数	比 CK \pm %
陇薯 6 号	连作 (CK)	25.83 aA	—	20.42 aA	—	18.33 aA	—
	深翻	9.17 bB	-64.50	5.00 cB	-75.51	5.83 cC	-68.19
	微肥	15.00 bB	-41.93	10.00 bB	-51.03	8.75 bBC	-52.26
	菌剂	9.17 bB	-64.50	9.17 bB	-55.09	11.25 bB	-38.63
陇薯 7 号	连作 (CK)	24.58 aA	—	20.42 aA	—	17.50 aA	—
	深翻	19.58 aA	-20.34	5.83 cB	-71.45	7.50 bB	-57.14
	微肥	19.58 aA	-20.34	13.33 abAB	-34.72	10.00 bAB	-42.86
	菌剂	9.17 bB	-62.69	10.00 bcAB	-51.03	13.33 abAB	-23.83

表 5 各年份不同处理马铃薯晚疫病发病率调查结果

品种	处理	2009 年发病率/%	比 CK 增减百分点	2010 年发病率/%	比 CK 增减百分点	2011 年发病率/%	比 CK 增减百分点
陇薯 6 号	连作 (CK)	62.50 aA	—	49.17 aA	—	45.00 aA	—
	深翻	25.83 cC	-36.67	11.67 cC	-37.50	15.00 dC	-25.00
	微肥	36.67 bB	-25.83	30.83 bB	-18.34	23.33 cC	-21.67
	菌剂	26.67 cBC	-35.83	31.67 bB	-17.50	33.33 bB	-11.67
陇薯 7 号	连作 (CK)	60.00 aA	—	50.00 aA	—	42.50 aA	—
	深翻	45.00 bB	-15.00	14.17 cB	-35.83	18.33 dD	-24.17
	微肥	44.17 bB	-15.83	35.00 bA	-15.00	27.50 cC	-15.00
	菌剂	23.33 cC	-36.67	30.83 bAB	-19.17	35.00 bB	-7.50

15.00 个百分点到 37.50 个百分点；菌剂处理次之，菌剂处理晚疫病发病率比连作降低 7.50 个百分点到 36.67 个百分点；再次为微肥处理，微肥处理晚疫病发病率比连作降低 15.00 个百分点到 25.83 个百分点。

2.3.2 不同栽培措施对连作马铃薯晚疫病病情指数的影响 从表 6 可以看出，深翻处理能极显著地降低马铃薯晚疫病病情指数，除 2009 年陇薯 7 号晚疫病病情指数比对照降低 24.03% 外，与连作（对照）相比，深翻处理晚疫病病情指数降低 57.03% ~ 80.44%；其次为菌剂处理，菌剂处理晚疫病病情指数比连作降低 24.69% ~ 66.67%；再次为微肥处理，微肥处理晚疫病病情指数比连作降低 27.12% ~ 50.76%。

表 6 各年份不同处理马铃薯晚疫病病情指数调查结果

品种	处理	2009 年病情指数	比 CK \pm %	2010 年病情指数	比 CK \pm %	2011 年病情指数	比 CK \pm %
陇薯 6 号	连作 (CK)	26.67 aA	—	19.17 aA	—	14.38 aA	—
	深翻	11.46 bcB	-57.03	3.75 cC	-80.44	4.58 dD	-68.15
	微肥	14.79 bB	-44.54	11.88 bB	-38.03	7.08 cC	-50.76
	菌剂	10.84 cB	-59.36	12.08 bB	-36.98	10.83 bB	-24.69
陇薯 7 号	连作 (CK)	26.88 aA	—	19.58 aA	—	14.17 aA	—
	深翻	20.42 bB	-24.03	4.17 cC	-78.70	5.42 cC	-61.75
	微肥	19.59 bB	-27.12	13.54 bAB	-30.85	9.17 bB	-35.29
	菌剂	8.96 cC	-66.67	9.58 bBC	-51.07	10.42 bB	-26.46

2.4 不同栽培措施对连作马铃薯产量的影响

从表 7 可以看出，深翻处理能极显著地增加马铃薯产量，除 2009 年陇薯 7 号产量比对照增加 1.02% 外，与连作（对照）相比，深翻处理马铃薯产量增产 21.20% ~ 29.99%；微肥处理次之，微肥处理马铃薯产量比连作增产 6.14% ~ 20.49%；再次为菌剂处理，除 2009 年陇薯 7 号产量比对照降低外，菌剂处理马铃薯产量比连作增产 1.29% ~ 13.42%。

表 7 各年份不同处理马铃薯产量结果

品种	处理	2009 年产量	比 CK \pm %	2010 年产量	比 CK \pm %	2011 年产量	比 CK \pm %
		kg \cdot hm ⁻²		kg \cdot hm ⁻²		kg \cdot hm ⁻²	
陇薯 6 号	连作 (CK)	21 708.67 cB	—	24 656.33 cC	—	30 101.00 bA	—
	深翻	27 099.00 aA	+24.83	31 566.67 aA	+28.03	37 196.00 aA	+23.57
	微肥	26 156.00 abAB	+20.49	26 169.67 bcBC	+6.14	34 039.67 abA	+13.08
	菌剂	23 276.67 bcAB	+7.22	27 347.00 bB	+10.91	31 728.00 abA	+5.41
陇薯 7 号	连作 (CK)	32 580.67 bB	—	25 216.67 cB	—	32 965.00 bB	—
	深翻	32 911.67 aAB	+1.02	30 563.67 aA	+21.20	42 851.33 aA	+29.99
	微肥	37 133.67 bA	+13.97	28 472.33 bA	+12.91	35 185.33 bB	+6.74
	菌剂	32 688.67 bB	-1.51	28 599.67 bA	+13.42	33 390.33 bB	+1.29

3 结论与讨论

许多作物普遍存在连作障碍现象,但是引起连作障碍的原因尚不完全清楚。原因之一可能是连作致使土壤微生物区系发生了变化,土壤从细菌型向真菌型转化,真菌数量增加,导致土传真菌病害加剧(吴凤芝等,2000;王涛等,2011)。本试验通过翻耕连作马铃薯土壤 30 cm 和施用微生物菌剂,结果发现能够明显降低连作马铃薯耕层土壤真菌数量,使马铃薯主要真菌病害(早疫病和晚疫病)显著减轻,说明其对马铃薯连作障碍具有明显的抑制作用。经过深翻耕、施用微生物菌剂和微量元素肥料后,连作马铃薯耕层土壤真菌数量、主要真菌性病害明显低于对照,产量显著高于对照,深翻耕处理效果最好,其次为微肥和菌剂处理。其原因可能是深翻耕比传统耕作加深了耕作层,使 0~30 cm 土层内的土壤上下翻混,改变了原来土壤真菌的分布,相当于稀释真菌数量,再加翻耕时太阳晾晒,降低了土壤真菌数量;施用微生物菌剂可能使其中的大量功能菌迅速繁殖,优化了土壤微生物种群结构,从而减少了土壤真菌数量,这与王涛等(2011)在连作黄瓜上的研究结果一致。补施微量元素肥料对减少土壤真菌数量没有明显效果,然而其对减轻连作马铃薯真菌病害和增加产量有效果,这与王小兵等(2011)的研究结果(施用微量元素对减轻连作花生土传病害的发生没有作用)相反,其原因还有待进一步的试验。建议在马铃薯生产中将 3 种栽培措施综合应用,会收到更好的效果。

参考文献

- 韩晓增,许艳丽,王守宇. 2002. 营养元素对连作大豆减产的控制功能. 中国油料作物学报, 24 (2): 53-57.
- 康振生. 2010. 我国植物真菌病害的研究现状及发展策略. 植物保护, 36 (3): 9-12.
- 李春格,李晓鸣,王敬国. 2006. 大豆连作对土体和根际微生物群落功能的影响. 生态学报, 26 (4): 1144-1150.
- 李琼芳. 2006. 不同连作年限麦冬根际微生物区系动态研究. 土壤通报, 37 (3): 563-565.
- 李明琴,刘凤梅,杜长玉. 2003. 不同微肥对大豆连作效果的研究. 内蒙古农业科技, (1): 8-9.
- 马琨,张丽,杜茜,宋乃平. 2010. 马铃薯连作栽培对土壤微生物群落的影响. 水土保持学报, 24 (4): 229-233.
- 买买提吐逊·肉孜,仙米斯娅·塔依甫,李娟,高丽红. 2011. 基质添加菌剂对黄瓜根际环境及产量的影响. 中国蔬菜, (22/24): 51-56.
- 牛秀群,李金花,张俊莲,沈宝云,柴兆祥,王蒂. 2011. 甘肃省干旱灌区连作马铃薯根际土壤中镰刀菌的变化. 草业学报, 20 (4): 236-243.
- 王涛,辛世杰,乔卫花,刘霞,奥岩松. 2011. 几种微生物菌肥对连作黄瓜生长及土壤理化性状的影响. 中国蔬菜, (18): 52-57.
- 王小兵,骆永明,李振高,刘五星,何园球. 2011. 长期定位施肥对红壤地区连作花生生物学性状和土传病害发生率的影响. 土壤学报, 48 (4): 726-730.
- 吴凤芝,赵凤艳,刘元英. 2000. 设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施. 东北农业大学学报, 31 (3): 241-247.
- 张雪艳,田永强,高丽红,郭玉晓. 2011. 长期采用不同栽培方式和栽培制度对土壤环境的影响. 中国蔬菜, (22/24): 38-44.
- 赵尊练,杨广君,巩振辉,郭建伟. 2007. 克服蔬菜作物连作障碍问题之研究进展. 中国农学通报, 23 (12): 278-282.