

李国君, 刘华伟, 陈立, 刘扬慧. 砖红壤施用微生物菌肥对南瓜的增产效果试验 [J]. 广东农业科学, 2019, 46(8): 80-85.

## 砖红壤施用微生物菌肥对南瓜的增产效果试验

李国君<sup>1</sup>, 刘华伟<sup>2</sup>, 陈立<sup>3</sup>, 刘扬慧<sup>1</sup>

(1. 雷州市植保植检管理站, 广东 雷州 524200; 2. 雷州市土肥站, 广东 雷州 524200;  
3. 雷州市农资配送中心有限公司, 广东 雷州 524200)

**摘要:**【目的】研究雷州半岛砖红壤施用微生物菌肥对南瓜的增产效果。【方法】以西洋小南瓜为试验作物, 采用水肥一体化设施滴灌增施根多旺 86 菌剂、人工施保根 120 微生物菌肥作基肥及水肥一体化设施滴灌增施根多旺 86 菌剂的方法, 其他基肥和追肥按西洋小南瓜生产常规管理, 以明确雷州半岛砖红壤中增施根多旺 86 菌剂和保根 120 微生物菌肥对种植西洋小南瓜农艺性状、经济性状等的影响。【结果】在雷州半岛砖红壤的粘砖土上种植西洋小南瓜, 按 10 kg/667m<sup>2</sup> 的量通过水肥一体化设备滴灌增施根多旺 86 菌剂 2 次, 平均单产达 1 802.30 kg/667m<sup>2</sup>, 比对照增产 239 kg, 增产率 15.29%; 在雷州半岛砖红壤的砂砖土上种植西洋小南瓜, 基肥增施保根 120 微生物菌肥, 再按 10 kg/667m<sup>2</sup> 的量通过水肥一体化设备滴灌增施根多旺 86 菌剂 2 次, 或仅 10 kg/667m<sup>2</sup> 的量通过水肥一体化设备滴灌增施根多旺 86 菌剂 2 次, 平均单产分别达 1026.80、1022.30 kg/667m<sup>2</sup>, 比对照分别增产 140.73、136.23 kg, 增产率为 15.88% 和 15.37%; 单株瓜数和瓜重增加导致单位面积产量的增加。【结论】雷州半岛砖红壤施用微生物菌肥对西洋小南瓜的增产效果明显, 值得推广应用。

**关键词:** 微生物菌肥; 砖红壤; 西洋小南瓜; 滴灌; 经济性状; 产量

中图分类号: S144

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X(2019)08-0080-06

## Effect of Microbial Fertilizer on the Yield Increase of Pumpkin in Latosol

LI Guojun<sup>1</sup>, LIU Huawei<sup>2</sup>, CHEN Li<sup>3</sup>, LIU Yanghui<sup>1</sup>

(1. Leizhou Plant Protection and Plant Inspection Management Station, Leizhou 524200, China;  
2. Leizhou Soil and Fertilizer Station, Leizhou 524200, China;  
3. Leizhou Agricultural Materials Distribution Center Co., Ltd., Leizhou 524200, China)

**Abstract:**【Objective】The effect of microbial fertilizer on the yield increase of pumpkin in latosol of Leizhou Peninsula was studied.【Methods】The western small pumpkins were used as test crops. With artificial application of Baogen 120 microbial fertilizer as base fertilizer, the fertigation facilities were used to increase the application of Genduwang 86 microbial agents by drip irrigation, and other base fertilizers and top dressings were routinely managed according to the production of western small pumpkins. The effects of the application of Genduwang 86 microbial agents and Baogen 120 microbial fertilizer on the agronomic traits and economic traits of western small pumpkins planted in latosol of Leizhou Peninsula were determined.【Results】When planting western small pumpkins on the sticky brick soil in Leizhou Peninsula, the Genduwang 86 microbial agents were applied twice by fertigation drip irrigation facilities according to the amount of 10 kg/667m<sup>2</sup>, and the average yield was 1 802.30 kg/667m<sup>2</sup>, which was 239 kg higher than that of the control, with a yield increase rate of 15.29%. When planting western small pumpkins on the sand brick soil in Leizhou Peninsula, the base fertilizer was applied with Baogen 120 microbial fertilizer and then the Genduwang 86 microbial agents were applied

收稿日期: 2019-04-11

作者简介: 李国君(1962—), 男, 高级农艺师, 研究方向为农业技术推广应用, E-mail: lgjnew2019@163.com  
承蒙中农富源集团有限公司刘萍对试验提供帮助、广东省农业科学院植物保护研究所何自福研究员对论文撰写提供指导, 谨此致谢。

twice by fertigation drip irrigation facilities according to the amount of 10 kg/667m<sup>2</sup>, or only the Genduwang 86 microbial agents were applied twice by fertigation drip irrigation facilities based on the amount of 10 kg/667m<sup>2</sup>, the average yields were 1 026.80 kg/667m<sup>2</sup> and 1 022.30 kg/667m<sup>2</sup>, with increased yields of 140.73 kg and 136.23 kg compared with those of the control, and yield increase rates of 15.88% and 15.37%, respectively. The number of pumpkins per plant and the increase in pumpkin weight lead to the yield increase per unit area. 【 Conclusion 】 The application of microbial fertilizer in latosol of Leizhou Peninsula has obvious effect on the yield increase of western small pumpkin. The technology is worth being promoted in the production of western small pumpkin in Leizhou Peninsula.

**Key words:** microbial fertilizer; latosol; pumpkin; drip irrigation; economic traits; yield

【研究意义】西洋小南瓜是南瓜中的一种，因其外观美、品质和口感好、价格高且稳定等优点，近年来在广东尤其是雷州半岛广泛种植，种植面积不断扩大。目前，雷州半岛西洋小南瓜生产上施肥主要依赖化肥，普遍存在化肥施用过量而有机肥施用不足的突出问题，严重影响南瓜的品质和生产的持续发展。因此，试验微生物菌肥在西洋小南瓜上的应用效果，探索微生物菌肥部分替代化肥和改善土壤养分，对于雷州半岛砖红壤南瓜高效、优质、安全生产具有重要意义。【前人研究进展】微生物菌肥含有益微生物菌群、氨基酸、有机质及多种微量元素等，具有改良土壤、部分替代化肥施用量、增加作物产量、提高品质及抗逆性等作用。近年来，不同研究者分别报道了在多种作物生产中施用微生物菌肥达到改善土壤质量、增加作物产量和提升品质效果。耿源濛等<sup>[1]</sup>报道，压砂地土壤施用微生物菌肥，土壤中有益细菌和放线菌数量明显增加，质量得到改善。毛晓等<sup>[2]</sup>研究表明，施用微生物菌肥能有效改良水肥贫瘠的干旱矿区土壤。研究表明，施用微生物菌肥、微生物菌肥与化肥混配，可提高番茄<sup>[3-4]</sup>、黄瓜<sup>[5]</sup>、白菜<sup>[6]</sup>、结球生菜<sup>[7]</sup>、甜瓜<sup>[8]</sup>、芦笋<sup>[9]</sup>、麻山药<sup>[10]</sup>、梨枣树<sup>[11]</sup>等作物产量与品质，提高甘蔗产量和糖分<sup>[12]</sup>，增加超级杂交稻有效穗数，提高结实率、千粒重<sup>[13]</sup>，增强烟草植株抗病性<sup>[14]</sup>和增产<sup>[15-17]</sup>。陈建明等<sup>[18]</sup>报道，施用微生物菌肥可以增强苹果花脸病植株抗病性。陈芳等<sup>[19]</sup>研究发现，施用微生物菌肥可显著提高甜瓜抗根结线虫病。刘晚苟等<sup>[20]</sup>报道微生物菌肥能显著降低硝酸盐、亚硝酸盐积累，提高辣椒维生素C和可溶性糖含量。【本研究切入点】在雷州半岛砖红壤粘砖土和砂砖土2种土壤上进行施用微生物菌肥试验，评价施用微生物菌肥对西洋小南瓜的增产效果。【拟解决的关键

问题】探明砖红壤土施保根120微生物菌肥和根多旺86菌剂对西洋小南瓜产量的影响，为西洋小南瓜高产、优质生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在广东省雷州市英利镇宾禄村和遂溪县仁仙林队进行。宾禄村试验点，土壤属砖红壤粘砖土，前作为玉米。仁仙林队试验点，土壤为红壤砂砖土，前作为番薯。

供试南瓜品种为红南四号西洋小南瓜，供试化肥为16%过磷酸钙(湛江磷肥厂产品)、51%复合肥(中盐安徽红四方肥业股份有限公司产品，NPK含量分别为17%、17%、17%)和46%尿素(中海石油化学股份有限公司产品)。

保根120微生物菌肥(登记证号为微生物肥[2017]准字2232号):含有效活菌数 $\geq 5$ 亿/g,硅、钙、硫、氨基酸、有机质为56%,镁、锌、硼、铁、铜、钼为2%,土壤酵母素、重茬原粉、硅酸盐有机稀土活化生物酶、农用甲壳素等,北京中农富源集团有限公司产品。

根多旺86菌剂(登记证号为微生物肥[2017]准字2381号):含有效活菌数 $\geq 20.0$ 亿/g,氨基酸 $\geq 20\%$ ,海藻甲壳素 $\geq 5\%$ ,黄腐酸 $\geq 12\%$ ,蛋白 $\geq 20\%$ ,硅、钙、有机质 $\geq 16\%$ ,维生素 $\geq 1\%$ ,高浓缩无机营养元素、硼、铜、铁、镁、钼 $\geq 2\%$ 及植物营养核酸,北京中农富源集团有限公司产品。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 宾禄村试验点** 2018年10月2日种植,种植前设置好小区,人工施基肥;南瓜5叶期开始第1次追肥,将根多旺86菌剂与51%复合肥、46%尿素和一起追施,7d后再施1次;其后,根据南瓜长势追施化肥,共追施5次(表1),追肥通过水肥一体化设备进行滴灌。追施根多旺

表 1 根多旺 86 菌剂试验处理  
Table 1 Treatments of Genduwang 86 microbial agents

施肥时间 Fertilization date	施肥方法 Fertilization method	处理 1 Treatment 1	处理 2 (CK) Treatment 2
2018-10-01	基肥	16% 过磷酸钙 19.73kg + 51% 复合肥 14.09kg + 46% 尿素 4.23kg	16% 过磷酸钙 19.73kg + 51% 复合肥 14.09kg + 46% 尿素 4.23kg
2018-10-26	滴灌	51% 复合肥 1.41kg + 46% 尿素 1.13kg + 根多旺 86 菌剂 1.41kg	51% 复合肥 1.41kg + 46% 尿素 1.13kg + 清水
2018-11-02	滴灌	51% 复合肥 1.41kg + 46% 尿素 1.41kg + 根多旺 86 菌剂 1.41kg	51% 复合肥 1.41kg + 46% 尿素 1.41kg + 清水
2018-11-08	滴灌	51% 复合肥 1.41kg	51% 复合肥 1.41kg
2018-11-17	滴灌	51% 复合肥 2.82kg	51% 复合肥 2.82kg
2018-12-03	滴灌	51% 复合肥 2.11kg	51% 复合肥 2.11kg
2018-12-15	滴灌	51% 复合肥 2.11kg	51% 复合肥 2.11kg
2018-12-20	滴灌	51% 复合肥 1.41kg	51% 复合肥 1.41kg

86 菌剂时,先兑水 50 kg 配成母液后再用水肥一体化设备进行滴灌施肥。西洋小南瓜种植密度为 950 株 /667m<sup>2</sup>。试验设 2 个处理,其中处理 2 为滴清水对照,3 次重复,小区面积 188 m<sup>2</sup>。

**1.2.2 仁仙队试验点** 2018 年 10 月 11 日播种,种植前设置好小区,人工施 16% 过磷酸钙和 51% 复合肥做基肥,其中处理 1 基肥中加保根 120 微生物菌肥;南瓜 5 叶期开始第 1 次追肥,将根多

旺 86 菌剂与 51% 复合肥、46% 尿素一起追施,7d 后再施 1 次;其后根据南瓜生势追施化肥,共追施 3 次(表 2)。追肥通过水肥一体化设备进行滴灌,追施根多旺 86 菌剂时,先兑水 50 kg 配成母液后再用水肥一体化设备进行滴灌施肥。西洋小南瓜种植密度为 840 株 /667m<sup>2</sup>,试验设 3 个处理,其中处理 3 为滴清水对照,3 次重复,小区面积 176.4 m<sup>2</sup>。

表 2 保根 120 微生物菌肥和根多旺 86 菌剂试验处理  
Table 2 Treatments of Baogen 120 microbial fertilizer and Genduwang 86 microbial agents

施肥时间 Fertilization date	施肥方法 Fertilization method	处理 1 Treatment 1	处理 2 Treatment 2	处理 3 (CK) Treatment 3
2018-10-10	基肥	16% 过磷酸钙 13.22kg+51% 复合肥 13.22kg+46% 尿素 3.97kg + 保根 120 微生物菌肥 10.58kg	16% 过磷酸钙 13.22kg+51% 复合肥 13.22kg+46% 尿素 3.97kg	16% 过磷酸钙 13.22kg+51% 复合肥 13.22kg+46% 尿素 3.97kg
2018-10-24	滴灌	51% 复合肥 1.32kg+46% 尿素 0.66kg+ 根多旺菌剂 1.32kg	51% 复合肥 1.32kg+46% 尿素 0.66kg+ 根多旺菌剂 2.64kg	51% 复合肥 1.32kg+46% 尿素 0.66kg+ 清水
2018-10-31	滴灌	51% 复合肥 1.98kg+46% 尿素 0.66kg+ 根多旺菌剂 1.32kg	51% 复合肥 1.98kg+46% 尿素 0.66kg+ 根多旺菌剂 2.64kg	51% 复合肥 1.98kg+46% 尿素 0.66kg+ 清水
2018-11-10	滴灌	51% 复合肥 1.98kg	51% 复合肥 1.98kg	51% 复合肥 1.98kg
2018-11-20	滴灌	51% 复合肥 1.98kg	51% 复合肥 1.98kg	51% 复合肥 1.98kg
2018-12-15	滴灌	51% 复合肥 1.32kg	51% 复合肥 1.32kg	51% 复合肥 1.32kg

### 1.3 测产方法

宾禄村试验点 1 月 15 日采收,全生育期 103 d,采取全小区实收方法进行测产,产量构成因子采取平行跳跃法进行 5 点抽样调查。仁仙队试验点 1 月 26 日采收,全生育期 105 d,在各小区中抽取中间 1 行进行实收测产,产量构成因子调查方法与英利点的相同。2 个试验点的产量、产量构成因子均只计商品瓜。应用 *Duncan* 多重比较

对各处理区产量进行方差分析。

应用 DPS 数据处理系统<sup>[21]</sup>对试验数据进行差异显著性分析(*Duncan*法)。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理微生物菌肥对西洋小南瓜产量的影响

测产结果(表 3)表明,宾禄村试验点,通

表 3 2 个试验点各处理测产结果  
Table 3 Production measurement result of different treatments at two test sites

试验点 Test site	处理 Treatment	小区产量 Plot yield (kg)	产量 Yield (kg/667m <sup>2</sup> )	增产率 Rate of yield increase (%)
宾禄村 Binglu	1	609.90 A	1802.30 A	15.29
仁仙队 Renxian	2	529.02 B	1563.30 B	
	1	99.62 A	1026.80 A	15.88
	2	99.18 A	1022.30 A	15.37
	3	85.97 B	886.07 B	

过增施根多旺 86 菌剂 2 次, 西洋小南瓜平均单产达 1 802.30 kg/667m<sup>2</sup>, 比对照增产 239kg, 增产率为 15.29%, 与对照差异极显著。仁仙队试验点, 通过基肥中增加保根 120 微生物菌肥、追肥时增施根多旺 86 菌剂 2 次, 平均单产为 1 026.80 kg/667m<sup>2</sup>, 比对照增产 140.73 kg, 增产率为 15.88%; 而仅增施根多旺 86 菌剂, 平均单产为 1 022.30 kg/667m<sup>2</sup>, 比对照增产 136.23 kg,

增产率为 15.37%, 两者的平均单产差异不显著, 但两者与对照的差异均达极显著。

## 2.2 微生物菌肥对西洋小南瓜产量构成因子的影响

产量构成因子调查结果 (表 4) 显示, 宾禄村试验点, 单位面积株数, 施用根多旺 86 菌剂处理区比对照区少 9 株, 但单株商品瓜个数和单瓜重分别增加 12.98%、2.38%, 平均单产为 1836.27 kg/667m<sup>2</sup>, 较对照区增产 239.02 kg/667m<sup>2</sup>, 增产率 15.29%; 仁仙队试验点, 单位面积株数, 保根 120 微生物菌肥基肥和根多旺 86 菌剂滴灌复合处理比对照少 2 株, 但单株商品瓜个数和单瓜重分别增加 8.03%、8.18%, 单产为 1 026.76 kg/667m<sup>2</sup>, 较对照区增产 140.69 kg/667m<sup>2</sup>, 增产率 15.88%; 而仅施用根多旺 86 菌剂的滴灌处理比对照多 1 株, 单株商品瓜个数和单瓜重分别增加 7.14%、7.27%, 单产 1 022.3kg/667m<sup>2</sup>, 较对照区增产 136.23 kg/667m<sup>2</sup>, 增产率 15.37%。

表 4 各处理产量构成因子调查结果  
Table 4 Survey results of yield components of different treatments

试验点 Test site	处理 Treatment	产量构成因子 Yield component			实测单产 Actual yield (kg/667m <sup>2</sup> )	增产 Yield increase (kg/667m <sup>2</sup> )	增产率 Rate of yield increase (%)
		单株瓜数	单瓜重 (kg)	株数			
		Number of pumpkin per plant	Weight /pumpkin	Plant number/667m <sup>2</sup>			
宾禄村 Binglu	1	1.49	1.29	955	1802.31	239.02	15.29
仁仙队 Renxian	2	1.31	1.26	964	1563.29		
	1	1.21	1.19	730	1026.76	140.69	15.88
	2	1.20	1.18	733	1022.30	136.23	15.37
	3	1.12	1.10	732	886.07		

## 3 讨论

雷州半岛是我国典型砖红壤的粘砖土和砂砖土区, 其质地偏砂, 耕作容易, 但养分含量低, 特别缺磷、缺钾。近年来, 生产上开始用羊肥加复合肥作基肥, 但追肥还是依靠化肥来实现增产稳产。长期大量施用化肥, 一方面引起土壤酸化加剧、盐碱化严重、污染地下水等严重问题; 另一方面也导致南瓜等农产品质量下降。本研究结果表明, 在雷州半岛砖红壤冬种西洋小南瓜上按 10 kg/667m<sup>2</sup> 的量分 2 次用水肥一体化设备滴灌根多旺 86 菌剂, 田间增产效果显著; 而以保根 120 微生物菌肥按 40 kg/667m<sup>2</sup> 加复合肥作基肥, 苗期再按 10 kg/667m<sup>2</sup> 的量分 2 次用水肥一体化设备滴

灌根多旺 86 菌剂, 田间增产效果更加明显。因此, 在砖红壤土地上种植西洋小南瓜, 施用保根 120 微生物菌肥和根多旺 86 菌剂, 可显著改善土壤营养状况和提高土壤肥力, 田间增产效果显著, 而且主要是单株的瓜数和瓜重增加导致增产。

微生物菌肥能平衡作物所需的养分, 又能通过自身所含有的微生物分泌生理活性物质, 能起到固氮、解磷、解钾、分解土壤中的其他微量养分, 提高化肥的利用率和减少化肥施用量, 改善土壤的理化性状与供给作物各种养分, 促进作物生长和增强抗病抗逆能力, 提高作物产量和品质。近年来, 国内微生物菌肥发展很快, 已研发出多种微生物菌肥 (或菌剂) 开始应用于生产。虽然各厂家的菌肥组分存在差异, 但根据不同研究者的

报道可以看出,施用微生物菌肥、微生物菌肥与化肥混配可提高番茄<sup>[3-4]</sup>、黄瓜<sup>[5, 22-23]</sup>、芦笋<sup>[9]</sup>、梨枣树<sup>[11]</sup>、甘蔗<sup>[12, 24]</sup>、烟草<sup>[14]</sup>的产量与品质。本试验结果与前人的研究结果一致,施用微生物菌肥对西洋小南瓜增产效果显著。

在经济效益方面,保根 120 微生物菌肥售价 4.25 元/kg 和根多旺 86 菌剂售价 15 元/kg, 英利试验点微生物菌肥处理成本为 150 元/667m<sup>2</sup>, 仁仙试验点微生物菌肥处理 1 和处理 2 成本分别为 320 元/667m<sup>2</sup> 和 150 元/667m<sup>2</sup>。2018 年湛江小南瓜田间收购价平均为 1 元/kg, 与对照相比, 宾禄村试验点处理区新增产值 239.02 元/667m<sup>2</sup>, 新增经济效益 89.02 元/667m<sup>2</sup>; 仁仙队试验点处理 1 和处理 2 新增产值分别为 140.69 元/667m<sup>2</sup> 和 136.23 元/667m<sup>2</sup>, 新增经济效益为 -179.31、-13.77 元/667m<sup>2</sup>。与历年同期南瓜市场价相比, 2018 年南瓜销售价极端偏低, 导致施用微生物菌肥/菌剂的经济效益严重偏离, 出现增产不增收, 这是农业生产普遍性问题, 但从社会效益、生态效益和绿色发展角度, 推广应用微生物菌肥是值得大力推广应用的。

#### 4 结论

在雷州半岛砖红壤进行西洋小南瓜施用保根 120 微生物菌肥、根多旺 86 菌微生物菌肥试验, 试验结果表明, 西洋小南瓜增产率在 15.29%~15.88% 之间, 增产效果显著, 值得继续扩大示范、推广应用。

#### 参考文献 (References) :

- [1] 耿源濛, 孙权, 顾欣, 纪立东, 王锐, 吴萍. 不同施肥方式对压砂西瓜田土壤质量的影响研究[J]. 广东农业科学, 2016, 43(1): 68-72. doi:10.16768/j.issn.1004-874X.2016.01.013.  
GENG Y M, SUN Q, GU X, JI L D, WANG R, WU P. Effects of different fertilization methods on soil quality of gravel-covered watermelon field in middle arid Ningxia [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2016, 43(1): 68-72. doi:10.16768/j.issn.1004-874X.2016.01.013.
- [2] 毛骁, 孙保平, 张建锋, 武毅, 李文烨. 微生物菌肥对干旱矿区土壤的改良效果[J]. 水土保持学报, 2019, 33(2): 201-206. doi: 10.13870/j.cnki.stbxb.2019.02.032.  
MAO X, SUN B P, ZHANG J F, WU Y, LI W Y. Effect of microbial fertilizer on soil amelioration in arid mining area [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2019, 33(2): 201-206. doi: 10.13870/j.cnki.stbxb.2019.02.032.
- [3] 毕静静, 郭宪峰, 郭建党. 微生物菌肥对番茄光合效能、产量及品质的影响[J]. 山东农业科学, 2014, 44(7): 61-62, 66. doi: 10.14083/j.issn.1001-4942.2012.07.035.  
BI J J, GUO X F, GUO J D. Effects of microbial bacterial fertilizer on photosynthetic efficiency, yield and quality of tomato [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2014, 44(7): 61-62, 66. doi: 10.14083/j.issn.1001-4942.2012.07.035.
- [4] 田雪莲, 尹显慧, 龙友华, 王梅, 王英. 不同肥料处理对番茄产量、品质及经济效益的影响[J]. 北方园艺, 2015(23):178-181. doi: 10.11937/bfy.201523049.  
TIAN X L, YIN X H, LONG Y H, WANG M, WANG Y. Effect of different fertilizer treatments on yield, quality and economic benefit of tomato [J]. *North Horticulture*, 2015(23):178-181. doi: 10.11937/bfy.201523049.
- [5] 王明友, 李光忠, 杨秀凤, 张红, 辛兵. 微生物菌肥对保护地黄瓜生育及产量、品质的影响研究初报[J]. 土壤肥料, 2003(3): 38-41.  
WANG M Y, LI G Z, YANG X F, ZHANG H, XIN B. Primary report of the study on biological bacterial manure influencing the cucumber yield and quality in protective field [J]. *Soil Fertilizer*, 2003(3): 38-41.
- [6] 庞强强, 蔡兴来, 周曼, 赵枢纽, 李德明. 微生物菌肥对设施白菜生长、品质和土壤酶活性的影响[J]. 热带农业科学, 2018, 38(4):20-23. doi:10.12008/j.issn.1009-2196.2018.04.004.  
PANG Q Q, CAI X L, ZHOU M, ZHAO S N, LI D M. Effects of microbial fertilizer on the growth, quality and soil enzyme activities of Pakchoi in the solar greenhouse [J]. *Chines Journal of Tropical Agriculture*, 2018, 38(4):20-23. doi: 10.12008/j.issn.1009-2196.2018.04.004.
- [7] 葛立傲, 刘小英, 张芝雯, 何鸣章, 罗杰, 许丹. 不同微生物肥料在结球生菜上的应用效果试验[J]. 上海蔬菜, 2019(2): 57-59.  
GE L O, LIU X Y, ZHANG Z W, HE M Z, LUO J, XU D. Effects of different microbial fertilizers on lettuce [J]. *Shanghai Vegetables*, 2019(2): 57-59.
- [8] WAGNER D S O, STAMFORD N P, EMMANUELLA V N D S, DOLORES S D F A, SAMENTO B F. Biofertilizer produced by interactive microbial processes affects melon yield and nutrients availability in a Brazilian semiarid soil [J]. *Australian Journal of Crop Science*, 2014, 8(7): 1124-1131.
- [9] 李文略, 熊晖, 陈常理, 骆霞虹, 安霞, 朱关林, 金关荣. 微生物菌肥对绿芦笋丰岛 1 号产量和品质的影响 [J]. 浙江农业科学, 2019, 60(2): 212-214. doi: 10.16178/j.issn.0528-9017.20190210.  
LI W L, XIONG H, CHEN C L, LUO X H, AN X, ZHU G L, JIN G R. Effects of microbial bacterial fertilizer on yield and quality of green asparagus Fengdao No.1 [J]. *Zhejiang Agricultural Sciences*, 2019, 60(2): 212-214. doi: 10.16178/j.issn.0528-9017.20190210.
- [10] 吕亚慈. 微生物菌肥对麻山药产量及品质的影响[J]. 衡水学院学报, 2018, 20(3):15-17. doi:10.3969/j.issn.1673-2065.2018.03.004.  
LV Y C. Influence of microbial fertilizer on the yield and quality of Chinese yam [J]. *Journal of Hengshui University*, 2018, 20(3):15-17. doi:10.3969/j.issn.1673-2065.2018.03.004.
- [11] 崔鹤宇. 微生物菌肥对梨枣生长及结果的影响试验[J]. 河北林业科技, 2013(2): 10-11.  
CUI H Y. Study on effects of microbial bacterial fertilizer on growth

- and bearing fruit of Lizao jujube [J]. *Hebei Forestry Science and Technology*, 2013(2): 10–11.
- [12] 黄恒掌, 杨祖丽. 微生物菌肥对甘蔗产量和糖分的影响[J]. 现代农业科技, 2016(2): 98–99.  
HUANG H Z, YANG Z L. Effects of microbial bacterial fertilizer on yield and sugar content of sugarcane [J]. *Modern Agriculture Science and Technology*, 2016(2): 98–99.
- [13] 田雨, 姚茂森, 覃小颖, 胡大华. 微生物菌肥在超级杂交稻上的应用效果[J]. 湖南农业科学, 2018(9): 45–47. doi:10.16498/j.cnki.hnnykx.2018.009.013.  
TIAN Y, YAO M S, QIN X Y, HU D H. Application effect of microbial fertilizer on super hybrid rice [J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2018(9): 45–47. doi:10.16498/j.cnki.hnnykx.2018.009.013.
- [14] 左业华, 雷庭, 吴峰, 刘盛普, 丁忠林. 微生物菌肥在烟草上的使用效果[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(24): 111–113, 116.  
Zuo Yehua, Lei Ting, Wu Feng, Liu Shengpu, Ding Zhonglin. Use effects of microbial fertilizer in tobacco [J]. *Journal Anhui Agricultural Sciences*, 2018, 46(24): 111–113, 116.
- [15] 王政, 敖金成, 张真, 刘羽玉, 李晓婷, 杨晓斌, 钱周龙. 微生物菌肥对烤烟生长发育和品质的影响[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(10): 79–82, 87.  
WANG Z, AO J C, ZHANG Z, LIU Y Y, LI X T, YANG X B, QIAN Z L. Effects of different microbial fertilizer on growth, development and quality of flue-cured tobacco [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2018, 57(10): 79–82, 87.
- [16] 刘展展, 宋洪昌, 徐钟晨, 卢红良. 增施微生物菌肥对烤烟产量和质量的影响[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(8): 1357–1359, 1364. doi:10.16178/j.issn.0528-9017.20180810.  
LIU Z Z, SONG H C, XIU Z C, LU H L. Effects of microbial fertilizer on the yield and quality of flue-cured tobacco [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2018, 59(8): 1357–1359, 1364. doi:10.16178/j.issn.0528-9017.20180810.
- [17] 田俊岭, 贺广生, 王军, 王晓宾, 刘丽辉, 张海春, 谭志远, 彭桂香. 生物菌肥对盆栽烟草品质的影响[J]. 广东农业科学, 2016, 43(7):11–17. doi:10.16768/j.issn.1004-874X.2016.07.003.  
TIAN J L, HE G S, WANG J, WANG X B, LIU L H, ZHANG H C, TAN Z Y, PENG G X. Effects of biological fertilizer on potted tobacco quality [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2016, 43(7):11–17. doi:10.16768/j.issn.1004-874X.2016.07.003.
- [18] 陈建明, 葛顺峰, 沙建川, 丰艳广, 姜远茂. 微生物菌肥促进苹果花脸病植株氮素吸收和果实增产[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(5):1296–1302. doi:10.11674/zwf.17002.  
CHEN J M, GE S F, SHA J C, FENG Y G, JIANG Y M. Microbial fertilizer increase nitrogen uptake and fruit yield of apple trees infected with baikal disease [J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 2017, 23(5):1296–1302. doi:10.11674/zwf.17002.
- [19] 陈芳, 肖同建, 朱震, 杨兴明, 冉炜, 沈其荣. 生物有机肥对甜瓜根结线虫病的田间防治效果研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(5): 1262–1267.  
CHEN F, XIAO T J, ZHU Z, YANG X M, RAN W, SHEN Q R. Effect of bio-organic fertilizers on root-knot nematode of muskmelon in field [J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2011, 17(5): 1262–1267.
- [20] 刘晚苟, 陈月女, 张燕群, 袁红旭. 微生物菌肥及施肥方式对辣椒品质的影响[J]. 热带农业科学, 2014, 34(12): 5–8.  
LIU W G, CHEN Y N, ZHANG Y Q, YUAN H X. Effects of microbial fertilizer and its application methods on quality of pepper [J]. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 2014, 34(12): 5–8.
- [21] 唐启义. DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2010.  
TANG Q Y. DPS data processing system [M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [22] 李玉奇, 辛世杰, 奥岩松. 微生物菌肥对温室黄瓜生长、产量及品质的影响[J]. 中国农学通报, 2012, 28(1): 259–263.  
LI Y Q, XIN S J, AO Y S. Effects of microbial fertilizers on the growth yield and quality of cucumber in greenhouse cultivation [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*. 2012, 28(1):259–263.
- [23] 赵贞, 杨延杰, 林多, 李素美, 陈宁. 微生物菌肥对日光温室黄瓜生长发育及产量品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2012(18): 149–153.  
ZHAO Z, YANG Y J, LIN D, LI S M, CHEN N. Effects of microbe bacterial manures on growth, development, yield and quality of cucumber in solar greenhouse [J]. *China Vegetables*, 2012(18): 149–153.
- [24] 周文灵, 卢颖林, 敖俊华, 陈迪文, 黄莹, 沈大春, 黄惠娟, 江永. 复合微生物菌肥对甘蔗生长的影响[J]. 甘蔗糖业, 2016(6): 14–17.  
ZHOU W L, LU Y L, AO J H, CHEN D W, HUANG Y, SHEN D C, HUANG H J, JIANG Y. Effects of compound microbial fertilizers on the growth of sugarcane [J]. *Sugarcane Industry*, 2016(6): 14–17.

(责任编辑 杨贤智)