

环境有益菌的固体菌剂对生菜促长作用研究

张晓婷¹, 刘洪源², 王晶晶¹, 马力¹, 汪丽刚³, 袁雅文¹, 杨楠¹, 陈继峰^{1*}

(1. 郑州大学生命科学学院, 郑州 450001; 2. 郑州大学国家超级计算郑州中心, 郑州 450001; 3. 鹤壁佳禾生物科技有限公司, 河南 鹤壁 458000)

摘要: 采用盆栽接种法, 将6株土壤环境有益菌制成固体菌剂, 在播种生菜种子和播种后三周各施加一次于花盆中, 接种量为0.6%, 以研究微生物固体菌剂对美国大速生菜(不结球生菜)和美国结球生菜的促长作用。结果表明, 6株环境有益菌的固体菌剂对两个生菜品种促长作用非常明显。不同的微生物固体菌剂对其促长效果有异, 菌株Y₁、D-9和Y₈固体菌剂对不结球生菜的促长效果较好, Y₈和D-9固体菌剂对结球生菜的促长效果较好。用于制备固体菌剂的基质是由农产品的副产品及有机废弃物组成, 经过高温、高压灭菌之后作为空白对照施入花盆, 对生菜的生长也有一定的促进作用。总之, 6株环境有益菌的固体菌剂对不结球生菜和结球生菜都有很好的促进生长作用, 其中菌株D-9和Y₈的固体菌剂对两个生菜品种都有很好的促长作用, 有望进一步应用于生菜的大田生产中。

关键词: 生菜; 环境有益菌; 促生长; 微生物菌剂

中图分类号: S636.2

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2022)06-0115-04

Study on the Environmental Beneficial Strains for Growth-Promoting on Lettuce

ZHANG Xiaoting¹, LIU Hongyuan², WANG Jingjing¹, MA Li¹, WANG Ligang³, YUAN Yawen¹, YANG Nan¹, CHEN Jifeng^{1*}

(1. School of Life Sciences, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001; 2. National Supercomputing Center, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001; 3. Hebi Jiahe Biological Technology Co., Ltd., Hebi 458000, China)

Abstract: The method of inoculating environmental beneficial bacteria in pots was used for this experiment. Solid bacteria agents of six strains of environmental beneficial bacteria were applied to pots when the lettuce seeds sown and three weeks after sowing, respectively. The inoculation amount was 0.6%. The purpose was to study the effects of environmental probiotics on the growth of American Fast Lettuce (non-heading lettuce) and American Heading Lettuce. The results showed that the growth indexes of lettuce demonstrated that the growth-promoting effect of the six bacteria strains on two lettuce varieties were very obvious. However, the solid agents of different environmental beneficial strains had different effects on the growth of two lettuce varieties. The solid agents of strains Y₁, D-9, and Y₈ had the best effect on the growth of non-heading lettuce, and the solid agents of strains Y₈ and D-9 had the best effect on the growth of heading lettuce. In addition, the medium was used to prepare solid agent for environmental beneficial bacteria was composed of by-products of agricultural products and organic waste. After high temperature and autoclaving treat, it was used as a blank control in planting pots, which also had a certain promoting effect on the growth of lettuce. In short, the solid agents of the six strains have growth-promoting effects on lettuces. Among which the solid microbial agents of D-9 and Y₈ had very significant growth-promoting effects on two lettuce varieties, which is expected to be further application in the field production of lettuces.

Key words: Lettuce; Environmental beneficial bacteria; Growth-promoting; Microbial agent

收稿日期: 2019-12-24

基金项目: 河南省重点研发与推广专项(科技攻关)(212102110118); 郑州大学大学生创新创业训练计划项目(2022excy210、2022excy241)

作者简介: 张晓婷(1994-), 女, 硕士, 从事环境有益菌应用研究。

通讯作者: 陈继峰, 女, 博士, 副教授, E-mail: chenjifeng@zzu.edu.cn

生菜(*Lactuca sativa*)即叶用莴苣,按照外观可将其分为结球生菜、半结球生菜和散叶生菜。因其口感甘甜嫩脆,多以生食为主。微生物菌剂是筛选出有益菌株后,通过对菌株进行发酵培养等手段获取的液体或固体状的对农作物具有促长、提高品质、防治病虫害等功效的微生物制剂。微生物菌剂中对环境有益的菌株,即环境有益菌能活化土壤中潜在的难溶性养分供给植物,还能提高土壤透气性、改善土壤结构、有利于植株的生长,并且抑制植物病害发生。实验表明,使用微生物制剂可提高小白菜的产量和质量^[1];接种根际芽孢杆菌^[2]、醋酸钙不动杆菌P23^[3]、假单胞菌^[4]、荧光假单胞菌^[5]、枯草芽孢杆菌^[6]以及豆科根瘤菌^[7]对生菜有促长作用。本研究以人们喜爱的生菜为试验材料,采用盆栽的方法进行促生长试验,为微生物菌剂在叶用蔬菜生产上的应用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试菌株 X₉、Y₈、L-5、D-9、D-10 和 Y₁ 由郑州大学生命科学学院微生物资源农业利用研究室提供。试验采用的生菜种子为市售的美国大速生菜(不结球生菜)和美国结球生菜。

1.2 试验方法

1.2.1 盆栽与测定指标

试验采用盆栽的方法在人工气候室进行,温度为 22~25 °C,光照强度为 240 μmol/(m²·s);光周期为 14 h 光照/10 h 黑暗。花盆口径为 25 cm,高 25 cm,将沙壤土和德国进口营养土按 20:1 搅拌均匀后装在盆中,然后分别播种两种生菜,待出苗后每盆保留 3 株。播种后 60 d 采收,采收时测定生菜的株高、叶长、叶宽、茎直径(地面 0.5 cm 处)等生长指标;采收后测定地下和地上部分鲜重、叶绿素含量、根系活力等指标。

1.2.2 试验处理

将 6 株环境有益菌菌株分别制备成固体菌剂,6 个处理,3 个重复。在播种生菜种子时分别施入 30 g 固体菌剂与花盆中土搅拌均匀(接种量为 0.6%)。同时设两个对照,CK₁ 为不施加菌剂,但每盆中施加 10 g 尿素;CK₂ 不施加菌剂,但在花盆中施加 30 g 菌剂基质(由农产品的副产品和有机废弃物组成)。各处理与对照在播种 3 周后再次施加相应物质。

1.2.3 叶绿素含量及根系活力测定

采用分光光度计法测定生菜叶绿素提取液的

吸光值,并计算叶绿素含量^[8];采用 TTC 法测定生菜的根系活力^[9]。

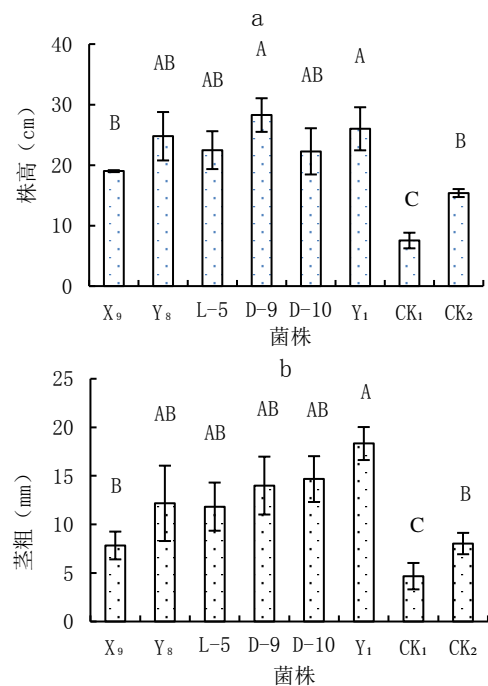
1.3 数据分析

采用 SPSS 20.0 软件和 Excel 2010 对试验数据进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 不同处理对不结球生菜生长的影响

由图 1 可以看出,不同处理对不结球生菜的促长效果非常明显,高于生产上常用的尿素(CK₁)。固体菌剂的施加使株高比 CK₁ 增加了 150%~275%(图 1a),茎粗比 CK₁ 增加了 60%~300%(图 1b)。施加固体菌剂的基质(不接种环境有益菌)对不结球生菜的株高和茎粗也有一定的促长作用(CK₂)。



注:图中大写字母不同表示在 1% 水平差异显著 ($P < 0.01$),下同

图 1 不同处理对不结球生菜株高和茎粗的影响

生菜叶片的大小是评价生菜质量的重要指标之一。所有菌株的固体菌剂对不结球生菜叶长、叶宽的促长作用非常明显。各处理的叶长、叶宽分别比 CK₁ 增加了 123.07%~213.30%(图 2a)、102.73%~291.40%(图 2b)。

由图 3 可知,各菌株的固体菌剂对不结球生菜的地上部分和地下部分鲜重的增加非常明显,分别比 CK₁ 增加了 628.1%~3726.71%(图 3a),627.27%~2127.27%(图 3b)。

总之,菌株 Y₁、D-9 和 Y₈ 的固体菌剂对不结球生菜的促长效果非常明显。

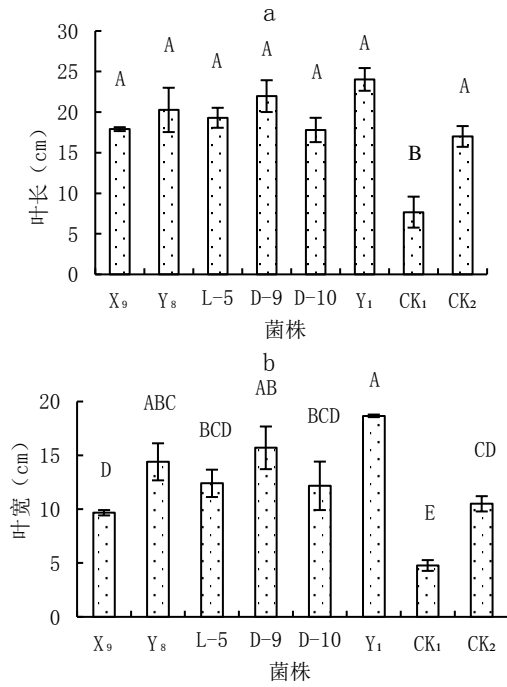


图2 不同处理对不结球生菜叶长和叶宽的影响

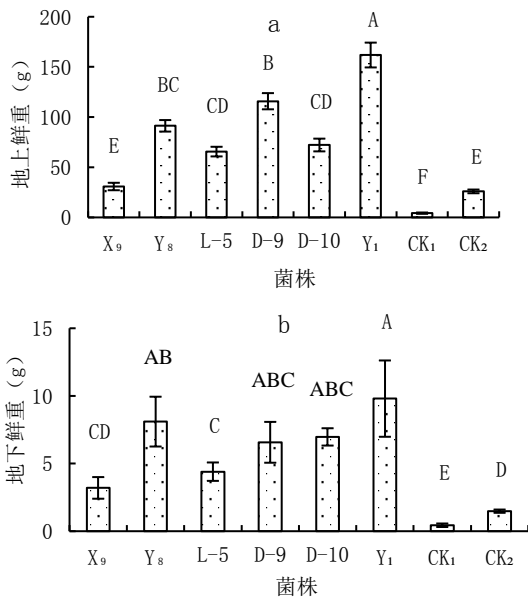


图3 不同处理对不结球生菜地上和地下部分鲜重的影响

2.2 不同处理对结球生菜生长的影响

不同处理对结球生菜株高和茎粗有明显的促进作用,与CK₁相比分别增加了103.68%~182.39%(图4a)、46.19%~177.14%(图4b)。

不同处理对结球生菜叶长和叶宽的促长作用也非常明显。其中,叶长比CK₁增加了126.06%~169.03%(图5a);叶宽比CK₁增加了151.80%~242.93%(图5b)。虽然各菌剂对结球生菜地上、地下鲜重的增加差异比较大,但多数对其增加比较明显,比CK₁分别增加了213.20%~1253.92%(图

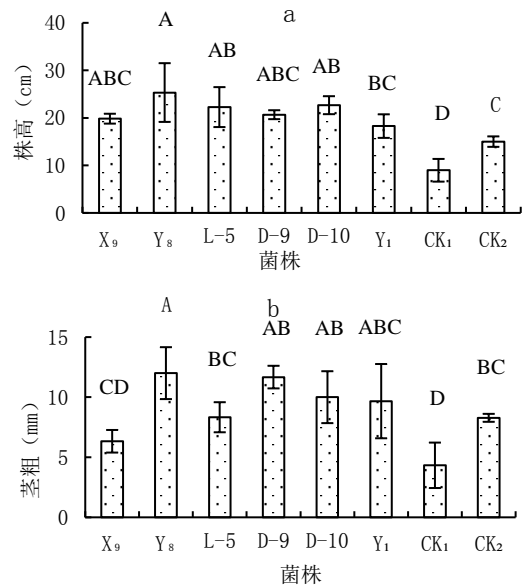


图4 不同处理对结球生菜株高和茎粗的影响

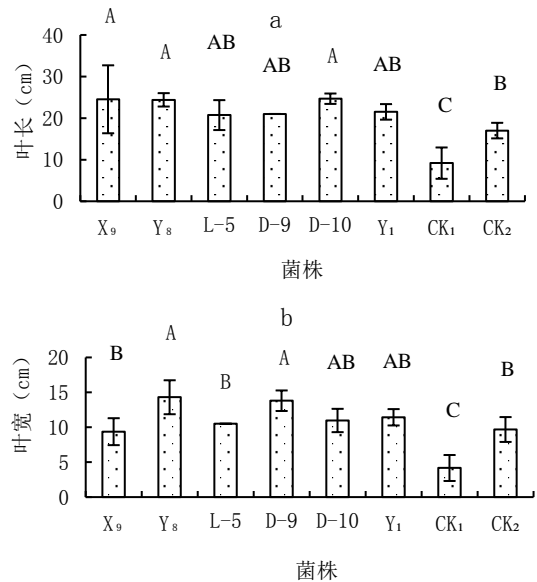


图5 不同处理对结球生菜叶长和叶宽的影响

6a), 120.59%~517.65%(图6b)。

总之,环境有益菌菌株的固体菌剂对结球生菜有明显的促长作用,其效果较为突出的是菌株Y₈和D-9的固体菌剂。

2.3 不同固体菌剂对生菜叶绿素含量的影响

叶绿素作为绿色植物光合作用的物质基础,在各项植物生理指标测定中占有非常重要的地位,其含量高低直接反映植物叶片的光合能力以及植株的健康状态。由表1可知,固体菌剂对不结球生菜和结球生菜的叶绿素含量都有不同程度的提高,比CK₁高出11%~17%。

2.4 不同处理对生菜根系活力的影响

由表2可知,不同处理对结球生菜和不结球

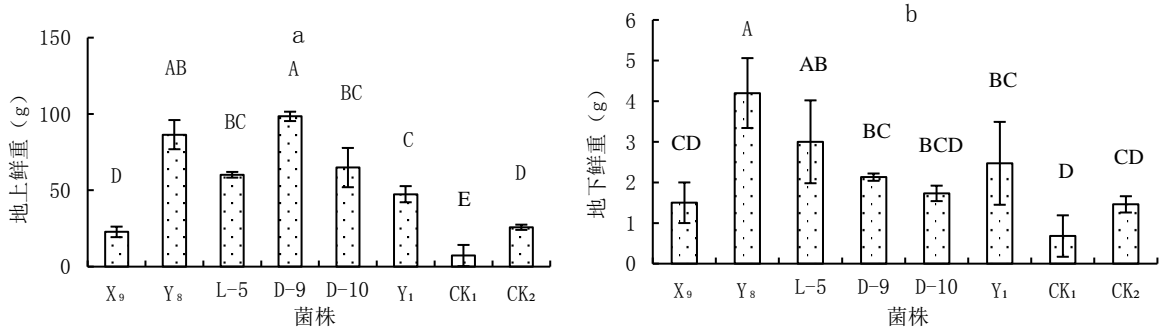


图6 不同处理对结球生菜地上和地下部分鲜重的影响

表1 不同处理对不结球和结球生菜叶绿素含量的影响

菌株	不结球生菜(mg/g)		结球生菜(mg/g)	
	比CK ₁ 增加(%)	比CK ₂ 增加(%)	比CK ₁ 增加(%)	比CK ₂ 增加(%)
X ₉	15.02	8.47	14.20	9.20
Y ₈	15.35	8.78	15.14	10.10
L-5	12.52	6.11	13.73	8.75
D-9	15.02	8.47	11.04	6.18
D-10	16.02	9.41	15.03	10.00
Y ₁	17.01	10.35	15.50	10.45
CK ₁	-	-	-	-
CK ₂	-	-	-	-

注：“*”表示显著性水平为5%，即P<0.05

表2 各处理对两个生菜品种根系活力的影响

菌株	不结球生菜[μg/(g·h)]	比CK ₁ 增加(%)	比CK ₂ 增加(%)	结球生菜[μg/(g·h)]	比CK ₁ 增加(%)	比CK ₂ 增加(%)
X ₉	270.64±12.23B*	32.69	0.48	284.74±5.89B	33.64	0.45
Y ₈	542.44±18.78A	165.94	101.38	316.79±9.76A	48.68	11.75
L-5	216.72±15.35C	6.25	-19.54	234.74±10.65C	9.23	-17.19
D-9	333.46±10.23B	63.48	23.80	291.41±5.90B	36.47	2.80
D-10	223.72±12.02BC	9.68	-16.94	248.85±9.23BC	16.75	-12.21
Y ₁	296.28±9.78B	45.26	9.99	287.33±10.34B	34.81	1.37
CK ₁	203.97±13.36CD	-	-	213.07±12.61C	-	-
CK ₂	269.36±15.44B	-	-	283.46±9.87B	-	-

注：“*”表示显著性水平为1%，即P<0.01

生菜根系活力的影响不同。不结球生菜的根系活力最高的是Y₈处理，比CK₁增加了165.94%；其次是D-9和Y₁处理，分别比CK₁增加了63.48%和45.26%。结球生菜的根系活力最高的也是Y₈处理，比CK₁增加了48.68%；其次是D-9、Y₁和X₉处理，分别比CK₁增加了36.47%、34.81%和33.64%。总之，对不结球生菜根系活力促进作用明显的是Y₈、D-9和Y₁处理，而结球生菜根系活力增加明显的是Y₈、D-9、Y₁和X₉处理。

3 结论与讨论

本研究得出Y₁、Y₈和D-9处理对美国大速生菜的促长效果明显，Y₈和D-9处理对美国结球生

菜的促长效果突出，有望进一步应用于生菜大田生产中。该研究结果和已有的研究表明微生物菌剂对食叶类蔬菜有一定的促长作用^[11-10]。在盆栽试验中发现，单纯施加固体菌剂基质对生菜的生长也有一定的促长作用，该结果与宋晓晓等^[11]的研究一致。微生物菌剂使生菜的叶绿素含量有所提高，与Hsu等^[12]在生菜上的研究结果一致。越来越多的研究表明，微生物菌剂不仅能增加生菜的产量，而且对生菜霜霉病的防治也有效果^[13]；施加微生物有机肥，同时化肥减量比单独施用化肥时生菜的死亡率降低，产量提高^[14]。此外，微生物肥料在许多作物上应用可以提高作物产量与质量，提高植物抗性^[15]。由此可见，(下转第140页)

升,也需要与其他企业或相关实验中心、科研机构、高校等单位形成兽药产业技术创新联盟,通过“产、学、研”一体联合研发^[17],才能得到更好的发展。

参考文献:

- [1] 袁宗辉. 国内外兽药研发与应用情况[J]. 中国动物保健, 2018, 20(2): 11-15.
- [2] 耿玉亭. 我国兽药产业概况、政策与趋势[N]. 中国畜牧兽医报, 2016-02-21(03).
- [3] iFAH. European Animal Health Industry in profile 2016[R]. Brussels: iFAH 2016.
- [4] 李逸波,周 瑾,张 亮. 我国兽药产业发展现状分析与建议[J]. 保定学院学报, 2015, 28(2): 16-21.
- [5] 吕雅辉,周 瑾,赵 耀,等. 我国兽药产业集中度问题与改进政策研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(12): 26-29.
- [6] 李 明. 我国兽药产业现状与发展趋势[J]. 兽医导刊, 2018(19): 14-15.
- [7] 王晓艺,王 林,郭梦鸿,等. 新制剂技术在兽药中的应用及发展[J]. 家禽科学, 2017(6): 51-54.
- [8] 顾进华. 中兽药在动物养殖中的应用及发展趋势研究[J].

中国兽药杂志, 2017, 51(5): 57-61.

- [9] 万遂如. 关于我国中兽药产业的发展问题[J]. 兽医导刊, 2018(23): 6-12.
- [10] 孙亚萍,李 亭. 浅谈生物制药的发展及其在医药领域的应用[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2018, 6(23): 45.
- [11] 李龙瑞,张吉鹏,张庆生,等. 中兽药超微粉碎工艺研究[J]. 东北农业科学, 2019, 44(1): 32-39.
- [12] 万遂如. 关于我国生物兽药产业的发展问题[J]. 猪, 2019(3): 93-96.
- [13] 顾进华. 兽药科技创新发展趋势和对策研究[J]. 中国兽药杂志, 2016, 50(8): 57-61.
- [14] 陈娉婷,官 波,沈祥成,等. 大数据时代开放式农业信息知识库构建研究[J]. 东北农业科学, 2018, 43(5): 60-64
- [15] 张春丽,成 彧. 大数据分析技术及其在医药领域中的应用[J]. 标记免疫分析与临床, 2016, 23(3): 327-333.
- [16] Lisa Y, Pang, David J, et al. Veterinary oncology: Biology, big data and precision medicine[J]. The Veterinary Journal, 2016, 213: 38-45.
- [17] 张雨桐. 促进兽药行业健康可持续发展-2017第二届兽药行业发展暨畜产品安全高层论坛在兰州成功举办[J]. 兽医导刊, 2017(19): 31-33.

(责任编辑:王丝语)

(上接第 118 页)微生物制剂有望在叶用蔬菜生产上应用,在农业的可持续发展中有很好的应用前景。

参考文献:

- [1] 杜 雷,葛米红,张利红,等. 微生物菌剂对快生菜品质和产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(12): 5259-5277.
- [2] 程园园,王晓丹,刘莎莎,等. 两株生菜根际芽孢杆菌(*Bacillus* spp.)的分离与特性研究[J]. 微生物学通报, 2014, 41(12): 2450-2457.
- [3] Suzuki W, Sugawara M, Miwa K, et al. Plant growth-promoting bacterium *Acinetobacter calcoaceticus* P23 increases the chlorophyll content of the monocot *Lemna minor* (duckweed) and the dicot *Lactuca sativa* (lettuce)[J]. Journal of Bioscience and Bioengineering, 2014, 118(1): 41-44.
- [4] Cipriano M A P, Lupatini M, Lopes-Santos L, et al. Lettuce and rhizospheremicrobiome responses to growth promoting *Pseudomonas* species under field conditions[J]. FEMS Microbiology Ecology, 2016, 92: 1-13.
- [5] Maroniche G A, Rubio E J, Consiglio A, et al. Plant-associated fluorescent *Pseudomonas* from red lateritic soil: Beneficial characteristics and their impact on lettuce growth[J]. The Journal of General and Applied Microbiology, 2016, 62: 248-257.
- [6] 葛立傲,刘小英,罗 杰,等. 不同微生物菌剂对结球生菜幼苗生长的影响[J]. 上海蔬菜, 2019(5): 63-64, 78.

- [7] Noel T C, Sheng C, Yost C K, et al. *Rhizobium leguminosarum* as a plant growth-promoting rhizobacterium: direct growth promotion of canola and lettuce[J]. Canadian Journal of Microbiology, 1996, 42: 279-283.
- [8] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2015: 81-84.
- [9] 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: 119-197.
- [10] 褚义红,崔世茂,付崇毅,等. 不同微生物菌肥对生菜生长及品质的影响[J]. 蔬菜, 2014(3): 20-24.
- [11] 宋晓晓,邹志荣,曹 凯,等. 不同有机基质对生菜产量和品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2013, 41(6): 153-160.
- [12] Hsu C K, Micallef S A. Plant-mediated restriction of *Salmonella enterica* on tomato spinach leaves colonized with *Pseudomonas* plant growth-promoting rhizobacteria[J]. International Journal of Food Microbiology, 2017, 259: 1-5.
- [13] 熊宏斌,熊宏玉. 复合微生物菌剂在宜良县生菜上的应用研究[J]. 云南农业科技, 2019(5): 13-15.
- [14] 葛立傲,刘小英,罗 杰,等. 施用微生物有机肥替代化肥与化肥减量对结球生菜生长的影响[J]. 现代农业科技, 2019(23): 62-63.
- [15] 李 乐,孙 海,刘政波,等. 微生物肥料的作用、机理及发展方向[J]. 东北农业科学, 2016, 41(4): 63-69.

(责任编辑:刘洪霞)