

周 游, 李海梅, 赵金山, 等. 乳酸菌对草莓生长和品质性状的影响[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(5): 1124-1128.  
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2017.05.025

## 乳酸菌对草莓生长和品质性状的影响

周 游<sup>1</sup>, 李海梅<sup>1,2</sup>, 赵金山<sup>1,2</sup>, 李士美<sup>1,2</sup>, 邹晓霞<sup>1,2</sup>

(1. 青岛农业大学园林与林学院, 山东 青岛 266109; 2. 青岛科拓恒通乳酸菌产业化开发研究院有限公司, 山东 青岛 266109)

**摘要:** 中国草莓产量居世界第一位, 草莓产业的迅速发展为主产区带来巨大的经济效益的同时, 也产生了滥用农药化肥、品种退化、环境污染等一系列问题。乳酸菌制剂作为绿色无污染的新型肥料, 在植物方面的作用越来越受到人们的关注和重视。本研究以草莓品种章姬为试验对象, 开展乳酸菌制剂对草莓生长和品质性状的影响研究。结果表明: 乳酸菌制剂 4 个施用量处理总体表现为 15.0 kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 22.5 kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 7.5 kg/hm<sup>2</sup> 处理 > CK。其中施用量为 15.0 kg/hm<sup>2</sup> 时草莓的总产量较对照提高 13.52%; 果实的糖酸比和可溶性固形物分别较对照提高 13.29% 和 27.74%。说明施用乳酸菌制剂对草莓的生长和品质均有良好的促进作用, 施用量为 15.0 kg/hm<sup>2</sup> 时效果最佳。

**关键词:** 乳酸菌; 草莓; 生长指标; 品质性状

**中图分类号:** S668.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2017)05--0

## Effects of lactic acid bacteria on the growth and quality characters of strawberry

ZHOU You<sup>1</sup>, LI Hai-mei<sup>1,2</sup>, ZHAO Jin-shan<sup>1,2</sup>, LI Shi-mei<sup>1,2</sup>, ZOU Xiao-xia<sup>1,2</sup>

(1. College of Landscape Architecture and Forestry, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China; 2. Qingdao Scitop Academy of Lactobacillus Co., Ltd., Qingdao 266109, China)

**Abstract:** The strawberry production of China ranks first in the world. Rapid development of strawberry industry brings huge economic and social benefits for main areas of production, but also has caused a series of problems of abuse of pesticides and fertilizers, variety degeneration and environmental pollution. Lactic acid bacteria (LAB) was used as the green non-polluted bio-fertilizer, whose effects on plants was getting more and more attention. Using zhangji as material, the effects of lactobacillus preparation on the growth and quality characters of strawberry were studied. The results showed that the general situation of four concentrations of lactobacillus preparation for strawberry was as follows: 15.0 kg/hm<sup>2</sup> > 22.5 kg/hm<sup>2</sup> > 7.5 kg/hm<sup>2</sup> > CK. Compared with the control, the yield, sugar acid ratio and soluble solid of strawberry under the treatment of 15.0 kg/hm<sup>2</sup> lactobacillus preparation increased by 13.52%, 13.29% and 27.74%, respectively. Lactobacillus preparation had good promoting effects on growth and quality indices of strawberry, and the treatment of 15.0 kg/hm<sup>2</sup> lactobacillus preparation had the best promoting effects.

**Key words:** lactic acid bacteria; strawberry; growth characters; quality characters

收稿日期: 2017-04-26

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31100512); 研究生创新项目 (QYC201624)

作者简介: 周 游 (1991-), 女, 山东淄博人, 硕士研究生, 研究方向为城市生态。(E-mail) 113436320@qq.com

通讯作者: 李海梅, (E-mail) lihaimei75@163.com

草莓是口感、色泽和营养品质俱佳的果品, 经过近 30 年的发展, 中国已成为世界草莓产量第一大国, 随着国民消费水平的不断提高, 草莓的定位也逐

渐由普通果品向馈赠佳品的方向发展<sup>[1]</sup>。而随着草莓种植面积的不断扩大,农药化肥的用量倍增,果品品质降低,环境污染等一系列问题也随之产生<sup>[2-3]</sup>。草莓定位的转变及人们对健康生活要求的日益提高,使得在提高草莓品质的同时开发新肥源以减少农药化肥的使用这一问题引起了广泛关注<sup>[4-6]</sup>。

乳酸菌是公认的安全级(Generally Recognized as Safe, GRAS)菌株<sup>[7-8]</sup>。乳酸菌作为一种抑制真菌病害的农业有益微生物,在农作物种植及农产品质量安全领域的应用也受到越来越多的重视<sup>[4-6]</sup>。研究发现,乳酸菌等菌肥对番茄、西瓜等植物的生长均有良好的促进作用。姜莉莉等<sup>[7]</sup>探讨了微生物菌肥对温室番茄的应用效果,结果表明,丰田宝微生物固氮菌肥能够提高番茄的株高、茎粗等,改善番茄果实的口感,并显著提高番茄的产量。江姣<sup>[8]</sup>研究了不同量级菌肥对小型西瓜 L-555 和 L-600 的影响,结果表明不同量级生物菌肥在一定程度上提高了西瓜的叶面积,中心可溶性固形物和边缘可溶性固形物含量以及单瓜质量。王洋娟<sup>[9]</sup>研究了微生物菌肥对苹果树体生长的影响,结果表明微生物菌肥与常规化学肥料配合施用,对 2 年生苹果幼树的生长具有明显的促进作用。许筱等<sup>[10]</sup>探讨了乳酸菌对植物病害的防控作用,结果表明乳酸菌对黄瓜炭疽病菌有一定的拮抗作用,乳酸菌对于植物病原菌具有一定的防治效果。冀宇婷等<sup>[11]</sup>研究发现向小麦叶面喷施乳酸菌 1 000 倍稀释液,有效促进了小麦的分蘖及穗长。乳酸菌等生物菌肥因其在促进植株生长、部分替代化肥和减少农药残留等方面的显著作用,也越来越多地受到人们的关注和重视<sup>[12]</sup>。

本试验研究不同浓度的乳酸菌制剂对草莓生长和品质的影响,确定乳酸菌制剂施用的最适浓度范围,以期对草莓的品质提高,产量增加及新型肥料的施用与推广提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以 3 年生草莓品种章姬为研究对象。该品种适合设施栽培,植株长势强,果形正,外观美,品质好,株型开展,丰产性好,是目前丹东地区温室草莓主栽品种之一。

### 1.2 试验方法

采用大田试验方法,结合乳酸菌制剂的施用方法及参照以往文献中相关菌肥的施用量,设置 7.5 kg/hm<sup>2</sup>, 15.0 kg/hm<sup>2</sup>, 22.5 kg/hm<sup>2</sup> 和清水(CK 对照)4 个梯度,分别将各浓度的乳酸菌制剂施于草莓根部,其他管理措施均相同。3-4 月测量草莓的生长及品质指标,生长指标每隔 15 d 测定一次,品质指标每隔 10 d 测定一次,每个指标选取 10 株测定,3 次重复。

**1.2.1 生长指标的测定** 株高:用卷尺测量其基部到顶部之间的距离;茎粗:用游标卡尺在距离根部 3 cm 处测量其枝条的直径;叶面积:用 Yaxin-1241 便携式叶面积仪测定;叶绿素含量:选取新鲜叶片使用叶绿素测定仪进行测定,每株取其成熟度一致的叶子进行测定,测定的时候避开叶脉部分,然后测其叶绿素含量,取其平均值。

#### 1.2.2 品质性状指标的测定

**1.2.2.1 可溶性糖含量测定(蒽酮比色法<sup>[13]</sup>)** 绘制可溶性糖标准曲线,并求出标准曲线方程。称取磨碎混匀的新鲜草莓果肉 1 g 于试管中,加入 15 ml 蒸馏水后沸水浴 20 min,冷却后过滤入 100 ml 容量瓶中,清洗残渣后定容至刻度。取待测样品提取液 1 ml 于试管中,滴加蒽酮试剂 5 ml,快速摇动混匀后沸水浴 10 min,冷却后在 620 nm 波长下显色测定光密度。将吸光值与标准曲线对照,求出样品的可溶性糖含量。

**1.2.2.2 糖酸比测定** 分别测定待测样总糖含量和总酸含量,总糖含量用糖度计测定,总酸含量用标准碱液滴定,总糖与总酸含量之比即为糖酸比。

**1.2.2.3 可溶性固形物的测定** 草莓果实可溶性固形物含量采用手持折射仪(RHBO-90)测定<sup>[14]</sup>。

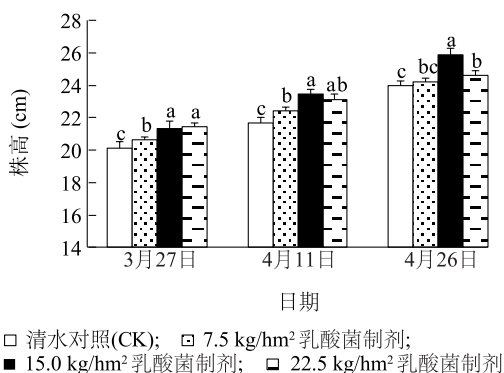
## 2 结果与分析

### 2.1 乳酸菌对草莓生长的影响

施肥可提高土壤养分的有效性及利用率<sup>[15]</sup>,从而促进植物生长。

**2.1.1 对株高的影响** 不同用量乳酸菌制剂对草莓株高的影响不同,如图 1 所示,施加乳酸菌制剂用量为 15.0 kg/hm<sup>2</sup> 和 22.5 kg/hm<sup>2</sup> 的草莓株高较高,施加用量为 15.0 kg/hm<sup>2</sup> 的草莓株高在 4 月 26 日达到了 25.887 5 cm,其次为施加用量为 22.5 kg/hm<sup>2</sup> 的草莓,二者分别较对照株高 23.958 6 cm 提高了

8.05%和1.16%,不同用量乳酸菌制剂对草莓株高的影响作用分别表现为:15.0 kg/hm<sup>2</sup>处理>22.5 kg/hm<sup>2</sup>处理>7.5 kg/hm<sup>2</sup>处理>CK 对照。



不同字母代表相同日期内不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

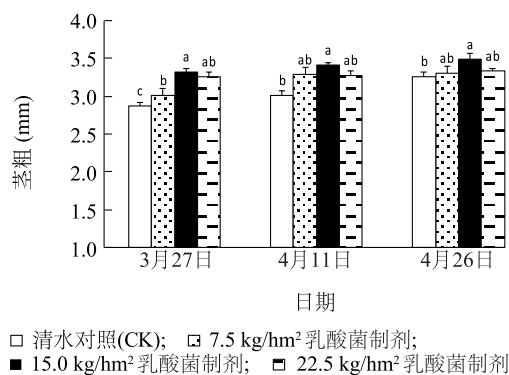
图1 不同用量乳酸菌制剂对草莓株高的影响

Fig.1 Effects of different concentrations of lactobacillus preparation on plant height of strawberry

**2.1.2 对茎粗的影响** 不同用量乳酸菌制剂对草莓茎粗的影响不同(图2),施加用量为15.0 kg/hm<sup>2</sup>的草莓茎粗生长量较高。在草莓生长初期,施加用量为15.0 kg/hm<sup>2</sup>的草莓茎粗优势明显,随着施用后时间的推移,其他用量乳酸菌制剂处理对茎粗增长量的影响逐渐增加,之后与优势组15.0 kg/hm<sup>2</sup>处理的茎粗差异不大。施加乳酸菌制剂用量为15.0 kg/hm<sup>2</sup>的草莓茎粗在4月26日达到了3.486 2 mm,其次是22.5 kg/hm<sup>2</sup>,二者分别较对照3.263 9 mm提高了6.81%和1.95%。不同用量乳酸菌制剂对草莓茎粗的影响总体表现为:15.0 kg/hm<sup>2</sup>处理>22.5 kg/hm<sup>2</sup>处理>7.5 kg/hm<sup>2</sup>处理>CK 对照。

**2.1.3 对叶面积的影响** 不同用量乳酸菌制剂对草莓叶面积的影响如图3所示,可以看出,在草莓生长初期,各试验组的叶面积差异不大,之后随着草莓的生长,植株对养分的需求量增加,施加用量为15.0 kg/hm<sup>2</sup>处理的草莓叶面积增加逐渐加快,并在4月26日达到3 847.175 mm<sup>2</sup>,较对照增加了5.21%,其次为22.5 kg/hm<sup>2</sup>处理和7.5 kg/hm<sup>2</sup>处理,分别较CK对照增加了3.56%和2.93%。

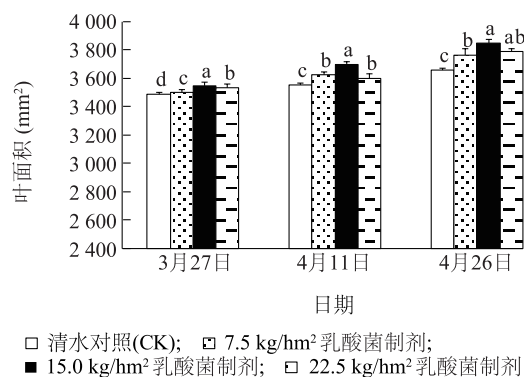
**2.1.4 乳酸菌对草莓产量的影响** 研究结果表明,乳酸菌制剂可提高草莓的平均单果质量和最大单果质量(表1)。用量为15.0 kg/hm<sup>2</sup>的处理不论在最大单果质量还是平均单果质量方面分别较对照提高



不同字母代表相同日期内不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

图2 不同用量乳酸菌制剂对草莓茎粗的影响

Fig.2 Effects of different concentrations of lactobacillus preparation on stem diameter of strawberry



不同字母代表相同日期内不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

图3 不同用量乳酸菌制剂对草莓叶面积的影响

Fig.3 Effects of different concentrations of lactobacillus preparation on leaf area of strawberry

了48.8%和34.8%;其次是用量为22.5 kg/hm<sup>2</sup>的处理,其最大单果质量和平均单果质量分别较对照提高了40.9%和19.7%;用量为7.5 kg/hm<sup>2</sup>的乳酸菌制剂处理后的草莓平均单果质量增幅最小。在总产量方面,用量为15.0 kg/hm<sup>2</sup>的处理总产量增幅最明显,较对照增加530.86 kg,提高了13.52%;其次为用量为22.5 kg/hm<sup>2</sup>的处理,较对照增加了387.36 kg,提高了9.87%。不同用量乳酸菌制剂对草莓总产量的影响总体表现为:15.0 kg/hm<sup>2</sup>处理>22.5 kg/hm<sup>2</sup>处理>7.5 kg/hm<sup>2</sup>处理>CK 对照。

## 2.2 乳酸菌对草莓品质性状的影响

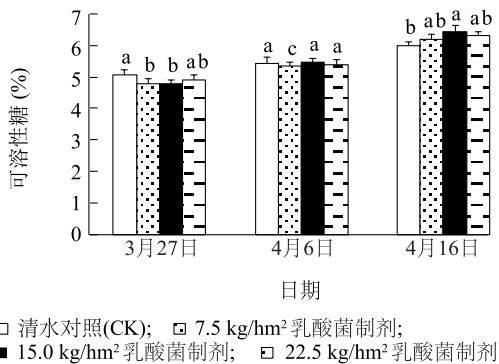
**2.2.1 对可溶性糖含量的影响** 果实中可溶性糖的含量、种类及其组成比例是决定其内在品质的重要因素,一直作为了解其品种特性的重要参数之一<sup>[16]</sup>。

表 1 不同乳酸菌制剂用量对草莓产量的影响

Table 1 Effects of different concentrations of lactobacillus preparation on yield of strawberry

处理	最大单果质量(g)	平均单果质量(g)	总产量(kg/hm <sup>2</sup> )	较 CK 增产率(%)
清水对照(CK)	12.52	9.22	3 925.14	—
7.5 kg/hm <sup>2</sup> 乳酸菌制剂	16.24	9.95	4 001.25	1.94
15.0 kg/hm <sup>2</sup> 乳酸菌制剂	18.63	12.43	4 456.00	13.52
22.5 kg/hm <sup>2</sup> 乳酸菌制剂	17.64	11.04	4 312.50	9.87

由图 4 可知,不同用量的乳酸菌制剂对草莓可溶性糖含量的影响不同。在草莓生长初期,各试验组的可溶性糖含量差异不大。随着草莓的生长,施用量为 15.0 kg/hm<sup>2</sup>的草莓可溶性糖含量明显增加,达到 6.436%,其次为施加乳酸菌制剂用量为 22.5 kg/hm<sup>2</sup>的处理,二者分别较对照提升了 7.05% 和 4.84%。7.5 kg/hm<sup>2</sup>处理较对照提高了 3.41%。



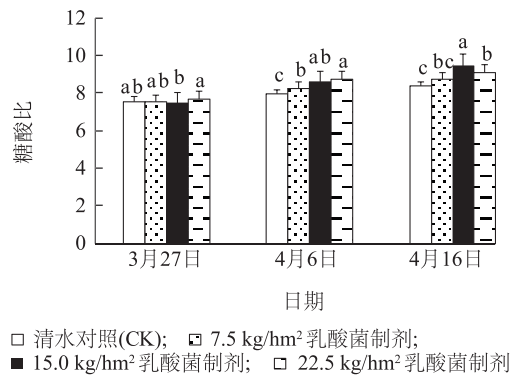
不同字母代表相同日期内不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

图 4 不同用量乳酸菌制剂对草莓可溶性糖含量的影响

Fig.4 Effects of different concentrations of lactobacillus preparation on the content of soluble sugar of strawberry

2.2.2 对糖酸比的影响 不同用量的乳酸菌制剂对草莓糖酸比的影响不同(图 5)。施加乳酸菌制剂用量为 15.0 kg/hm<sup>2</sup>的草莓糖酸比增长较快,在 4 月 16 日达到了 9.46,远高于对照的 8.35,较对照提高 13.29%;其次是施加乳酸菌制剂用量为 22.5 kg/hm<sup>2</sup>的处理,糖酸比达到 9.08,较对照提高 8.77%;施加乳酸菌制剂用量为 7.5 kg/hm<sup>2</sup>的处理糖酸比达到 8.74,较对照提高 4.67%。

2.2.3 对可溶性固形物含量的影响 可溶性固形物是指液体或流体食品中所有溶解于水的化合物的总称。可溶性固形物与水果的口感风味以及营养密切相关<sup>[17-19]</sup>。如图 6 所示,不同用量乳酸菌制剂对



不同字母代表相同日期内不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

图 5 不同用量乳酸菌制剂对草莓糖酸比的影响

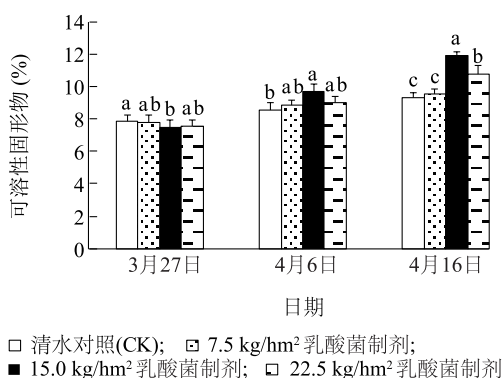
Fig.5 Effects of different concentrations of lactobacillus preparation on sugar acid ratio of strawberry

草莓可溶性固形物含量的影响不同。在草莓生长初期,不同用量的乳酸菌制剂对草莓可溶性固形物含量的促进作用无明显区别。之后施用量为 15.0 kg/hm<sup>2</sup>乳酸菌制剂的草莓可溶性固形物含量的增量明显,由 7.50% 达到 11.88%,较对照提高 27.74%,与其他处理均存在显著差异 ( $P < 0.05$ ),其次为施加乳酸菌制剂用量为 22.5 kg/hm<sup>2</sup>的草莓,较对照提高 15.59%。不同用量乳酸菌制剂对草莓可溶性固形物含量的影响表现为 15.0 kg/hm<sup>2</sup>处理 > 22.5 kg/hm<sup>2</sup>处理 > 7.5 kg/hm<sup>2</sup>处理 > CK 对照。

### 3 讨论

试验结果表明,在提高草莓生长指标和品质方面,不同用量的乳酸菌制剂对草莓的影响总体表现为:15.0 kg/hm<sup>2</sup>处理 > 22.5 kg/hm<sup>2</sup>处理 > 7.5 kg/hm<sup>2</sup>处理 > CK 对照。综合来看,施用量为 15.0 kg/hm<sup>2</sup>的乳酸菌制剂能够达到提高质量增加产量的良好效果。同时,在试验过程中发现,不同用量的乳酸菌制剂对不同时期的草莓作用效果不同,如在





不同字母代表相同日期内不同处理结果间的差异显著 ( $P < 0.05$ )。

图6 不同用量乳酸菌制剂对草莓可溶性固形物含量的影响

Fig.6 Effects of different concentrations of lactobacillus preparation on the content of soluble solid of strawberry

生长初期,不施加乳酸菌制剂对草莓的可溶性糖含量和可溶性固形物的促进效果最佳,而后期,施加15.0 kg/hm<sup>2</sup>用量的乳酸菌制剂的促进效果最佳。又如就草莓的株高、茎粗、叶面积而言,在生长初期,施加用量为15.0 kg/hm<sup>2</sup>和22.5 kg/hm<sup>2</sup>处理表现较一致,而生长后期,15.0 kg/hm<sup>2</sup>处理增速明显,起到了明显的促进作用。推测形成这种现象的原因可能是不同时期的植株对养分的吸收、分配及利用程度不同所致<sup>[20]</sup>。

在提高草莓产量方面,表现最优的为15.0 kg/hm<sup>2</sup>处理,为4 456.0 kg/hm<sup>2</sup>,增产率(较CK)达到13.52%。据全国农产品商务信息公共服务平台可知,草莓近年市价为1 kg 20元左右,去除成本后666.7 m<sup>2</sup>草莓所增加的经济效益也可达3 000~5 000元。

在实际生产中,可根据主要种植目的来确定栽植草莓的乳酸菌制剂施用方案。如强调草莓的适口性及甜度时,可在草莓生长初期不施或仅施低用量(7.5 kg/hm<sup>2</sup>)的乳酸菌制剂,后期施加15.0 kg/hm<sup>2</sup>用量的乳酸菌制剂,以保证在草莓整个生长过程中,可溶性糖含量、糖酸比及可溶性固形物含量均处于较高水平。若建立以草莓采摘园为核心的观光旅游产业,可在草莓生长过程中,施用15.0 kg/hm<sup>2</sup>和22.5 kg/hm<sup>2</sup>的乳酸菌制剂,保证草莓在生长过程中既呈现枝繁叶茂的状态,又有较高的食用价值。

## 参考文献:

- [1] 张雯丽. 中国草莓产业发展现状与前景思考[J]. 农业展望, 2012, 8(2): 30-33.
- [2] 耿安静, 赵晓丽, 陈岩, 等. 草莓的农药使用现状及对策研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(5): 628-633.
- [3] 吴晓云, 高照全, 李志强, 等. 国内外草莓生产现状与发展趋势[J]. 北京农业职业学院学报, 2016, 30(2): 21-26.
- [4] 黄亚丽, 何宪科, 张丽萍, 等. 农药污染土壤的微生物修复研究进展[J]. 现代化农业, 2011(9): 1-4.
- [5] 卢桂宁, 党志, 陶雪琴, 等. 农药污染土壤的植物修复研究进展[J]. 土壤通报, 2006, 37(1): 189-193.
- [6] 吉祥祥, 陈宏州, 庄义庆, 等. 设施草莓土传病害无害化综合防治技术[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(2): 126-127.
- [7] 姜莉莉, 武玉国, 王开运. 丰田宝微生物菌肥在温室番茄上的应用效果[J]. 农业科技通讯, 2015(12): 171-172, 284.
- [8] 江皎. 生物菌肥在小型西瓜上的施用效果[J]. 中国瓜菜, 2013, 26(4): 33-36.
- [9] 王洋娟. 微生物菌肥对苹果树体生长及病害防控的研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2014.
- [10] 许筱, 施艳, 高书锋, 等. 拮抗乳酸菌的筛选及其对黄瓜炭疽病的防治效果[J]. 河南农业科学, 2012, 41(5): 87-91.
- [11] 冀宇婷, 刘晨, 吴丹薇, 等. 微生态叶面肥促进小麦生长的效应[J]. 生物技术世界, 2012, 4(15): 88-89.
- [12] 高鹏飞, 姚国强, 赵树平, 等. 乳酸菌在农产品种植及其质量安全中的研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2014(6): 143-148.
- [13] 李晓旭, 李家政. 优化蔗糖比色法测定甜玉米中可溶性糖的含量[J]. 保鲜与加工, 2013(4): 24-27.
- [14] 陈秀香, 马富裕, 方志刚, 等. 土壤水分含量对加工番茄产量和品质影响的研究[J]. 节水灌溉, 2006(4): 1-4.
- [15] 杨芳芳. 菌肥不同配比对油茶生长及土壤养分的影响[D]. 福州: 福建农林大学, 2013.
- [16] 姚改芳, 张绍铃, 吴俊, 等. 10个不同系统梨品种的可溶性糖与有机酸组分含量分析[J]. 南京农业大学学报, 2011, 34(5): 25-31.
- [17] 陈长青, 祝朋芳. 草莓果实可溶性固形物含量遗传特性的研究[J]. 辽宁农业科学, 2004(1): 40.
- [18] 张桂霞, 王英超, 石璐. 草莓果实成熟过程中V<sub>c</sub>和可溶性固形物含量的变化[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(12): 6995-6996.
- [19] 丁希斌, 张初, 刘飞, 等. 高光谱成像技术结合特征提取方法的草莓可溶性固形物检测研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2015, 35(4): 1020-1024.
- [20] 杨荣超, 张海军, 王倩, 等. 植物激素对种子休眠和萌发调控机理的研究进展[J]. 草地学报, 2012, 20(1): 1-9.

(责任编辑: 姜华珏)