

DOI:10.11937/bfyy.201602043

# 微生物肥料“宁盾”对草莓的促生防病效果初探

管文芳<sup>1</sup>, 戴相群<sup>1</sup>, 胡强<sup>1</sup>, 谢越盛<sup>2</sup>, 高彦林<sup>1</sup>, 郭坚华<sup>2,3</sup>

(1. 南京农业大学 植物保护学院, 江苏 南京 210095; 2. 江苏省生物源农药研发中心, 江苏 南京 210095;

3. 农业部作物病虫害监测与防控重点开放实验室, 江苏 南京 210095)

**摘 要:**以草莓为试材,在其移栽时使用微生物肥料“宁盾”灌根处理,研究了“宁盾”对草莓的生长状况、产量及果实的品质的影响。结果表明:移栽 43 d 后,使用“宁盾”灌根处理组的花朵数为 4.8 朵/单株,比对照组提高 3.3 朵/单株;“宁盾”对草莓枯萎病和炭疽病的生防效果分别达 74.46% 和 72.18%。成熟期处理组果实的平均单果重较对照组提高 8.8 g;同时,处理组草莓果实的可溶性蛋白质、维生素 C、可溶性糖等含量显著优于对照组。

**关键词:**微生物肥料;草莓;“宁盾”;防病促生

**中图分类号:**S 668.406<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0158-05

草莓属蔷薇科草莓属多年生草本植物,又名红莓、洋莓、地莓等,是一种备受大众喜爱的浆果;果实鲜美多汁,含有丰富的维生素 C,具有较高的营养价值<sup>[1-2]</sup>。近年来,随着农业生产水平的不断提高,有关微生物促生防病的研究也越来越得到重视;有许多文献报道,微生物促生菌都能产生一些促进植物生长的物质,比较常见的就是植物激素类,如赤霉素、生长素、细胞分裂素、乙烯、脱落酸等<sup>[3-5]</sup>。这类植物激素可以通过与植物之间的互作,来促进植物根系及植物地上部的生长。

微生物肥料“宁盾”是一种由多种生防菌复配而成的新型微生物肥料,是由南京农业大学生物农药及绿色植保实验室研发,主要成分是多种芽孢杆菌及沙雷氏菌<sup>[6]</sup>,前期获得多项国家发明专利。目前的多菌合剂已经获得欧洲专利,取得微生物肥料登记证(微生物肥[2013]准字 1096 号)<sup>[7]</sup>,并通过南京国环有机产品认证中心的有机评估(证明号 IP-0109-932-1696)。其具有促进作物生长、防治土传病害,提高作物产量及品质的作用,其增产作用可达 30%~200%,防病效果达到 70%~100%<sup>[8]</sup>,作为复合菌剂,与单一的菌剂相比,对多种作物病害具有更好的防病效果<sup>[9-11]</sup>。

近年来,随着人们生活水平及思想意识的提高,对环保及食品安全逐渐重视,人们开始从微生物方面着手,进行作物的促生及防病工作<sup>[12]</sup>;现通过施用微生物肥料“宁盾”(简称“NS”),讨论其对草莓果实的品质、产量及经济效益的影响,以期对草莓的优质高效栽培提供一定的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试草莓品种为“红颊”,微生物肥料“宁盾”由无锡本元生物科技有限公司提供。

### 1.2 试验方法

试验于 2014 年 9 月在南京八卦洲红杜鹃农业生态园区开展,共 10 个小区,每个小区 60 m<sup>2</sup>,“宁盾”处理组与空白对照组分别设 5 个小区,每个处理组的小区随机设计,总计 600 m<sup>2</sup>;采用的种植模式为高垄双行种植,全部覆盖地膜,在膜下滴灌浇水,种植密度为 4 500 株/667m<sup>2</sup>;整地后,草莓移栽当天将“宁盾”菌剂稀释 200 倍液,作为定根水浇灌在草莓根部,空白对照组用等量清水代替;开花前期,再用“宁盾”300 倍液喷雾处理;草莓生长过程中常规管理,冲施营养肥 5 次,共施复合营养肥 150 kg/667m<sup>2</sup>,喷药防治虫害 3 次,2015 年 1 月开始采摘。

邻棚草莓作为化学对照 1,该大棚草莓在苗期为了预防炭疽病使用了奥力-克-速净 500 倍液稀释喷施,开花期枯萎病发病初期时用 40% 根腐宁 800 倍液喷淋秧苗,其它栽培和管理方法与试验大棚相同。将市售草莓作

**第一作者简介:**管文芳(1988-),女,硕士,研究方向为农作物病虫害的防治。E-mail:672585347@qq.com.

**责任作者:**郭坚华(1966-),女,博士,教授,博士生导师,研究方向为植物病害的生物防治。E-mail:jhgao@njau.edu.cn.

**基金项目:**江苏省农业三新工程资助项目(SXGC[2014]305)。

**收稿日期:**2015-10-08

为化学对照 2。

1.3 项目测定

1.3.1 生物量统计 在草莓生长过程中进行 2 次田间调查,分别在移栽 22、43 d 后,统计株高、叶片数、叶绿素、叶面积等生长指标。

1.3.2 生防效果的统计 病株数的统计采用 5 点取样法,计算病害的病情指数和生防效果;草莓枯萎病的病害严重度的分级标准<sup>[13]</sup>如下:0 级,植株正常,全株无病斑;1 级,全株 1 到 2 片叶黄化卷曲;2 级,整株叶片卷曲变形;3 级,植株早期变黄枯萎;4 级,全株枯萎坏死;5 级,整株死亡。草莓炭疽病的病害严重度的分级标准<sup>[14]</sup>如下:1 级,全株叶柄处无病害症状;2 级,叶柄基部病斑小于 3 mm;3 级,叶柄基部病斑长度为 3~10 mm;4 级,叶柄基部病斑长度为 10~20 mm,并且在叶柄基部呈环状;5 级,叶柄全部坏死,植株死亡。病害严重度和生防效果的计算公式如下:病害严重度(%)=[Σ(发病植株数×病级数)/(总植株数×最高病级数)]×100;生防效果(%)=[(对照病害严重度-处理病害严重度)/对

照病害严重度]×100。

1.3.3 产量及果实品质测定 草莓成熟后统计每株果数、单果重,“宁盾”处理组和空白对照组随机挑选 24 个果实,并且选取邻棚草莓(化学对照 1)以及市售草莓(化学对照 2)作为对照,分别检测果实的可溶性蛋白质、可溶性糖、维生素 C、可滴定酸、可溶性固形物等果实品质指标。草莓叶绿素含量测定采用叶绿素测定仪,草莓果实的可溶性固形物含量检测采用手持折射仪,可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝比色法<sup>[15]</sup>,可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法,维生素 C 含量测定采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法<sup>[16]</sup>。

1.4 数据分析

采用 DPS 7.05 及 Excel 软件进行结果分析。

2 结果与分析

2.1 微生物肥料“宁盾”对草莓植株生长的影响

在草莓移栽处理 22 d 后统计草莓的株高、叶柄粗、每株叶片数以及叶绿素含量,结果分析见表 1。

表 1 微生物肥料“宁盾”对草莓植株的促生效果(处理 22 d)  
Table 1 Growth promotion on strawberry by using bio-fertilizer ‘NS’(dealing with 22 days)

处理 Treatment	株高 Height/cm	叶柄粗 Stem diameter/mm	单株叶片数 Leaf No./片	叶绿素 Chlorophyll/SPAD
“宁盾”‘NS’	22.97±1.52 a	3.08±0.24 a	7.50±0.83 a	36.40±1.80 a
空白对照 Blank control	19.80±1.49 b	2.74±0.33 a	7.00±1.00 b	35.40±1.51 b

注:不同小写字母表示在 P=0.05 水平上差异显著。下同。  
Note: Different lowercase letters within the same column show significant difference at P=0.05. The same below.

由表 1 可以看出,用微生物肥料“宁盾”处理的草莓,其植株高度、每株叶片数以及叶绿素含量都显著高于空白对照组;叶柄基部粗度在数据分析上没有显著差异,但是在数值上要高于空白对照组。在处理 43 d,草莓开

花时又分别统计了草莓的株高、叶柄基部粗、单株叶片数、单株花朵数、单张叶面积及叶绿素含量,统计分析结果如表 2。

表 2 微生物肥料“宁盾”对草莓植株的促生效果(处理 43 d)  
Table 2 Growth promotion on strawberry by using bio-fertilizer ‘NS’(dealing with 43 days)

处理 Treatment	株高 Height/cm	叶柄粗 Stem diameter/mm	单株叶片数 Leaf No./片	叶绿素 Chlorophyll/SPAD	单株花数 Flower No./朵	单张叶面积 Leaf area/cm <sup>2</sup>
“宁盾”‘NS’	16.85±1.35 a	3.35±0.49 a	9.80±0.92 a	35.03±1.31 a	4.80±1.23 a	206.73±14.27 a
空白对照 Blank control	12.75±1.65 b	3.00±0.34 a	8.20±0.79 b	30.33±1.86 b	1.50±1.08 b	135.35±15.21 b

从表 2 可知,“宁盾”处理组的株高要显著优于空白对照组;2 组的叶柄粗度在分析上没有差异,但是在数据上处理组的较对照组的粗;处理组的叶片数比空白对照组多近 2 片;叶片叶绿素含量也显著高于空白对照组;单张叶面积较空白对照组的高;另外,处理组的花朵数平均比空白对照组多 3 朵,说明“宁盾”菌剂可以促进草莓提前开花。

2.2 微生物肥料“宁盾”对草莓病害的防治效果

草莓生长过程中有多种病害发生,该次示范试验对草莓发生的主要病害进行了统计,主要有枯萎病和炭疽

病,统计结果及防效见表 3。

从表 3 可以看出,移栽处理 43 d 后,草莓处理组的枯萎病的病害严重度为 10.84%,炭疽病的病害严重度为 9.26%,而空白对照组的枯萎病的病害严重度为 42.5%,炭疽病的病害严重度为 33.33%;“宁盾”对草莓枯萎病和炭疽病的生防效果分别达到 74.46% 和 72.18%,生防效果较为显著(图 1)。

2.3 微生物肥料“宁盾”对草莓植株产量的影响

草莓移栽处理 90 d 后,随机挑选成熟的草莓,每处理随机选取 15 颗,称量单果重;同时,在邻棚草莓中选取

表 3 微生物肥料“宁盾”对草莓病害的生防效果(处理 43 d)

Table 3 Biological control of strawberry diseases by using bio-fertilizer ‘NS’(dealing with 43 days)

%

处理 Treatment	枯萎病 <i>Fusarium wilt</i>		炭疽病 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	
	病害严重度 Disease severity	生防效果 Biological efficacy	病害严重度 Disease severity	生防效果 Biological efficacy
“宁盾”‘NS’	10.84±1.18 b	74.46±2.46	9.26±0.52 b	72.18±2.44
空白对照 Blank control	42.50±1.17 a	—	33.33±1.05 a	—

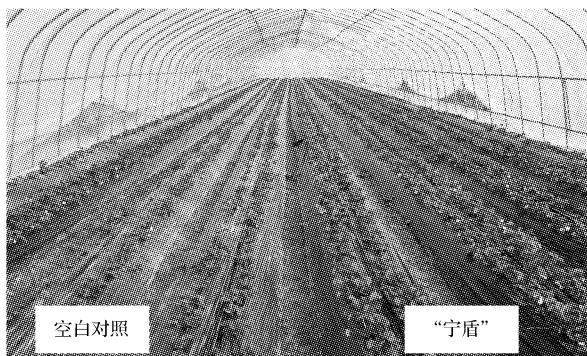


图 1 “宁盾”处理对草莓的促生防病效果(处理 43 d)

Fig. 1 The effect of growth promotion and biocontrol on strawberry of ‘NS’(dealing with 43 days)

部分果实(化学对照 1)进行比较,结果分析见表 4。

由表 4 可知,“宁盾”处理组的平均单果重较空白对照组高 8.8 g,较化学对照 1 高 4.04 g,“宁盾”处理组的每株坐果数分别较空白对照组和化学对照 1 高 2.4 个和 0.8 个,同时,处理组的单株增产产量接近 100%。

#### 2.4 微生物肥料“宁盾”对草莓果实品质的影响

草莓果实成熟后,不同处理随机选取 15 颗果实,同时结合邻棚草莓(化学对照 1)以及市售的草莓(化学对照 2)进行比较;主要检测了草莓果实的可溶性蛋白质、可溶性糖、可滴定酸、维生素 C 以及可溶性固形物,检测结果及分析如表 5。

从表 5 可以看出,“宁盾”处理组的可溶性蛋白质含量显著高于空白对照组,并且也高于邻棚草莓(化学对

表 4 微生物肥料“宁盾”对草莓植株产量的影响(处理 90 d)

Table 4 Effect of ‘NS’ on strawberry yield(dealing with 90 days)

处理 Treatment	平均单果重 Average weight/g	单株平均坐果数 Fruit No./个	单株平均增产产量 Yield increase/%
“宁盾”‘NS’	27.81±1.88 a	9.00±1.58 a	99.49
化学对照 1 Chemical control 1	23.77±1.14 b	8.20±1.30 ab	55.35
空白对照 Blank control	19.01±1.84 c	6.60±0.89 b	—

表 5 微生物肥料“宁盾”对草莓果实品质的影响(处理 90 d)

Table 5 Effect of quality of strawberry by using bio-fertilizer ‘NS’(dealing with 90 days)

处理 Treatment	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content /(mg·g <sup>-1</sup> )	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	可滴定酸含量 Titratable acid content/%	维生素 C 含量 Vitamin C content /(mg·(100g) <sup>-1</sup> )	可溶性固形物含量 Soluble solids content/%
“宁盾”‘NS’	0.98±0.01 a	6.53±0.20 a	0.72±0.01 d	40.70±0.71 a	14.58±0.62 a
化学对照 1 Chemical control 1	0.83±0.03 b	4.91±0.18 b	0.80±0.03 c	37.98±0.04 b	12.78±0.54 b
化学对照 2 Chemical control 2	0.81±0.02 b	4.05±0.10 c	0.88±0.02 b	31.03±1.17 c	11.90±0.55 c
空白对照 Blank control	0.78±0.02 b	3.77±0.21 c	0.96±0.01 a	27.90±1.27 d	11.18±0.56 c

照 1)和市售草莓(化学对照 2)的蛋白质含量;处理组的可溶性糖含量较空白对照组高 2.76 个百分点,同时也显著高于邻棚草莓(化学对照 1)和市售草莓(化学对照 2)的可溶性糖含量;“宁盾”处理组的可滴定酸含量显著低于空白对照组;处理组维生素 C 含量较空白对照组高 12.80 mg/100g;另外,由于可溶性固形物反应了果实的保存期,所以通过手持折射仪检测了果实的可溶性固形物含量,从检测结果看出,“宁盾”处理组的可溶性固形物含量显著高于各个对照组。

### 3 讨论与结论

微生物肥料作为一种绿色无污染的新型生物肥料,近来越来越受到人们的关注,因它具有改善土壤肥力、促进植物生长、改善作物品质并提高作物产量的作用<sup>[2,17-18]</sup>;并且,即使是在逆境条件下,有益微生物也可以定殖在植物根系对植物起到保护作用,从而提高植物的抗性而促进植物生长<sup>[19-20]</sup>。吴兴兴等<sup>[21]</sup>研究表明,在整个生育期土壤严重干旱条件下,PGPR 菌株拌种后能够促进蚕豆提早出苗,促进幼苗生长,并且能够增加植



株地上和地下部重量与荚果数。微生物可以通过固氮作用、溶磷作用、产生铁载体、分泌一些有机酸、酶类(如 ACC 脱氨酶、几丁质酶、葡聚糖酶等)、分泌植物生长素和抗生素类物质促进植物生长。在微生物的作用下,植物根系也可以产生一些化合物,这些植物根系分泌物可以吸引有益微生物,微生物利用植物的分泌物进行繁殖,定殖于植物根部,微生物在植物根围的定殖能力,直接影响到植物的生长,KLOEPPER 等<sup>[22]</sup>用荧光假单胞菌处理种子后,使甜菜增产 20%~80%、马铃薯增产 100%、萝卜增产 144%。

微生物肥料“宁盾”是由多种有益生防菌复配而成的一种新型生物肥料,集微生物、有机、生物防治于一身,促生作用便更加明显,因而在农业实际生产应用中也起到了至关重要的作用。“宁盾”的防病效果也在多篇文章中多种作物上报道,尤其是菌剂中的主要成分之一 AR156,在土传病害、抗重茬方面有较好的防效<sup>[6,8,23-24]</sup>,为绿色、有机农产品的生产提供了安全可靠的保障;目前,关于芽孢杆菌 AR156 的防病机理该实验室已经取得部分成果,CHEN 等<sup>[25]</sup>对芽孢杆菌的生防机理做了进一步的研究,发现该菌株可以在根形成较稳定的生物膜从而增强该菌株的生防效果。

高喜叶等<sup>[26]</sup>研究发现草莓果实的风味品质主要与糖和酸的含量有关,该次试验结果表明,“宁盾”处理组的草莓可溶性糖含量较空白对照组的提高了 2.76 个百分点,处理组的可滴定酸含量比空白对照组降低了 0.24 个百分点;同样的,“宁盾”处理组果实的可溶性蛋白质、可溶性糖、维生素 C 以及可溶性固形物含量分别提高 0.20 mg/g、2.76 个百分点、12.80 mg/100g、3.4 个百分点,“宁盾”不仅可以促进草莓植株的生长,且对草莓果实品质的提高也起到了关键作用,进而提高了果实的口感及经济价值,同时,草莓单株的产量较对照组的增加了将近 100%,为广大农民创造了更多的收益。在统计中发现“宁盾”处理组的田块中极少发现有病株和死棵现象,对枯萎病和炭疽病的生防效果达到了 74.46%和 72.18%,空白对照组田块发病植株和死棵现象比较严重;因此,“宁盾”不仅促进了草莓的生长而且对草莓土传病害也有较好的防治效果。

#### 参考文献

[1] 冯坤蓉,金芳,周忠雄,等.梭伦杆菌对草莓生长,生理生化特性,品质及产量的影响[J].甘肃农业大学学报,2014(1):79-82.  
[2] 尹宝重,刘雪静,高峰,等.不同 AM 真菌对草莓生长及生理的影响[J].中国农学通报,2009,25(16):173-176.  
[3] MOUBAYIDIN L, DI MAMBRO R, SABATINI S. Cytokinin-auxin crosstalk[J]. Trends in Plant Science, 2009, 14(10):557-562.  
[4] OVERVOORDE P, FUKAKI H, BEECKMAN T. Auxin control of root development [J]. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, 2010, 2(6):a001537.

[5] STEPANOVA A N, ALONSO J M. Ethylene signaling and response: where different regulatory modules meet [J]. Current Opinion in Plant Biology, 2009, 12(5):548-555.  
[6] 邢卫峰,于侦云,陈刘军,等.生物肥料“宁盾”对甜瓜枯萎病的防治效果[J].江苏农业科学,2014(3):78-81.  
[7] GUO J H, LIU H X, LI S M. PSX combination, a biocontrol bacterium combination that can prevent and control soil-borne diseases of a variety of crops[P]. European Patent, No. 2255660. 2012.  
[8] 王奎萍,周冬梅,刘苏闽,等.宁盾一号菌剂不同处理方法对番茄生长的影响[J].广东农业科学,2013,40(23):61-64.  
[9] 葛红莲,郭坚华,祁红英,等.复合菌剂 AR99 防治辣椒青枯病[J].植物病理学报,2004,34(2):162-165.  
[10] 郭亚辉,卢月霞,郭坚华.生物农药防治辣椒疫病的效果[J].安徽农业科学,2007,35(4):1065-1067.  
[11] 齐爱勇,赵绪生,刘大群.芽孢杆菌生物防治植物病害研究现状[J].中国农学通报,2011,27(12):277-280.  
[12] 韩涛,章淑艳.生物复合草莓抗重茬剂在草莓上的应用效果[J].河北省科学院学报,2014,31(1):57-60.  
[13] NAM M H, PARK M S, KIM H G, et al. Biological control of strawberry *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* using *Bacillus velezensis* BS87 and RK1 formulation [J]. Journal of Microbiology and Biotechnology, 2009, 19(5):520-524.  
[14] DELP B R, MILHOLLAND R D. Evaluating strawberry plants for resistance to *Colletotrichum fragariae* [J]. Plant Disease, 1980, 64(12):1071-1073.  
[15] BRADFORD M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding [J]. Analytical Biochemistry, 1976, 72(1):248-254.  
[16] 李合生.植物生理生化实验原理与技术(面向 21 世纪课程教材)[M].北京:高等教育出版社,2000.  
[17] 陈秀莲,魏晓琼,丛艳静.炬荣复合微生物肥料在蔬菜上的应用研究[J].中国果菜,2014,34(8):61-63.  
[18] 张洪胜,杨述.复合微生物肥的主要功效与作用机理[J].烟台果树,2014(3):1-2.  
[19] NADEEM S M, AHMAD M, ZAHIR Z A, et al. The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments [J]. Biotechnology Advances, 2014, 32(2):429-448.  
[20] 刘丹,张丽萍,史延茂,等.生防细菌对植物根围微生态效应的研究进展[J].中国农学通报,2014,30(7):260-265.  
[21] 吴兴兴,吴毅歆,赵正龙,等.4 个 PGPR 菌株拌种对干旱条件下蚕豆生长及产量的影响[J].干旱区研究,2012,29(2):203-207.  
[22] KLOEPPER J W, LIFSHTIZ R, ZABLOTOWICZ R M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity[J]. Trends in Biotechnology, 1989, 7(2):39-44.  
[23] 陈刘军,俞仪阳,王超,等.蜡质芽孢杆菌 AR156 防治水稻纹枯病机理初探[J].中国生物防治学报,2014,30(1):107-112.  
[24] 刘苏闽,周冬梅,杨敬辉,等.复合菌剂对草莓黄萎病的田间防治效果[J].中国生物防治,2010,26(4):501-503.  
[25] CHEN Y, YAN F, CHAI Y R, et al. Biocontrol of tomato wilt disease by *Bacillus subtilis* isolates from natural environments depends on conserved genes mediating biofilm formation [J]. Environmental Microbiology, 2013, 15(3):848-864.  
[26] 高喜叶,郭永明,曹兴明,等.新型生物菌肥对日光温室草莓果实糖酸含量的影响[J].北方园艺,2014(17):54-56.

DOI:10.11937/bfyy.201602044

## 氮肥对辣椒品质的影响

吴春燕, 宋廷宇, 韩玉珠, 刘爽, 程艳, 张晓明

(吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118)

**摘要:**为探讨氮肥与盆栽辣椒品质的关系,以辣椒品种“津福35”和“豫艺7”为试材,研究了不同施氮水平(每盆尿素施用量分别为0.76、1.52、2.28 g)对温室盆栽辣椒果实中硝态氮、可溶性糖、可溶性固形物、可溶性蛋白质含量的影响。结果表明:不同施氮水平对辣椒的品质有不同的影响,硝态氮、可溶性固形物、可溶性蛋白质含量均随着氮肥的施入量增加先降低后升高;可溶性糖含量呈增长趋势,以期辣椒设施栽培提供一定的理论依据。

**关键词:**辣椒;氮肥;品质

**中图分类号:**S 641.306<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0162-04

我国从明代开始种植辣椒,至今约有300年<sup>[1]</sup>。近年来人们生活质量得到很大改善,开始追求生活品质,逐渐将目光投向了阳台园艺,特别是都市农业、观光农业的出现,使盆栽辣椒给人们留下深刻的印象<sup>[2]</sup>。氮作为植物体内多种物质的组成元素,在植物的生长发育过程中起着重要作用<sup>[3]</sup>。研究表明,蔬菜生产过程中氮肥在纯氮135~270 kg/hm<sup>2</sup>水平用量下,不但可以提

高蔬菜的品质和产量,且对其它各项生理指标没有不良影响<sup>[4]</sup>。很多研究发现,氮素供应水平对蔬菜品质方面会起到一定的影响作用,康云艳等<sup>[5]</sup>在对出口国外的青花菜品质和产量研究时发现,维生素C在花球内的含量会随氮肥施入量的增加而降低,但叶绿素、超氧化物歧化酶(SOD)活性含量会随施氮水平增加而不断积累。但当氮素的供应不能满足植物生长所需时,会影响到果实内各物质的合成与转化,严重时会导致果实畸形、果实着色不均匀等其它影响。如茄子缺氮引起的短花柱,花瓣颜色变淡,夏天落果,冬天石茄等<sup>[6]</sup>。

氮肥用量过高会影响到蔬菜的产量和品质,有时还会使其降低。张文波等<sup>[7]</sup>发现氮肥用量过多不仅不会提高蔬菜的品质和产量,反而还会抑制蔬菜的生长和发

**第一作者简介:**吴春燕(1978-),女,博士,讲师,现主要从事设施蔬菜栽培与育种等研究工作。E-mail:cywu315@163.com.

**责任作者:**张晓明(1962-),男,硕士,教授,硕士生导师,现主要从事蔬菜栽培生理等研究工作。E-mail:xiaomingzh@126.com.

**基金项目:**吉林省省级粮食生产发展专项资金资助项目。

**收稿日期:**2015-10-13

## Biocontrol Effect of Bio-fertilizer ‘Nanjing Shield’ on Strawberry

GUAN Wenfang<sup>1</sup>, DAI Xiangqun<sup>1</sup>, HU Qiang<sup>1</sup>, XIE Yuesheng<sup>2</sup>, GAO Yanlin<sup>1</sup>, GUO Jianhua<sup>2,3</sup>

(1. College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095; 2. Engineering Center of Bioresource Pesticide in Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu 210095; 3. Key Laboratory of Monitoring and Management of Crop Diseases and Pest Insects, Ministry of Agriculture, Nanjing, Jiangsu 210095)

**Abstract:** Taking strawberry as test material, the effect of bio-fertilizer ‘Nanjing Shield’ on the growth of strawberry and the bio-control of strawberry diseases were studied, by inoculation while strawberry was transplanted. The results showed that the number of flowers of ‘Nanjing Shield’ treatment was 4.8 per plant and was increased by 3.3 per plant, compared with control 43 days after inoculation. And the average weight of fruit was also raised by 8.8 g per fruit in mature period. Meanwhile, the contents of soluble protein, vitamin C, and soluble sugar of fruit of ‘Nanjing Shield’ treatment were significantly higher than control. The bio-control effect of ‘Nanjing Shield’ on strawberry blight and anthracnose reached 74.46% and 72.18%.

**Keywords:** bio-fertilizer; strawberry; ‘Nanjing Shield’; biocontrol and growth-promoting