

文章编号 :1003-8701(2012)02-0034-04

# 光合细菌对玉米种子萌发及其部分生物学指标影响的研究

钱森和<sup>1,2</sup>, 杨超英<sup>1</sup>, 魏明<sup>1</sup>, 薛正莲<sup>1</sup>

(1.安徽工程大学化学学院,安徽 芜湖 241000; 2.安徽农业大学,合肥 230031)

**摘要:**采用旋风二号玉米种子为材料,研究了不同浓度光合细菌(PSB)浸种对其种子发芽率、发芽势、苗高、叶绿素和可溶性糖含量的影响。同时还研究了不同浓度 PSB 喷施对玉米苗高、叶绿素和可溶性糖含量的影响。结果表明,采用 PSB 菌液浸种,可以促进玉米种子的萌发和生长,提高叶绿素和可溶性糖含量,其中以稀释 10 倍的 PSB 菌液效果最好( $p < 0.01$ )。通过 PSB 菌液喷施叶面提高玉米的苗高、叶片叶绿素和可溶性糖含量,其中以稀释 30 倍的 PSB 喷施效果最好( $p < 0.01$ )。

**关键词:**玉米;光合细菌;种子萌发;生物学指标

中图分类号:S513

文献标识码:A

## Effect of PSB on Corn Seeds' Germination and Some Biological Characteristics

QIAN Sen-He<sup>1,2</sup>, YANG Chao-Ying<sup>1</sup>, WEI Ming<sup>1</sup>, XUE Zheng-Lian<sup>1</sup>

(1. Department of Biochemistry, Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000; 2. Anhui Agricultural University, Hefei 230031, China)

**Abstract:** Corn seed of 'Xuanfeng 2' was taken as material. The effects of soaking seeds with different concentrations of photosynthetic bacteria (PSB) on germination, seedling height, chlorophyll and soluble sugar content had been studied. Meanwhile, the influence of different concentrations of PSB application and different spraying times on seedling height, chlorophyll and soluble sugar content also had been studied. The results indicated that PSB soaking could promote the germination and growth of corn, and increase chlorophyll and soluble sugar content. The most suitable soaking concentration of PSB was 10-fold dilution ( $p < 0.01$ ). Spraying PSB could increase corn seedling height, chlorophyll and soluble sugar content. The most suitable spraying concentration of PSB was 30-fold dilution ( $p < 0.01$ ).

**Keywords:** Corn; Photosynthetic bacteria; Seed germination; Biological characteristic

光合细菌(Photosynthetic Bacteria,简称 PSB)属原核生物界薄壁菌门中的厌氧光合菌纲,是自然界中重要的微生物类群,广泛分布于湖泊、池塘、水田、河川、海洋及湿润土壤中,能充分利用光能和低级有机物为营养源在厌氧条件下进行不放氧光合作用生长和繁殖<sup>[1]</sup>。光合细菌具有独特的生理生化特性,其发酵液中含有多种生理活性物质,如多种植物激素和核酸、水杨酸、多种氨基酸以及

单细胞蛋白质等,这些物质能促进种子发芽,打破种子休眠<sup>[2-3]</sup>;光合细菌能够产生许多促生因子、维生素、辅酶 Q 和光合色素等,激活植物细胞的活性,诱导植物的抗病毒活性,提高作物光合作用能力<sup>[4]</sup>;光合细菌菌液还富含脯氨酸和尿嘧啶等,这些物质作用于作物的生殖生长期,能促进花芽形成,提高结实率,同时提高果实品质<sup>[5]</sup>。张德咏<sup>[3]</sup>研究表明,辣椒、茄子和番茄种子经光合细菌菌液处理后,可以提高其发芽率、发芽势和成苗率。据钱森和<sup>[6]</sup>报道,大豆种子经光合细菌浸种和大豆幼苗喷施光合细菌后,大豆发芽率、活力指数、叶片叶绿素含量等指标均显著高于对照组。因此,在农

收稿日期:2011-12-22

基金项目:安徽省高校省级科学研究资助项目(KJ2010B285)

作者简介:钱森和(1978-),男,讲师,硕士,主要从事植物学教学和科研工作。

业上,光合细菌可以作为一种种子引发剂和高效菌肥具有重要作用<sup>[7]</sup>。

虽然目前有关光合细菌在蔬菜和一些农作物上的应用已有一些报道,但有关光合细菌在玉米品种上的应用研究未见报道。因此,本文采用不同浓度光合细菌菌液浸泡玉米种子,研究其对玉米种子萌发及部分生物学指标的影响;并用不同浓度光合细菌菌液喷施玉米叶片,研究光合细菌浓度和对玉米苗高以及叶片叶绿素和可溶性糖含量的影响,旨在为提高玉米生产的附加值提供一定的理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 玉米种子

旋风二号玉米种子。

#### 1.1.2 光合细菌菌种

安徽工程大学生物技术教研室保存的紫色非硫光合细菌(*Rhodospirillaceae*)。

#### 1.1.3 光合细菌培养基

根据微生物生长必需元素并参考相关文献后做适当修改。配方:乙酸钠 2.00 g、葡萄糖 1.00 g、硝酸铵 2.00 g、氯化钠 1.0 g、磷酸氢二钾 0.1 g、硫酸镁 0.2 g、新鲜蒸馏水 1 000 mL。待培养基冷却至 30℃后分装接种,然后调节 pH 值至所需值。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 PSB 菌株的活化和扩大培养

由于使用的是保藏菌种,使用前先进行菌种活化培养。将配制好的培养基在 121℃条件下灭菌 30 min。待培养基冷却至 30℃后用 50 mL 量筒量取 30 mL 菌种液接种至盛有 200 mL 液体培养基的葡萄糖水瓶中,并调节 pH 至 7.0,然后放入恒温光照培养箱中培养。以后每隔 12 h 测量一次培养液的 OD(660nm)值,同时调节 pH 至初始值。活化后的 PSB 再进一步进行扩大培养两次,可得到深红色的 PSB 菌种,用分光光度计测 OD<sub>660nm</sub> 为 0.495,以此吸光度的 PSB 菌体为原液,稀释成各种浓度后进行试验。

#### 1.2.2 不同浓度 PSB 菌液浸种试验

将扩大培养后的 PSB 菌液作为原液,并将原液分别稀释 10 倍、20 倍、30 倍和 40 倍。然后用 5 种浓度的 PSB 菌液浸泡玉米种子,其浸泡时间为 12 h。每处理 30 粒种子,试验设置 3 次重复,并以 PSB 空白培养基和蒸馏水作为对照。

#### 1.2.3 模拟田间出苗

取水分适宜的土壤经筛选后放置于发芽盒中,种子播于土壤中,均匀覆土约 1.5~2.0 cm 厚,于恒温光照条件培养箱中进行培养。根据发芽实际情况,进行初次计数,然后逐日记载发芽量直至一周后统计模拟田间出苗率,并计算发芽势;第 4 周后测量正常幼苗的苗高、叶片叶绿素含量和可溶性糖含量。

#### 1.2.4 不同浓度 PSB 菌液喷施试验

将玉米种子置于发芽盒中发芽后,在叶片喷施原液、稀释 10 倍、20 倍、30 倍和 40 倍的 PSB 菌液,每处理喷施 30 mL,每天早晚各喷 1 次,试验设置 3 次重复,并同样以 PSB 空白培养基和蒸馏水作为对照。

#### 1.2.5 发芽率测定

发芽率(G)=(萌发种子数/种子总数)×100%。

#### 1.2.6 发芽势的计算

发芽势(%)=(规定天数内发芽种子数/供试种子总数)×100%。

#### 1.2.7 叶绿素含量的测定

参考文献[8]。

#### 1.2.8 可溶性糖含量测定

参考文献[9]。

### 1.3 数据分析

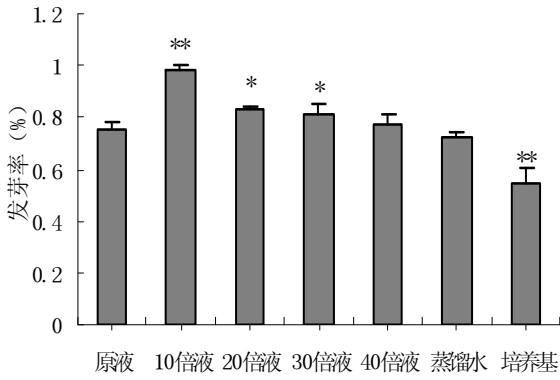
采用 Excel 数据软件进行数据处理和 SAS 8e (Statistical Analysis System) 系统软件进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度 PSB 浸种对玉米种子发芽率、发芽势和苗高的影响

利用 PSB 浸种实质上是对种子的生物引发,通过引发,能够有效地提高种子的活力。经不同浓度 PSB 浸泡后的玉米种子置于光照培养箱内萌发培养,一周后发芽已基本完成,其发芽率和发芽势结果如图 1 和图 2 所示。从中可以看出,PSB 原液浓度较高,通过其浸种不利于玉米种子的发芽,低浓度的 PSB 菌液浸种则其效果甚微,采用稀释 10 倍、20 倍和 30 倍的 PSB 浸种可以明显提高玉米种子的发芽率,其中稀释 10 倍的 PSB 浸种对发芽率的影响达到了极显著水平,稀释 20 倍和 30 倍的 PSB 对其影响达到显著水平。稀释 10 倍、20 倍和 30 倍的 PSB 浸种对发芽势的影响达到极显著水平,原液、稀释 40 倍 PSB 和培养基浸种对其影响达到显著水平;而培养基浸种对种子的发

芽有明显的抑制作用( $p < 0.01$ )。



注: 图中 \* 和 \*\* 分别表示与对照相比差异达 5% 和 1% 显著水平, 下同。

图 1 PSB 浸种对发芽率的影响

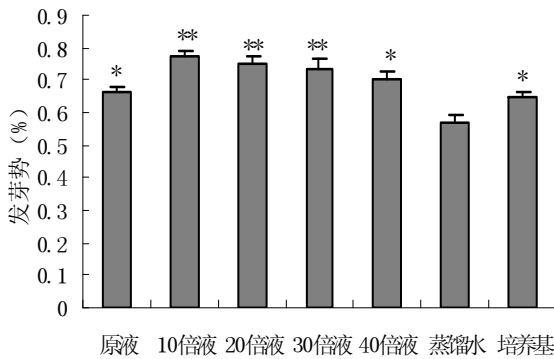


图 2 PSB 浸种对发芽势的影响

图 3 为不同浓度 PSB 对玉米幼苗苗高的影响。可以看出, 通过 PSB 处理的玉米种子, 其苗高明显高于对照。采用稀释 10 倍、20 倍、30 倍和 40 倍的 PSB 处理的玉米种子, 其苗高极显著高于蒸馏水对照, 原液和液体培养基处理显著高于对照, 培养基处理种子促进苗高的生长原因可能是种子表面附着的培养基营养成分有利于后期幼苗的生长。

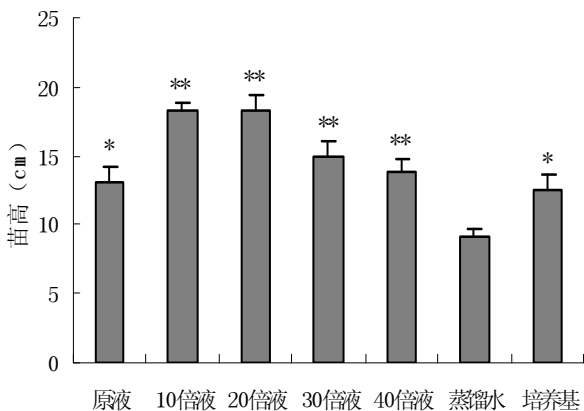


图 3 PSB 浸种对苗高的影响

## 2.2 不同浓度 PSB 浸种对玉米叶片叶绿素和可

## 溶性糖含量的影响

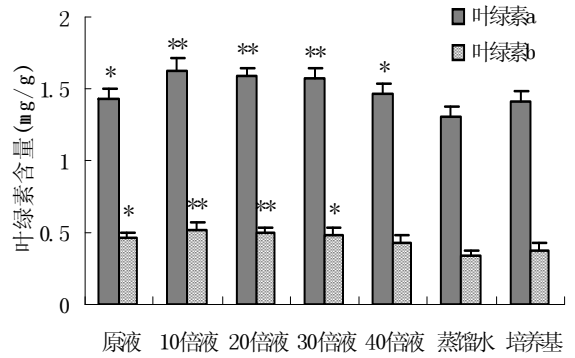


图 4 PSB 浸种对叶绿素含量的影响

叶绿素含量的高低直接影响到植物光合作用的大小。经不同浓度 PSB 处理的玉米叶片叶绿素含量见图 4。由图可知, PSB 浸种能够明显提高玉米叶片叶绿素含量, 稀释 10 倍、20 倍和 30 倍的 PSB 菌液处理的玉米种子, 其叶片叶绿素 a 含量极显著高于蒸馏水对照, 原液和稀释 40 倍显著高于对照; 稀释 10 倍和 20 倍的 PSB 处理的种子, 其叶片叶绿素 b 含量极显著高于对照, 原液和 30 倍液显著高于对照; 培养基浸种对叶绿素 a 和叶绿素 b 有一定的影响, 但差异不显著。

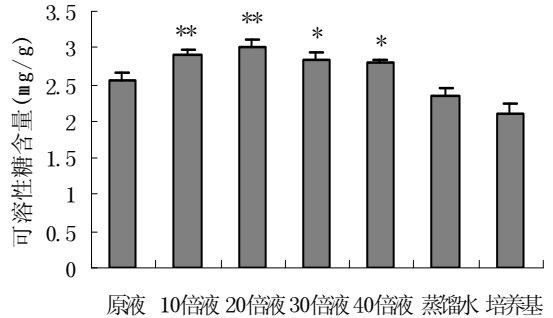


图 5 PSB 浸种对叶片可溶性糖含量的影响

叶片中可溶性糖含量的高低往往与光合作用的强弱有关, 经 PSB 处理的玉米叶片可溶性糖含量(图 5)也明显高于蒸馏水和培养基对照, 其中稀释 10 倍和 20 倍的菌液对可溶性糖含量的影响达到了极显著水平, 稀释 30 倍和 40 倍菌液对其影响达到了显著水平, 而原液和培养基浸种对其影响差异不显著。

综上所述, 采用稀释 10 倍、20 倍和 30 倍的 PSB 菌液浸泡玉米种子, 均能促进其种子的发芽、生长以及叶片叶绿素的合成和可溶性糖积累, 但以稀释 10 倍的菌液处理玉米种子效果最好。

## 2.3 不同浓度 PSB 喷施对玉米苗高的影响

PSB 菌液可以作为一种生物菌肥喷施于植物表面, 从而促进植物的生长。采用不同浓度的 PSB

对玉米幼苗叶片进行喷施, 其对幼苗苗高的影响见图 6。从中可以看出, PSB 浓度对玉米幼苗苗高有着重要的影响, 喷施稀释各种浓度的 PSB 菌液和液体培养基, 其苗高均高于对照组, 其中喷施 20 倍和 30 倍对其影响达到了极显著水平, 喷施原液、10 倍、40 倍和培养基达到了显著水平。

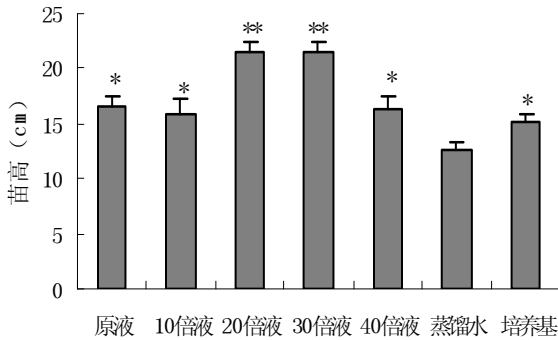


图 6 PSB 喷施对幼苗苗高的影响

#### 2.4 不同浓度 PSB 喷施对玉米叶片叶绿素和可溶性糖含量的影响

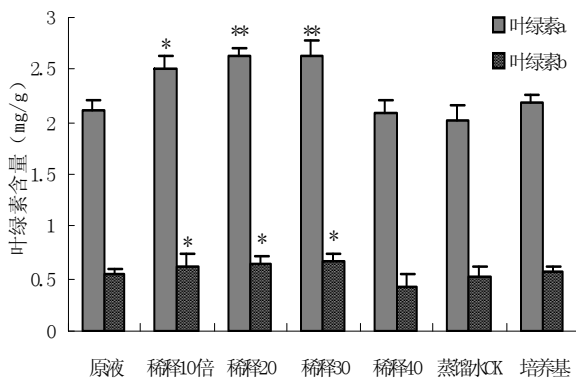


图 7 PSB 喷施对叶绿素含量的影响

PSB 可以利用小分子有机物合成植物所需的养分, 产生促生长因子, 提高植物的光合作用能力<sup>[10]</sup>。图 7 为不同浓度 PSB 喷施对玉米叶片叶绿素含量的影响。从中可以看出, 对叶面喷施稀释 10 倍、20 倍和 30 倍的 PSB 菌液, 能够明显提高叶片叶绿素 a 含量, 其中喷施稀释 20 倍和 30 倍菌液对叶绿素 a 的影响达到极显著水平, 喷施 10 倍菌液达到显著水平。喷施 10 倍、20 倍和 30 倍菌液对叶绿素 b 影响达到显著水平; 原液、40 倍菌液和培养基对叶片叶绿素 a 和叶绿素 b 含量没有明显的促进作用。

通过喷施适当浓度的 PSB 会提早种子萌发过程中酶的积累, 进而加速物质代谢和转化<sup>[11]</sup>。图 8 为不同浓度 PSB 喷施对叶片可溶性糖含量的影响。同样可以看出, 喷施各种浓度的 PSB 菌液对

玉米叶片可溶性糖的积累均有很多的促进作用, 其中喷施稀释 30 倍和 40 倍的菌液对可溶性糖积累的影响达到极显著水平, 其他浓度菌液达到显著水平, 喷施培养基不利于叶片可溶性糖的积累。

综上可以看出, 叶面喷施 30 倍菌液最有利于苗高的生长、叶绿素和可溶性糖的形成。

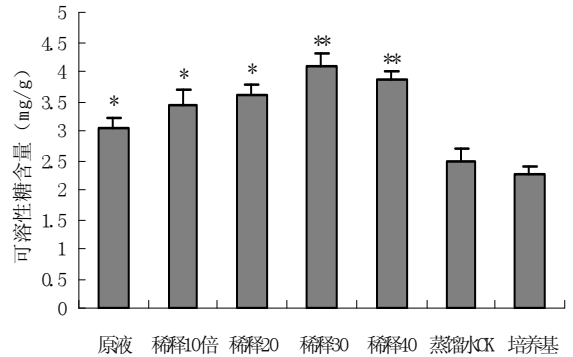


图 8 PSB 喷施对叶片可溶性糖含量的影响

### 3 讨论

应用种子引发剂解除种子休眠和促进种子萌发在农业生产上有着特别重要的意义, 其中 PSB 以其独特的生理功能和菌体丰富的营养作为一种新型种子引发剂备受关注<sup>[12]</sup>。在使用 PSB 引发过程中, PSB 作为种子保护剂, 并大量繁殖布满种子表面, 使种子免遭有害菌的侵袭, 从而促进植物种子萌发和幼苗的生长<sup>[13]</sup>; 但 PSB 的使用效果与菌液投放量、投放形式等多种因素密切相关, 使用不当就难以取得较好的效果<sup>[14]</sup>。本研究结果表明, 采用稀释 PSB 菌液处理的玉米种子, 其发芽率、发芽势、苗高、叶片叶绿素和可溶性糖含量高于其他处理组, 其中以稀释 10 倍的 PSB 菌液处理效果最好 ( $p < 0.01$ )。可能原因是 PSB 菌液中存在某些生长调节剂, 其浓度适宜可以促进种子的萌发和生长, 浓度过高或过低均达不到理想的效果<sup>[11]</sup>。另外, 高浓度的 PSB-B 菌液浸种会使种子吸水不完全, 不能完全激活种子的生命活动、提高种子的呼吸强度和促进养分的分解。

通过喷施 PSB 可能会改变植物叶表面微生物群态结构, 减少有害微生物, 增加有益微生物, 微生物通过分泌酶或其他代谢物改变叶内的蛋白质、糖等化学物质<sup>[3]</sup>。另外, 施用 PSB 后, 可以促进土壤的有效化, 加快有机物的分解, 固定氮素, 增进土壤肥力, 改善植物的营养条件, 从而为植物提供更多的可利用物质<sup>[15]</sup>。本研究发现在玉米表面喷施稀释 PSB 菌液能够明显提高 (下转第 58 页)

变化的农业与人口、农业环境演变等战略重新研究并有一个新的认识。

(1)适时调整农作物的种植结构,选育优良品种,以提高农作物的耐旱和耐高温能力。

(2)发展冬季农业,以求得热量资源的充分利用。

(3)从气温总体升高来看,反映气温回暖早,建议农户可适时早播、抢播,充分利用前期热量,根据各地积温区,可适时改变播种期,争取早出苗、出全苗。

(4)由于冬季气温明显升高,有利于病虫卵越冬,建议在抓紧秋收的同时,也要搞好秋翻地,使病虫卵无法越冬。

(5)针对降水波动的加剧和旱涝灾害的频繁发生,应发展规模农业,强化排灌设施建设特别是推广喷灌技术和地下灌溉技术,增强抵御自然灾害的综合能力。

(6)减少化学肥料的使用量,增施农家肥以增

加土壤腐殖质的含量,改良土壤。

(7)保护环境,提高人们的生态意识,植树造林,增加绿地,控制城市污染,改善局地小气候,保持生态相对平衡。

根据 40 年气候变化趋势来看,总体变化有利于农业生产的发展,结合实际情况,科学合理地利用好气候资源,采用科技兴农的先进技术和措施。

参考文献:

- [1] 林学椿. 近 40 年我国气候趋势[J]. 气象, 1990, 16(10): 16-21.
- [2] 刘明春, 蒋菊芳, 魏育国, 等. 气候变暖对甘肃省武威市主要病虫害发生趋势的影响[J]. 安徽农业科学, 2009(20): 9522-9525, 9531.
- [3] 周平. 全球气候变化对我国农业生产的可能影响与对策[J]. 云南农业大学学报, 2001, 16(1): 1-4.
- [4] 霍治国, 刘万才. 试论开展中国农作物病虫害危害流行的长期气象预测研究[J]. 自然灾害学报, 2000, 9(1): 117-121.
- [5] 王效瑞, 田红. 安徽气候变化对农业影响的量化研究[J]. 安徽农业大学学报, 1999, 26(4): 493-498.
- [6] 吴志祥, 周兆德. 气候变化对我国农业生产的影响及对策[J]. 华南热带农业大学学报, 2004, 10(2): 7-11.

(上接第 37 页)玉米的苗高、叶片叶绿素和可溶性糖含量,且以稀释 30 倍的 PSB 处理效果最佳( $p < 0.01$ );浓度过高或过低均达不到较好的效果。其可能原因主要是取决于菌液中 PSB 的数量,菌液稀释倍数大,PSB 数量较少,产生的活性物质也就越少;菌液稀释倍数小,PSB 数量较多,产生过多的活性物质往往会起到抑制作用<sup>[16]</sup>,但其具体原因还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 王秋菊. 光合细菌在植物上的研究现状与展望[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2006, 18(5): 25-29.
- [2] 郑卓辉, 梁文健, 彭增明, 等. 光合细菌在农业上的应用[J]. 广东农业科学, 2007(3): 102-104.
- [3] 张德咏, 刘勇. 光合细菌 PSB-1 对几种蔬菜种子发芽及成苗作用[J]. 湖南农业科学, 2001(1): 31-32.
- [4] Terrance E M, Michael A C. Discovery and characterization of electron transfer proteins in the photosynthetic bacteria[J]. Photosynthesis Research, 2003, 76(1-3): 111-126.
- [5] 吴小平, 吕川冰, 陈锋. 光合细菌在种植业上的应用研究[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(2): 278-281.
- [6] 钱森和, 厉荣玉, 杨超英, 等. PSB 对大豆种子活力及其生物学特性影响的研究[J]. 种子, 2009, 28(11): 25-28.
- [7] 杨绍斌, 曾艳君, 马俊驰, 等. 复合光合细菌在蔬菜绿色食品

生产中的应用[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(6): 1075-1076.

- [8] 王英典, 刘宁. 植物生物学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [9] 陈怡平, 李丽, 王勋陵, 等. He-Ne 激光和 KT 对小麦种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 激光生物学报, 2002, 11(6): 412-416.
- [10] 陈克, 杜国营, 冯冰冰, 等. 光合细菌在蔬菜栽培及废水处理中的应用[J]. 农业与技术, 2005, 25(6): 106-110.
- [11] 胡青平, 卫红萍, 高红, 等. 光合细菌 PSB-B 浸种对小麦种子萌发的影响[J]. 麦类作物学报, 2011, 31(4): 720-723.
- [12] 徐成斌, 孟雪莲, 马溪平, 等. 光合细菌的特性及其在产业中的应用[J]. 现代农业科技, 2010(9): 11-12.
- [13] Callan N.W., Mathre D. E. and Miller J. B. Field performance of sweet corn seed bio-primed and coated with *Pseudomonas fluorescens* AB 254 [J]. Hort Science, 1991(26): 1163-1165.
- [14] 马文丽, 张荷玲, 杨素萍. 光合细菌对  $Cd^{2+}$  胁迫下黑小麦幼苗生长及抗氧化酶的影响[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(6): 1059-1064.
- [15] 李俊峰, 王梦亮. 光合细菌对农田生态系统的影响[J]. 山西农业科学, 2002, 30(1): 52-56.
- [16] 佟小刚, 蒋卫杰, 尹明安, 等. 无土栽培基质中的微生物及其对作物生长发育的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(3): 544-550.