

DOI:10.11937/bfyy.201701003

# 胶质芽孢杆菌菌剂对四种蔬菜种子发芽及幼苗生长的影响

李青梅<sup>1</sup>, 陆秀君<sup>2</sup>, 马 里<sup>3</sup>, 李博文<sup>1</sup>, 刘文菊<sup>1</sup>

(1. 河北农业大学 资源与环境科学学院, 河北 保定 071000; 2. 河北农业大学 植物保护学院, 河北 保定 071000;

3. 河北省永清县蔬菜管理局, 河北 永清 065600)

**摘 要:**以胶质芽孢杆菌菌剂为研究对象,研究了其对黄瓜、番茄、茄子及辣椒4种蔬菜种子发芽率及幼苗生长的影响。结果表明:该菌剂处理的黄瓜、番茄、茄子和辣椒种子发芽率均高于对照组,依次是对照的1.10、1.10、1.07、1.07倍;处理组幼苗根长分别比对照增加3.76%、32.82%、1.50%和15.70%;处理组幼苗干质量分别比对照增加36.36%、-12.82%、3.13%、16.67%,G值、根冠比与对照无显著差异。综上所述,胶质芽孢杆菌菌剂能够提高4种蔬菜种子的发芽率,但对蔬菜幼苗根生长的影响因蔬菜种类不同而异。

**关键词:**胶质芽孢杆菌菌剂;蔬菜种子;发芽率;幼苗

**中图分类号:**S 604<sup>+</sup>.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0010-04

随着蔬菜产业的发展和工厂化农业的推进,蔬菜育苗从传统的土方育苗,营养钵育苗逐步向工厂化穴盘基质育苗方向发展<sup>[1]</sup>。穴盘基质育苗过程中,保证幼苗的营养是一个关键问题。培育壮苗不仅为作物增产奠定基础,而且可提高作物抗性<sup>[2]</sup>。育苗基质是影响幼苗生长质量的关键因素,钾素对作物幼苗的生长十分重要。研究表明,钾素对番茄幼苗的生长及壮苗指数等影响较大,适度钾肥能够促进番茄幼苗根系的发育,改善根系的营养状况,提高根系对养分的吸收<sup>[3-5]</sup>。目前,基质育苗中,钾肥主要以硫酸钾、磷酸二氢钾等形式加入基质中,以促进幼苗生长,提高幼苗质量。胶质芽孢杆菌菌剂是一种微生物菌剂,施入土壤后,可以在植物根际长时间存活,除了可以使土壤中难溶性K、P、Si等转变为可利于植物生长的物质,还可产生多种生物活性物质,如释放刺激植物生长的激素和多种酶,促进植物生长<sup>[6-7]</sup>,并且增强作物对病害的抵抗能力<sup>[8]</sup>,此外,胶质芽孢杆菌菌剂是一种活菌制剂,其作用机理是该菌将土壤中难溶性钾转化成可以被植物吸收利用

的钾,从而促进植物生长,与化学肥料相比,可以避免施用过度而抑制种子发芽及萌芽初期生长<sup>[9]</sup>,或使用过少会造成育苗后期养分缺乏,减少环境污染等问题,可有效替代一些化学肥料。研究表明,胶质芽孢杆菌能增加作物根部和体内养分含量,进而促进其生长,提高其产量和品质<sup>[10-12]</sup>。该试验通过在育苗基质中添加胶质芽孢杆菌菌剂,研究其对黄瓜、番茄、茄子、辣椒幼苗生长的影响,以期对工厂化高质量育苗提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试菌株:胶质芽孢杆菌菌剂,有效活菌数 $4 \times 10^8$  cfu · mL<sup>-1</sup>,由河北润沃生物科技有限公司提供。

供试蔬菜种子:黄瓜、番茄、茄子、辣椒种子,购自保定市益农种业有限公司。

供试穴盘基质:草炭:珍珠岩:蛭石=13:3:4配制而成,其中碱解氮 942.48 mg · kg<sup>-1</sup>、速效磷 1.61 mg · kg<sup>-1</sup>、速效钾 305.64 mg · kg<sup>-1</sup>、有机质 440.14 g · kg<sup>-1</sup>、pH 5.85。

### 1.2 试验方法

1.2.1 胶质芽孢杆菌对4种蔬菜种子发芽势的影响 胶质芽孢杆菌菌悬液的制备:将胶质芽孢杆菌菌剂采用逐级稀释法稀释至 $1 \times 10^{-3}$ 备用。蔬菜种子试验前处理:分别将4种蔬菜种子先用50~60℃

**第一作者简介:**李青梅(1989-),女,硕士研究生,研究方向为土壤环境质量评价与监控。E-mail:liqm1989@163.com.

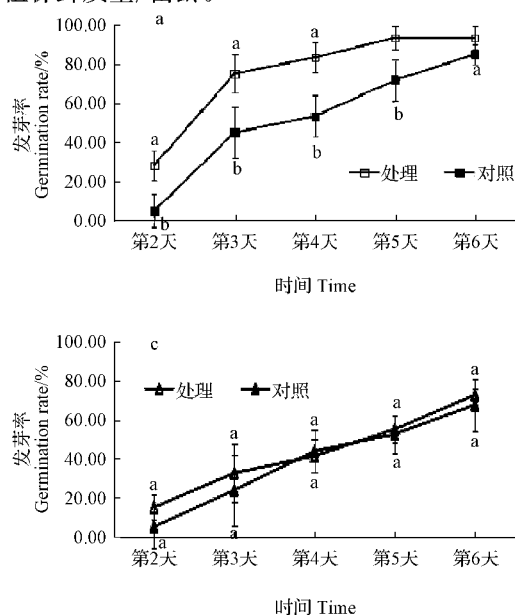
**责任作者:**李博文(1963-),男,博士,教授,现主要从事土壤与环境科学等研究工作。E-mail:kjli@hebau.edu.cn.

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2015BAD23B01)。

**收稿日期:**2016-10-08

的热水浸种 15 min。待温度降到 30 ℃ 后,保持温度再浸种 4 h 左右。用 5% 次氯酸钠消毒 3 min,后用灭菌水洗 3 次,备用。将蔬菜种子放入含有滤纸的灭菌培养皿中,每皿 20 粒种子,加入稀释至  $1 \times 10^{-3}$  的胶质芽孢杆菌菌悬液,每处理 4 次重复。并以加灭菌水处理为对照,自种子发芽的第 1 天起逐日记录发芽数,计算发芽率(%),发芽指数。发芽率(%) = 种子发芽数/种子总数  $\times 100$ ; 发芽指数(GI) =  $\sum(Gt/Dt)$ 。

1.2.2 胶质芽孢杆菌对 4 种蔬菜种子幼苗生长的影响 将蔬菜种子催芽后放入装有育苗基质的 25 孔穴盘中,每穴放 1 颗种子,处理浇兑水的菌剂,对照浇清水,室温下培养,35 d 后取黄瓜、番茄、茄子及辣椒植株测量植株株高、根长及鲜质量,将幼苗洗干净,105 ℃ 杀青 30 min,75 ℃ 将幼苗烘干至恒重,称量植株干质量,并计算根冠比、G 值等<sup>[6]</sup>。根冠比 = 根部干质量/地上部干质量;G 值( $g \cdot d^{-1}$ ) = 植株鲜质量/苗龄。



注:a,黄瓜;b,番茄;c,茄子;d,辣椒。

Note:a,cucumber;b,tomato;c,eggplant;d,hot pepper.

图 1 胶质芽孢杆菌菌剂对蔬菜种子发芽率随时间的变化情况

Fig. 1 Changes of germination rate of vegetable seeds treated with *Bacillus mucilaginosus* agents

## 2.2 胶质芽孢杆菌对 4 种幼苗生长的影响

2.2.1 胶质芽孢杆菌对 4 种幼苗株高和根长的影响 由表 1 可知,胶质芽孢杆菌菌剂处理黄瓜、番茄、茄子、辣椒幼苗根长分别比对照增加 3.76%、32.82%、1.50%、15.70%;胶质芽孢杆菌菌剂处理茄子、辣椒幼苗株高分别比对照增加 22.67%、13.45%,黄瓜幼苗株高与对照无明显差异,番茄株高比对照减少 28.05%。

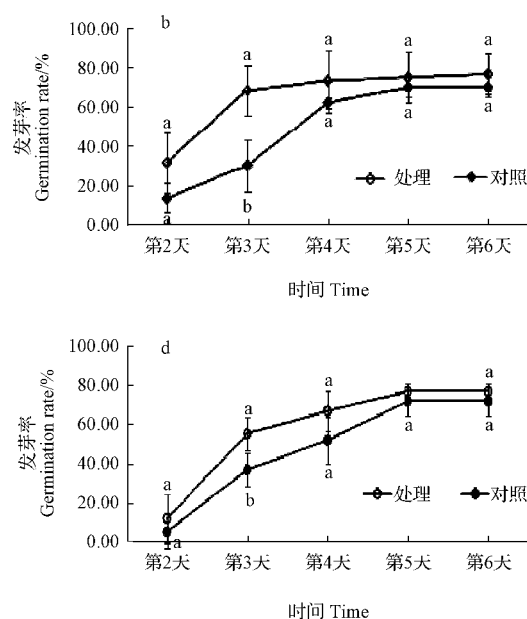
## 1.3 数据分析

数据、图表处理在 Microsoft Excel 软件中进行,采用 SPSS 软件对试验数据进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 胶质芽孢杆菌对 4 种种子发芽势的影响

由图 1 可知,胶质芽孢杆菌菌剂处理蔬菜种子与对照相比萌发快,发芽率高。胶质芽孢杆菌处理黄瓜、番茄、茄子、辣椒种子第 6 天发芽率分别为 93.33%、76.67%、72.50%、76.67%,分别是对照的 1.10、1.10、1.07、1.07 倍;经统计,胶质芽孢杆菌菌剂处理黄瓜、番茄、茄子、辣椒 4 种蔬菜种子发芽指数分别为 18.85、16.94、10.34、13.79,分别比对照高 58.80%、46.67%、19.95%、27.92%。说明胶质芽孢杆菌处理可以提高黄瓜、番茄、茄子、辣椒 4 种蔬菜种子的发芽率和发芽指数,这可能与胶质芽孢杆菌的次生代谢产物有关,其能够改变微环境的 pH,影响有关酶的活性从而促进蔬菜种子的萌发<sup>[13]</sup>。



2.2.2 胶质芽孢杆菌对 4 种蔬菜幼苗鲜质量和干质量的影响 由表 2 可知,胶质芽孢杆菌菌剂处理茄子、辣椒幼苗鲜质量分别比对照增加 31.58%、21.43%,黄瓜幼苗鲜质量与对照无差异,番茄幼苗鲜质量比对照减少 31.82%;胶质芽孢杆菌菌剂处理黄瓜、茄子、辣椒幼苗干质量分别比对照增加 36.36%、3.13%、16.67%,番茄幼苗干质量比对照减少 12.82%。

表 1 胶质芽孢杆菌菌剂对 4 种蔬菜  
幼苗株高和根长的影响

Table 1 Effects of *Bacillus mucilaginosus* agents on the shoot and length of root of four vegetable seedlings cm

处理	平均株高	平均根长
Treatment	Average length of shoot	Average length of root
黄瓜 处理	11.40a	12.15a
Cucumber 对照	11.66a	11.71a
番茄 处理	9.54b	13.84a
Tomato 对照	13.26a	10.42b
茄子 处理	4.60a	10.16a
Eggplant 对照	3.75b	10.01a
辣椒 处理	6.75a	10.17a
Hot pepper 对照	5.95b	8.79b

表 2 胶质芽孢杆菌菌剂对 4 种蔬菜  
幼苗鲜质量和干质量的影响

Table 2 Effects of *Bacillus mucilaginosus* agents on the fresh weight and dry weight of four vegetable seedlings g

处理	鲜质量	干质量
Treatment	Fresh weight per plant	Dry weight per plant
黄瓜 处理	1.50a	0.75a
Cucumber 对照	1.50a	0.55b
番茄 处理	0.60b	0.34b
Tomato 对照	0.88a	0.39a
茄子 处理	0.50a	0.33a
Eggplant 对照	0.38b	0.32a
辣椒 处理	0.51a	0.35a
Hot pepper 对照	0.42b	0.30b

2.2.3 胶质芽孢杆菌对 4 种幼苗根发育的影响  
由表 3 可知,胶质芽孢杆菌菌剂处理黄瓜 G 值与对照相比无显著差异,茄子、辣椒 G 值与对照相比分别增加 27.27%、16.67%,番茄 G 值与对照相比降低 29.17%,但差异不显著;胶质芽孢杆菌菌剂处理黄瓜幼苗根冠比与对照相比无显著差异,番茄根冠比与对照相比增加 6.94%,茄子、辣椒根冠比与对照相比降低 11.46%、2.25%,但差异均不显著。

表 3 胶质芽孢杆菌菌剂对 4 种蔬菜  
幼苗 G 值和根冠比的影响

Table 3 Effects of *Bacillus mucilaginosus* agents on G value and root/shoot of four vegetable seedlings

处理	G 值	根冠比
Treatment	G value/(g · d <sup>-1</sup> )	Root/Shoot
黄瓜 处理	0.042a	0.50a
Cucumber 对照	0.042a	0.50a
番茄 处理	0.017a	0.77a
Tomato 对照	0.024a	0.72a
茄子 处理	0.014a	0.85a
Eggplant 对照	0.011a	0.96a
辣椒 处理	0.014a	0.87a
Hot pepper 对照	0.012a	0.89a

### 3 结论与讨论

该试验结果表明,胶质芽孢杆菌菌剂处理后 4 种蔬菜种子萌发快,发芽率高。胶质芽孢杆菌菌剂处理能够促进 4 种蔬菜幼苗根长的生长,且促进茄子、辣椒植株的生长;增加植株鲜质量、干质量、G 值及根冠比;但是对于不同的蔬菜幼苗,其影响不同。

综合分析胶质芽孢杆菌菌剂对蔬菜种子发芽率、根长、株高、鲜质量及综合指标的影响,推断出胶质芽孢杆菌菌剂能够提高 4 种蔬菜种子的发芽率,促进蔬菜幼苗根生长。

目前,胶质芽孢杆菌已烟草、棉花及花生等经济作物上。吴江利等<sup>[13]</sup>、张宇羽等<sup>[14]</sup>研究表明,苗床添加胶质芽孢杆菌菌肥对烟草幼苗的生长发育及营养物质的吸收累积具有促进作用,胶质芽孢杆菌发酵液能够缩短棉花种子发芽的时间,提高种子的发芽率,并且促进茎和侧根的生长,增加植株鲜质量。常文智等<sup>[15]</sup>研究表明,施用胶质类芽孢杆菌可以有效提高土壤酶活和增加细菌数量,可以使花生增产 10.4%。而胶质芽孢杆菌菌剂在穴盘蔬菜育苗上的应用较少,该试验结果可能与胶质芽孢杆菌具有解钾功能,其菌体自身代谢产生有机酸、氨基酸、多糖、激素等物质以促进植株生长有关,关于胶质芽孢杆菌菌剂对蔬菜幼苗养分吸收及营养物质的积累具体影响机理需进一步研究。

#### 参考文献

- [1] 刘卫东. 蔬菜栽培[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 217.
- [2] 冯惠英, 黄品湖, 郭秀珠, 等. 蔬菜育苗应用微生物菌肥的研究[J]. 上海蔬菜, 2003(5): 60-61.
- [3] 赵明, 李祥云, 高峻岭, 等. 育苗基质不同施肥量对茄果类蔬菜幼苗生长的影响[J]. 土壤肥料, 2002(5): 11-14.
- [4] 高贤彪. 蔬菜施肥新技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 23-28.
- [5] 高慧, 孙春香. 不同钾水平对番茄幼苗生长的影响[J]. 长江蔬菜, 2007(8): 54-55.
- [6] 刘五星, 徐旭士, 杨启银, 等. 胶质芽孢杆菌对土壤矿物的分解作用及机理研究[J]. 土壤, 2004, 36(5): 92-95.
- [7] 李凤汀, 郝正然, 杨则瑗. 硅酸盐细菌 HM8841 菌株解钾作用的研究[J]. 微生物学报, 1997, 37(1): 79-81.
- [8] TAUSON E L, VINOGRADOV E Y. Extracellular enzymes of *Bacillus mucilaginosus*[J]. Mikrobiologiya, 1988, 57(2): 236-240.
- [9] 王广印, 周秀梅, 张建伟, 等. 不同黄瓜品种种子萌发期的耐盐性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3): 299-303.
- [10] 常文智. 胶质类芽孢杆菌溶磷分子机理探索及其对土壤生态效应的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2013: 50-53.
- [11] LI X, WU Z, LI W, et al. Growth promoting effect of atransgenic *Bacillus mucilaginosus* on tobacco planting[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2007, 74(5): 1120-1125.
- [12] 常文智, 马鸣超, 李力, 等. 施用胶质类芽孢杆菌对土壤生物活性和花生产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2014(1): 84-89.
- [13] 吴江利, 罗学刚, 李保强, 等. 胶质芽孢杆菌 *Bacillus mucilaginosus* 的分离及对荒漠沙中棉花种子发芽的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(6): 77-82.
- [14] 张宇羽, 蔡艳, 王昌全, 等. 苗床添加胶质芽孢杆菌菌肥 2 种烟草幼苗生长和养分吸收的影响[J]. 土壤通报, 2015, 46(3): 676-681.
- [15] 常文智, 马鸣超, 李力, 等. 施用胶质类芽孢杆菌对土壤生物活性和花生产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2014(1): 84-89.

DOI:10.11937/bfyy.201701004

# 低温弱光胁迫对西葫芦幼苗生长指标的影响

宋金亮, 朱磊, 王震, 王林忠, 孙守如

(河南农业大学 园艺学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:**以“珍玉8号”和“珍玉10号”2个西葫芦品种为试材,采用4种不同的温光组合进行低温弱光和恢复处理,研究低温弱光和恢复过程中西葫芦生理指标的变化。结果表明:低温弱光条件下,随着光照和温度的降低,西葫芦株高、茎粗、叶面积的增长量及西葫芦叶片中可溶性蛋白质含量和超氧化物歧化酶(SOD)活性均有不同程度的降低;而可溶性糖含量和过氧化物酶(POD)活性整体升高;恢复后发现,适当的低温(15℃/8℃)和弱光(30  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )对植株的生长影响不大,低温(15℃/8℃)强光(60  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )和过高的胁迫强度(10℃/5℃、30  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )会显著抑制西葫芦的生理生化变化。其中“珍玉10号”对低温弱光的适应性和恢复力均强于“珍玉8号”;综上所述,过低的温度和弱光严重影响西葫芦的生长发育,该试验中低温(15℃/8℃)和弱光(30  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )是最佳处理。

**关键词:**低温弱光;西葫芦;生长;生理指标

**中图分类号:**S 642.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0013-05

西葫芦(*Cucurbita pepo* L.)属葫芦科南瓜属一年蔓生草本植物,原产于北美洲南部,我国于19世

纪中叶开始引入栽培。因其具有药用价值高、营养丰富、储运方便、生长期短、产量高、适宜间作套作等优点,现已成为冬春季设施栽培主要蔬菜作物之一。但保护地生产普遍存在偏低温(白天低于20℃,夜晚0~12℃或更低)和弱光(5 000 lx以下)以及短期的临界低温(白天15℃左右,夜晚4~8℃)的问题<sup>[1]</sup>。这些对西葫芦的生长、光合作用、碳和氮代谢、酶活性和干物质积累都产生一定程度的影响,使其生理活性失调、生长停止、叶片卷曲、沤根、化瓜、

**第一作者简介:**宋金亮(1991-),男,河南周口人,硕士研究生,研究方向为蔬菜育种。E-mail:1149420467@qq.com.

**责任作者:**孙守如(1963-),男,河南封丘人,教授,硕士生导师,现主要从事蔬菜种质资源创新和新品种选育等研究工作。

**基金项目:**河南省科技攻关计划资助项目(152102110065)。

**收稿日期:**2016-10-11

## Effect of *Bacillus mucilaginosus* Agents on Four Species Vegetable Seeds Germination and Seedling Growth

LI Qingmei<sup>1</sup>, LU Xiujun<sup>2</sup>, MA Li<sup>3</sup>, LI Bowen<sup>1</sup>, LIU Wenju<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment Science, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000; 2. College of Plant Protection, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000; 3. Yongqing County Vegetable Administration of Hebei Province, Yongqing, Hebei 065600)

**Abstract:** The aim of this study was to investigate the influence of *Bacillus mucilaginosus* agents on the germination rate and seedling growth of cucumber, tomato, eggplant and pepper seeds. The results showed that germination rate of cucumber, tomato, eggplant and pepper seeds with *Bacillus mucilaginosus* agents were 1.10, 1.10, 1.07 and 1.07 times of control. The root length of treatment group was increased by 3.76%, 32.82%, 1.50% and 15.70% respectively. In the treatment group, the dry weight of seedlings was increased by 36.36%, -12.82%, 3.13%, 16.67%, respectively. G value, the root shoot ratio had no significant difference with CK. In summary, *Bacillus mucilaginosus* agents could improve germination rate of four kinds of vegetable seeds, however, the effect of root growth of vegetable seedlings varied with different vegetable species.

**Keywords:** *Bacillus mucilaginosus* agents; vegetable seeds; germination rate; seedling