

黄瓜防病促长型微生物制剂的筛选与利用

安亚虹 周珩 李婧 宁大志 张钰 郭世荣*

(南京农业大学园艺学院, 农业部南方蔬菜遗传改良重点开放实验室, 江苏南京 210095)

摘要:以黄瓜品种津研4号为试材, 采用基质栽培, 研究了7种微生物制剂对黄瓜幼苗生长、叶绿素含量及净光合速率的影响, 筛选出具有明显促长效果的生物制剂, 并测试了其对黄瓜枯萎病的防病效果。研究表明, 每4 L基质中添加创博微生物菌剂10 mL(稀释600倍液)或“爸爱我”(Bio)生物有机肥30 g对黄瓜促长防病效果较好, 定植后植株的抗病能力明显高于对照, 相对防效分别为14.5%和27.4%。为促进有机基质栽培黄瓜植株生长、防止枯萎病的发生, 可在4 L有机育苗基质中添加30 g“爸爱我”(Bio)生物有机肥。

关键词: 黄瓜; 枯萎病; 促长; 微生物制剂

黄瓜是大众喜食的蔬菜作物之一, 设施栽培普遍, 但连作重茬及复种指数较高, 加上生育期多高温高湿气候, 易发生连作障碍(侯红利等, 2008; 王涛等, 2010)。黄瓜枯萎病在黄瓜连作生产中为害严重, 甚至导致绝产, 已成为黄瓜可持续生产中的一大障碍(段广荣等, 2010)。长期以来, 人们试图通过多种方式解决连作障碍, 如轮作、嫁接、选育抗病品种等, 但由于受到土地使用制度、砧木选择、育种时间及栽培环境等因素的影响, 这些技术的应用受到一定的限制(王涛等, 2010)。目前, 生产上主要还是以化学防治为主, 但化学防治又受农药品种数量、农药适宜环境的限制, 并在使用过程中易造成环境污染。作为病害防治方法之一的生物防治, 有时具有良好的防治效果。近年来, 国内外广泛利用有益微生物及其代谢产物来抑制病原菌的生存和活动, 使得这一防治策略发展迅速(程亮等, 2003; 侯红利等, 2008)。

生防菌制品含有大量的有益活菌物质及多种天然发酵活性物质, 能够在根区繁殖形成有利于作

物生长的微生物优势菌群来调节根际营养环境, 协助作物吸收营养, 改善和恢复土壤微生态平衡(解开治等, 2009; 王涛等, 2010)。活菌物质形成的菌根增加了植物对矿质元素的吸收, 改善了植物的营养状况, 促进了作物的生长, 代谢产生的激素类物质能有效抑制多种真菌、细菌、病毒等造成的病害, 最大限度地减轻土传病害的发生(耿广东等, 2008; 于恩晶等, 2010; 李建华等, 2011)。枯草芽孢杆菌是自然界分布非常广泛的一种生防菌, 是土壤和植物微生态优势种群之一, 它可以产生多种对植物病害有防治作用的抗菌物质, 包括脂肽类和肽类抗生素, 利用枯草芽孢杆菌产生的抗菌物质对作物病害进行预防和治疗已有成功的例子(刘年浪等, 2006)。本试验选取7种含有枯草芽孢杆菌的生防菌剂或菌肥, 与育苗营养基质组合应用, 探讨不同微生物制剂对黄瓜幼苗生长、叶绿素含量及净光合速率的影响, 筛选出具有明显促长效果的生物制剂, 测试了其对黄瓜枯萎病的防病效果, 并对最佳微生物制剂、最佳使用浓度进行了研究, 以达到防病促长的目的。

1 材料与方法

1.1 试材与处理

选用黄瓜(*Cucumis sativus* L.)品种津研4号为试验材料, 试验在南京农业大学试验基地的现代化温室中进行, 于2011年9月至2012年5月重复

安亚虹, 女, 硕士研究生, 主要从事蔬菜学研究, E-mail: 2013104049@njau.edu.cn

* 通讯作者 (Corresponding author): 郭世荣, 教授, 博士生导师, 主要从事设施园艺与无土栽培研究, E-mail: srguo@njau.edu.cn

收稿日期: 2013-11-14; 接受日期: 2013-12-23

基金项目: 南京农业大学大学生创业项目(1114CY02), 江苏省农业三项工程项目[SXGC(2013)331], 现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-25-C-03)

进行2次。种子于28~30℃培养箱中催芽,采用50孔穴盘育苗,基质配方为等体积的草炭和醋糟,容重为 $0.29\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,总孔隙度为73.2%,EC值 $3.2\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$,pH值6.37。

试验所用的3种生防菌肥(生物有机肥)为:南京农业大学研制的“爸爱我”(Bio)生物有机肥(简称Ba),苏柯汉生物工程有限公司提供的苏柯汉菌肥(S),青岛百事达生物肥料有限公司提供的三帝生物有机肥(D);4种生防菌剂为:中国农业科学院与北京启高生物科技有限公司联合开发的菌

剂B006(B)和混合菌剂E(E),上海创博生态工程有限公司开发的创博微生物菌剂(Y),湖北启明生物工程有限公司提供的启明微生物菌剂(Q)。根据用法、用量各设5个浓度梯度混入育苗基质中(每穴盘装入4L基质,加入不同用量微生物制剂)进行穴盘育苗,各种制剂用量及简称见表1,并设置空白对照CK(即不添加任何微生物制剂)。播种后第28天时取样,测定植株生长指标和光合作用参数。

从供试的7种微生物制剂中筛选出2个促长效果较好的微生物制剂处理,将其穴盘苗定植到

表1 微生物制剂及其用量

名称	简称	处理(每个穴盘基质中微生物制剂的用量)				
“爸爱我”(Bio)	Ba	Ba10(10g)	Ba20(20g)	Ba30(30g)	Ba40(40g)	Ba50(50g)
苏柯汉菌肥	S	S10(10g)	S20(20g)	S30(30g)	S40(40g)	S50(50g)
三帝生物有机肥	D	D10(10g)	D20(20g)	D30(30g)	D40(40g)	D50(50g)
B006	B	B2(2g)	B6(6g)	B10(10g)	B14(14g)	B18(18g)
混合菌剂E	E	E2(2g)	E6(6g)	E10(10g)	E14(14g)	E18(18g)
创博微生物菌剂	Y	Y400(10mL稀释400倍)	Y500(10mL稀释500倍)	Y600(10mL稀释600倍)	Y700(10mL稀释700倍)	Y800(10mL稀释800倍)
启明微生物菌剂	Q	Q2(2g)	Q6(6g)	Q10(10g)	Q14(14g)	Q18(18g)

栽培桶中(容积14L,装10L基质),定植时补充1次菌肥或菌剂,按育苗试验中的最大剂量进行添加,同时定植空白对照,各50株。定植后第7天用灌根法接种黄瓜枯萎病病菌,孢子浓度为 $1\times 10^7\text{ cfu}\cdot\text{mL}^{-1}$,用量100mL,14d后重复接菌1次。常规管理,观察记录植株发病情况,记录发病日期,最后进行数据统计。

1.2 测定方法

1.2.1 基质的理化性状 参照郭世荣(2003)的方法测定基质的容重、孔隙度;称风干基质10g浸泡在50mL去离子水中,经3h后提取滤液,测定pH值、电导率(EC)。

1.2.2 幼苗生长量 随机选10株28日龄黄瓜幼苗,用直尺测量幼苗的株高(根基到生长点),游标卡尺测量茎粗(子叶下1cm处);测定地上部和地下部鲜质量,105℃杀青15min,75℃烘干至恒重,测定地上部和地下部干质量;用台式扫描仪(EPSON EXPERSIN 1680)将新鲜的黄瓜幼苗生长点下第2片功能叶和根系图像扫描入电脑,再用图像分析软件Win RHIZO(加拿大Regent Instruments公司)分析叶面积、总根体积等。

1.2.3 叶绿素含量和净光合速率 采用乙醇:丙

酮:水为4.5V:4.5V:1V浸提法测定叶绿素含量;用便携式光合测定系统(Li-6400型,美国)于晴天9:00~11:00进行光合参数的测定,测定叶位为生长点下第2片叶片,测定时叶室温度控制在 $(25\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$,光照强度控制在 $800\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,参比室 CO_2 浓度为 $(380\pm 10)\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$,相对湿度为60%~70%。

1.2.4 病情指数 生防菌肥与生防菌剂抗病性对比试验中,接种黄瓜枯萎病病菌后调查发病情况,根据丁建成等(2008)制定的黄瓜枯萎病发病严重度分级标准,计算病情指数及防效。

黄瓜枯萎病发病严重度分级标准:0级,根、茎、叶生长正常;I级,1/4以下根、茎变黄,植株稍有矮化;II级,1/4~1/2根、茎变黄,下部叶脉褪色;III级,1/2~3/4根、茎变黄,茎基纵裂;IV级,3/4以上根、茎变黄或直接枯萎死亡。

病情指数 = $\Sigma(\text{各级发病株数} \times \text{各级病情严重度代表值}) / (\text{最高级代表值} \times \text{调查总株数}) \times 100$

防效 = $(\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}) / \text{对照病情指数} \times 100\%$

1.3 数据分析

采用SAS 9.0软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 微生物制剂对黄瓜幼苗生长的影响

如表 2 所示, 育苗基质中添加不同浓度的生防菌剂 Y、Q、E, 均能不同程度地增加黄瓜幼苗的株高、茎粗、地上部鲜质量、根鲜质量, 其中

Y500、Y600、E14 处理效果与对照差异显著; 而生防菌剂 B 各浓度对黄瓜幼苗株高、单株地上部干质量和地下部的促进作用不明显。综合看, 在加入 4 种生防菌剂后, 与对照相比黄瓜植株地上部与地下部生长均有不同程度的提高, 而促长效果最好的处理为 Y600。

表 2 生防菌剂对黄瓜幼苗生长的影响

处理	株高 cm	茎粗 mm	单株地上部 鲜质量/g	单株地上部 干质量/mg	叶面积 cm ²	单株根鲜 质量/g	单株根干 质量/mg	单株总根 体积/cm ³
CK	11.33 ef	3.87 g	3.78 e	379.0 cde	32.26 defg	0.91 g	40.33 hij	0.99 hij
Y400	13.50 bcdef	4.05 efg	5.48 abc	468.7 ab	34.53 def	1.34 def	45.93 fhi	1.62 defg
Y500	15.43 abc	4.30 bcdef	5.35 abcd	538.7 a	44.11 ab	1.53 abcde	54.33 cdef	1.79 de
Y600	16.33 a	4.54 abcd	5.83 a	553.7 a	45.93 a	1.90 a	67.33 a	3.15 a
Y700	15.48 abc	3.93 fg	4.71 bcde	498.3 ab	36.54 cdef	1.60 abcd	53.67 def	2.52 b
Y800	14.83 abcd	4.33 bcdef	4.83 abcde	538.7 a	33.46 defg	1.53 abcde	35.73 ij	3.01 a
Q2	12.00 ef	4.20 cdefg	4.27 de	378.7 cde	35.18 cdef	1.67 abcd	63.67 abcd	0.89 ij
Q6	13.78 abcde	4.33 bcdef	4.29 de	453.0 bc	31.18 efg	1.85 ab	66.67 ab	0.98 hij
Q10	13.52 bcdef	4.08 efg	4.39 cde	452.0 bc	32.65 defg	1.68 abcd	49.33 efgh	0.84 ij
Q14	13.65 abcde	4.15 defg	5.25 abcd	486.3 ab	37.01 bcdef	1.61 abcd	55.67 bcdef	0.71 j
Q18	11.90 ef	4.33 bcdef	4.59 bcde	315.0 e	31.27 efg	1.05 fg	31.67 j	0.97 hij
E2	12.70 cdef	4.57 abc	4.48 bcde	434.9 bcd	39.20 abcd	1.46 cde	52.27 defg	1.76 def
E6	12.63 def	4.63 ab	4.64 bcde	372.7 cde	34.66 def	1.51 bcde	60.67 abcde	1.64 defg
E10	13.58 abcde	4.29 bcdef	5.42 abc	472.7 ab	37.17 bcdef	1.86 ab	55.67 bcdef	1.98 cd
E14	15.73 ab	4.85 a	5.55 ab	512.0 ab	45.89 a	1.73 abc	68.33 a	2.30 bc
E18	13.60 abcde	4.13 efg	5.10 abcd	451.7 bc	37.65 bcde	1.59 abcd	65.67 abc	1.33 efghi
B2	11.38 ef	4.12 efg	3.91 e	322.3 e	26.35 g	1.16 efg	42.00 ghij	1.15 ghij
B6	10.73 fg	3.98 fg	4.73 abcde	332.3 e	29.28 fg	1.15 efg	50.87 efgh	1.27 fghi
B10	11.93 ef	4.15 defg	5.11 abcd	374.3 cde	42.59 abc	1.21 efg	45.73 fhi	1.23 ghij
B14	11.80 ef	4.42 bcde	4.43 cde	354.0 de	32.88 defg	0.89 g	39.47 hij	1.09 hij
B18	8.77 g	4.26 bcdefg	5.02 abcd	374.3 cde	32.25 defg	1.03 fg	35.73 ij	1.42 efgh

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($\alpha=0.05$), 下表同。

如表 3 所示, 育苗基质中添加生防菌肥 Ba 能不同程度地增加黄瓜幼苗的单株地上部干鲜质量、叶面积, 而添加不同浓度的生防菌肥 S 对黄瓜幼苗地上部生长不利; 生防菌肥 D、S、Ba (D20、D50 除外) 能不同程度地提高黄瓜幼苗地下部生长指标, 其中生防菌肥 Ba 各浓度处理效果都较明显。综合各项指标, Ba30 对黄瓜幼苗促生长效果显著。

2.2 微生物制剂对黄瓜幼苗叶片叶绿素含量和净光合速率的影响

如表 4 所示, 与对照相比, 育苗基质中添加不同浓度的生防菌剂 Y、Q、E、B (Q6、B6、B18 除外) 均能不同程度地增加黄瓜幼苗叶片的叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量, 其中生防菌剂 Y 的增加效果明显, Y600 处理效果显著。不同生防菌剂处理

对黄瓜幼苗叶片净光合速率的影响存在较大差异。与对照相比, 生防菌剂 (Q10、B2 除外) 处理后净光合速率均明显提高, 其中 Y600、E18 处理效果最明显, 且两者间差异不显著。

如表 5 所示, 育苗基质中添加不同浓度的生防菌肥 D、Ba 能不同程度地增加黄瓜叶片的叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素含量, 其中 Ba30 处理效果最明显。不同浓度的生防菌肥 S 处理对黄瓜叶片叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素含量增加不明显。与对照相比, 不同生防菌肥处理可不同程度地提高幼苗叶片的净光合速率, 其中 Ba30 处理效果最明显。

2.3 微生物制剂对黄瓜枯萎病的影响

从供试的 7 种微生物制剂中筛选出 2 个促长效效果较好的微生物制剂处理 Y600 和 Ba30, 对

表3 生防菌肥对黄瓜幼苗生长的影响

处理	株高 cm	茎粗 mm	单株地上部 鲜质量/g	单株地上部 干质量/mg	叶面积 cm ²	单株根鲜 质量/g	单株根干 质量/mg	单株总根 体积/cm ³
CK	11.33 bcde	3.89 def	3.78 def	379.0 de	32.26 d	0.91 d	40.33 efg	0.99 g
D10	12.73 abc	4.10 abcd	4.51 cd	435.0 cd	32.62 d	1.49 abc	45.00 ef	2.08 abcd
D20	11.33 bcde	4.23 ab	4.92 bc	485.0 bc	30.12 d	1.17 cd	37.00 fg	1.34 efg
D30	11.30 bcde	4.10 abcd	4.83 bc	440.0 cd	31.67 d	1.59 ab	47.33 def	2.37 abc
D40	13.18 ab	4.20 ab	5.28 b	563.3 ab	47.03 ab	1.40 bc	54.33 bcde	2.40 abc
D50	7.75 g	3.93 cdef	3.56 efg	258.0 f	33.12 ab	0.94 d	28.00 g	1.86 bcdef
S10	10.87 cdef	4.10 abcd	4.22 cde	325.3 ef	30.06 d	1.00 d	65.33 abc	1.31 fg
S20	10.73 cdef	3.68 fg	2.99 g	400.3 cde	32.97 d	0.96 d	54.67 bcde	2.21 abc
S30	9.20 fg	3.60 g	3.25 fg	348.7 de	28.31 d	1.25 bed	48.33 def	1.71 cdef
S40	9.33 efg	3.60 g	3.53 efg	423.7 cd	33.97 cd	1.39 bc	51.33 cdef	2.02 abcde
S50	10.11 def	3.90 cdef	3.81 def	387.3 cde	33.99 cd	1.36 bc	54.67 bcde	2.26 abc
Ba10	12.00 abcd	3.80 efg	4.41 cd	425.0 cd	33.41 cd	1.57 ab	42.33 efg	1.47 defg
Ba20	13.65 a	4.03 bcde	3.82 def	398.3 cde	33.35 cd	1.48 abc	73.67 a	2.32 abc
Ba30	13.78 a	4.33 a	6.97 a	638.7 a	54.07 a	1.64 ab	67.67 ab	2.55 ab
Ba40	12.25 abc	4.30 ab	5.32 b	439.7 cd	42.72 bc	1.57 ab	61.67 abcd	2.50 ab
Ba50	11.65 bcd	4.17 abc	4.96 bc	535.7 b	48.25 ab	1.79 a	69.67 ab	2.71 a

表4 生防菌剂对黄瓜幼苗叶片叶绿素含量和净光合速率的影响

处理	叶绿素 a mg · g ⁻¹ (FW)	叶绿素 b mg · g ⁻¹ (FW)	叶绿素总量 mg · g ⁻¹ (FW)	净光合速率 μmol · m ⁻² · s ⁻¹
CK	1.46 h	0.55 e	2.05 ij	8.83 jk
Y400	2.13 bcd	1.02 ab	3.16 bcd	11.98 gh
Y500	1.94 def	0.99 ab	2.93 de	15.14 bcde
Y600	2.61 a	1.13 a	3.71 a	17.05 a
Y700	2.17 bc	1.11 a	3.28 bc	11.10 hi
Y800	2.12 bcd	1.10 a	3.21 bcd	15.32 bed
Q2	1.63 gh	0.92 d	2.18 hi	11.27 hi
Q6	1.03 j	0.42 f	1.44 l	11.87 h
Q10	1.57 gh	0.76 d	2.32 ghi	7.91 k
Q14	1.98 cde	1.04 ab	3.02 cde	13.54 efg
Q18	1.56 gh	0.80 cd	2.36 ghi	12.34 gh
E2	1.66 gh	0.59 e	2.49 fgh	15.80 abc
E6	1.75 fg	0.86 bc	2.49 fgh	14.83 cde
E10	1.98 cde	0.78 cd	2.76 ef	16.67 ab
E14	2.33 b	1.12 a	3.46 ab	16.54 ab
E18	2.30 b	1.08 a	3.42 ab	17.04 a
B2	1.78 efg	0.74 cd	2.56 fg	7.86 k
B6	1.23 i	0.57 e	1.81 jk	10.12 ij
B10	1.69 g	0.84 cd	2.53 fg	11.13 hi
B14	2.13 bcd	0.84 cd	2.97 cde	12.57 fgh
B18	1.14 ij	0.55 e	1.69 kl	14.10 def

表5 生防菌肥对黄瓜幼苗叶片叶绿素含量和净光合速率的影响

处理	叶绿素 a mg · g ⁻¹ (FW)	叶绿素 b mg · g ⁻¹ (FW)	叶绿素总量 mg · g ⁻¹ (FW)	净光合速率 μmol · m ⁻² · s ⁻¹
CK	1.46 fg	0.55 e	2.05 gh	8.83 h
D10	2.22 d	0.95 d	3.18 e	16.93 d
D20	1.45 fg	0.92 d	2.88 ef	17.05 d
D30	3.03 bc	1.31 ab	4.36 d	14.70 f
D40	3.62 a	1.26 bc	4.88 b	18.04 c
D50	3.24 b	1.17 c	4.41 cd	19.82 b
S10	1.23 g	0.41 g	1.64 i	15.59 ef
S20	1.65 f	0.53 ef	2.18 g	16.17 de
S30	1.94 e	0.64 e	2.57 f	18.44 c
S40	1.36 g	0.42 fg	1.78 hi	13.44 g
S50	2.01 de	0.63 e	2.64 f	15.00 f
Ba 10	2.19 d	0.95 d	3.14 e	14.78 f
Ba 20	2.98 c	1.28 bc	4.26 d	17.02 d
Ba 30	3.57 a	1.42 a	5.43 a	23.71 a
Ba 40	3.67 a	1.21 bc	4.78 bc	19.93 b
Ba 50	3.11 bc	1.04 d	4.15 d	19.91 b

表6 微生物制剂对黄瓜枯萎病的影响

处理	调查株数	病株数	病情指数	相对防效/%
CK	30	18	51.67	—
Y600	30	16	44.17	14.5
Ba30	30	12	37.50	27.4

其防治黄瓜枯萎病的效果进行了研究。如表6所示,与对照相比,Y600及Ba30的施用使黄瓜枯萎病病情指数明显降低,相对防效分别为14.5%和27.4%。Ba30的相对防效高于Y600,说明经Ba30处理的黄瓜植株比Y600处理的植株对枯萎

病的抵抗能力强。

3 结论与讨论

连作促使根际土壤微生物区域致病真菌数量增加,产生毒害物质致使有益真菌减少,细菌密度下

降,放线菌数量也随之降低,从而使黄瓜根系病害加重,影响了根系发育,不利于植株生长(杨建霞等,2005)。李文英等(2012)研究表明含枯草芽孢杆菌的微生物制剂能提高土壤中可吸收元素的含量,将无效养分转变为有效形态供植物吸收,如N、P素的增加有利于植株光合作用与形态器官建成,K、Ca的增加有利于提高植株的抗逆能力,Mg的增加有利于叶绿素的合成,增强植株光合作用。本试验中,与对照相比,微生物制剂对黄瓜幼苗具有明显的促生长效应,主要表现为株高、茎粗、叶面积、单株总根体积、根系生物量及地上部生物量的增加。

叶绿素是植物进行光合作用的重要色素,主要包括叶绿素a和叶绿素b,参与光能的吸收、传递和转化,其含量是反映植物光合能力的一个重要指标(Mao et al., 2007)。本试验结果显示,适宜浓度的微生物制剂处理的植株叶片叶绿素a、叶绿素b、总叶绿素含量及净光合速率明显提高,说明微生物制剂对叶绿素起到一定的保护作用,有利于植株光合能力的保持。

枯草芽孢杆菌为细菌性抑菌剂生防菌,能在植物表面迅速形成一层高密度保护膜,通过竞争性生长、繁殖占据生存空间,抑制植物病原菌的生长,从而保护农作物免受病原菌为害(回云静等,2011)。瓜类蔬菜枯萎病菌从苗期开始侵入,在寄主维管束中繁殖,坐果期地上部开始显示病害症状。在苗期通过生防菌建立屏障阻止病原菌对根系的侵入,对控制后期病害的发生意义重大(庄敬华等,2005)。本试验在育苗基质及苗期栽培基质中添加微生物制剂,这些拮抗功能菌随着作物根系向外生长始终聚集和繁殖在新生根系表面及其附近,筑成了有益微生物的“微生物墙”,抵抗枯萎病菌的侵袭,明显降低了枯萎病的病情指数。

综上所述,在有机育苗基质中添加“爸爱我”(Bio)生物有机肥,既能显著促进黄瓜幼苗植株的生长,又能提高定植后植株对枯萎病的抗性,以

每4L育苗基质(配方为等体积草炭和醋糟)中添加30g“爸爱我”(Bio)生物有机肥为最佳。

参考文献

- 程亮,游春平,肖爱萍. 2003. 拮抗细菌的研究进展. 江西农业大学学报, 25(5): 732-737.
- 丁建成,胡宏云,刘小林,倪春耕,王振荣,沈培俊,夏桂平. 2008. 防治黄瓜枯萎病的药剂筛选研究. 安徽农业科学, 36(16): 6841-6842.
- 段广荣,石延霞,谢学文,王微微,李宝聚. 2010. 黄瓜枯萎病防治药剂的离体和活体筛选. 中国蔬菜, (12): 60-65.
- 耿广东,谢兵,李莉,张素勤. 2008. VA菌根对黄瓜幼苗生长及生理特性的影响. 长江蔬菜, (11): 29-31.
- 郭世荣. 2003. 无土栽培学. 北京: 中国农业出版社: 423-424.
- 侯红利,李健强,周向阳. 2008. 黄瓜种子生防菌引发处理研究现状. 种子科技, (3): 36-38.
- 回云静,吴长宝,徐小明,蔡金艳,朱峰,任跃英. 2011. 枯草芽孢杆菌生物菌剂对五味子白粉病防效及生长的影响. 菌物研究, 9(2): 100-104.
- 李建华,邵春花,卢朝东,张强,靳东升,范继香. 2011. 菌剂与肥料配施对矿区复垦土壤白三叶草生长的影响. 中国生态农业学报, 19(2): 280-284.
- 李文英,彭智平,杨少海,于俊红,黄继川,吴雪娜,杨林香. 2012. 植物根际促生菌对香蕉幼苗生长及抗枯萎病效应研究. 园艺学报, 39(2): 234-242.
- 刘年浪,焦图强,张剑. 2006. 枯草芽孢杆菌菌剂在黄瓜枯萎病防治上的应用初报. 湖南农业科学, (3): 81-83.
- 王涛,李剑,覃娟,奥岩松. 2010. 几种微生物菌剂处理下连作黄瓜的生长分析. 北方园艺, (18): 15-19.
- 解开治,徐培智,张发宝,陈建生,唐拴虎,黄旭,严超,顾文杰. 2009. 接种微生物菌剂对猪粪堆肥过程中细菌群落多样性的影响. 应用生态学报, 20(8): 2012-2018.
- 杨建霞,范小峰,刘建新. 2005. 温室黄瓜连作对根际微生物区系的影响. 浙江农业科学, (6): 441-443.
- 于恩晶,高丽红,陈青云. 2010. 微生物菌剂与有机肥配施对日光温室小白菜产量和品质的影响. 北方园艺, (7): 57-59.
- 庄敬华,刘淑花,王传世,付波. 2005. 木霉菌多功能生防菌剂对瓜类枯萎病的防治效果. 北方园艺, (5): 90-91.
- Mao L Z, Lu H F, Wang Q, Cai M M. 2007. Comparative photosynthesis characteristics of *Calycanthus chinensis* and *Chimonanthus praecox*. Photosynthetica, 45(4): 601-605.

Screening and Utilization of Microbiological Preparation to Promote Cucumber Growth and Resistance

AN Ya-hong, ZHOU Heng, LI Jing, NING Da-zhi, ZHANG Yu, GUO Shi-rong*

(College of Horticulture, Key Laboratory of Southern Vegetable Crop Genetic Improvement, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China)

根肿菌侵染对茎瘤芥（榨菜）根系玉米素和吲哚乙酸含量的影响

黄芸 徐莉 肖崇刚 刘翠平 陈国康*

(西南大学植物保护学院, 重庆 400716)

摘要: 以根肿菌侵染的茎瘤芥(榨菜)为试材, 采用高效液相色谱法研究了根肿菌侵染对茎瘤芥内源激素含量的影响。结果表明: 根肿菌侵染后茎瘤芥根系玉米素(ZT)含量和吲哚乙酸(IAA)含量均明显升高, ZT含量呈先升高后降低的变化趋势, 45~60 d时远高于健康植株, 其峰值出现在第50天, 约为健康植株根系ZT含量的3倍; IAA含量则在55 d后开始升高, 其峰值出现在第70天, 约为健康植株根系IAA含量的4倍; 侵染后第85天, 发病植株根系ZT含量和IAA含量均下降至与健康植株相近。

关键词: 茎瘤芥; 根肿病菌; 吲哚乙酸; 玉米素

榨菜是以茎瘤芥〔*Brassica juncea* (L.) Czern. et Coss. var. *tumida* Tsen et Lee〕为原料制成的加工制品, 与欧洲酸菜、日本醃菜并称世界三大名腌菜。自1994年重庆涪陵地区发生根肿病以来, 病害逐年加重, 给茎瘤芥生产造成很大损失, 目

前已成为危害茎瘤芥生产的主要病害(高明泉等, 2002; 肖崇刚等, 2002)。茎瘤芥根肿病是由芸薹根肿菌(*Plasmodiophora brassicae* Woron.)侵染引起的一种世界性病害(Chiang et al., 1977; Kim & Oh, 1997)。由于根肿菌为活体寄生菌, 不能在人工培养基上生长, 因而对该病菌各方面的研究较受限制, 尚未了解其确切的致病机理, 以至于对该病没有切实有效的防治方法。植株受根肿菌侵染后主根或侧根薄壁组织膨大, 形成肿瘤(王旭祯等, 2002), 表明其致病机理与内源激素, 尤其是与生长素及细胞分裂素有重要联系。Dekhuijzen和Overeem(1971)最早发现拟南芥被根肿菌侵染后

黄芸, 女, 硕士研究生, 专业方向: 植物病害诊断与控制, E-mail: huangyun3039@126.com

* 通讯作者(Corresponding author): 陈国康, 男, 副教授, 硕士生导师, 专业方向: 十字花科作物根肿病、植物病原线虫, E-mail: chenguokang@swu.edu.cn

收稿日期: 2013-10-22; 接受日期: 2013-12-02

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201003029), 西南大学基本科研业务费专项资金资助项目(XDJK2010C081)

Abstract: A matrix cultivation was conducted to study the effects of 7 different species and concentrations of microbiological preparation on biomass, chlorophyll content and net photosynthetic rate of 'Jinyan No.4' cucumber (*Cucumis sativus* L.). Biomass with remarkable growth promoting effect was screened out and their resistance to cucumber Fusarium wilt was tested. The result indicated that treatments with Ba (bio-organic fertilizer) and Y (Chuang Bo microbial agents) performed better, and the best processing concentration for Chuang Bo is adding 10 mL diluted 600 times, and for Ba is adding 30 g per nursery substrate of one plug (4 L). The plant resistance with Chuang Bo and Ba is higher than that of the control. The relative anti-effect is 14.5% and 27.4%, respectively. Under the condition of protected cultivation, for promoting cucumber growth and resistance to Fusarium wilt, we would suggest to use bio-organic fertilizer and add 30 g Bio per nursery substrate of one plug (4 L).

Key words: Cucumber; Fusarium wilt; Promote the growth; Microbiological preparation