

农药与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米出苗与生长的影响

张 婷^{1,2}, 衣思瑶⁴, 武向文³, 陈 捷^{1,2}

(1. 国家玉米产业技术体系研发中心, 北京 100081; 2. 上海交通大学 农业与生物学院, 上海 200240;
3. 上海市农业技术推广服务中心, 上海 201103; 4. 沈阳农业大学 生物科学技术学院, 沈阳 110866)

摘 要: 将9种不同类型农药与木霉菌粉剂分别按不同的比例混配, 包衣种子, 观察其对玉米出苗及幼苗生长的影响, 从而筛选出对玉米生长安全的复配比例和组合。结果表明: 木霉菌粉剂单独使用不影响玉米出苗, 并对玉米生长具有明显的促进作用。将木霉菌粉剂与供试化学农药混配后, 种子出苗率普遍降低, 其中爱苗、阿维吡虫啉、丁硫克百威和戊唑醇抑制作用较为明显。阿维菌素、申嗪霉素、井冈霉素·蜡质芽孢杆菌等生物源农药以一定比例与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米出苗和生长安全性好, 甚至具有协同促生作用, 因此可做为今后创制新型复合种衣剂的重要候选组分。

关键词: 木霉; 农药; 复配剂; 种衣剂; 玉米

中图分类号: S351.1 **文献标识码:** A

Effect of Seed Coated with Complex Formulation of Pesticides and *Trichoderma* Biomass on Maize Emergence and Seedling Growth

ZHANG Ting^{1,2}, YI Si-yao⁴, WU Xiang-wen³, CHEN Jie^{1,2}

(1. The National Maize Industry Technology RD Center, Beijing 100081, China;

2. School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China;

3. Shanghai Agricultural Technology Extension Service Center, Shanghai 201103, China;

4. College of Bioscience and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract: *Trichoderma* biomass powder and nine kinds of pesticides were mixed respectively at different ratio of both components and then the complex formulation were assessed based on their impact level on maize seed germination and seedling growth for obtaining rational complex formulation available for maize safety production. The results showed that *Trichoderma* biomass powder itself can obviously promote maize seed germination and seedling growth. However, seedling emergence rates were remarkably decreased when seed coated with complex formulation composed of *Trichoderma* biomass powder and tested pesticides such as difenoconazole, propiconazole, avennectin-imidacprid and carbosulfan-tebuconazole respectively. In contrary, the complex formulations prepared with *Trichoderma* and avennectin, shenqinmycin, validamycin-Bacillus cereus dedicated their synergistic promotion to seed germination and seedling growth if ratio of both components are favorable in complex formulation, which consequently

收稿日期: 2011-05-26

基金项目: 现代农业产业技术体系(CARS-02); 国家农业科技成果转化资金项目(2010GB2C00146); 上海市农业科技成果转化资金项目(103919N2100)

作者简介: 张 婷(1987-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 多功能生物型种衣剂, E-mail: zhangting2009@sjtu.edu.cn;
陈 捷(1959-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向: 植物病害生物防治, E-mail: jiechen59@sjtu.edu.cn

could be used as valuable candidates to prepare effective complex formulation available for maize safety production.

Key words: *Trichoderma*; pesticide; complex formulation; seed coating agent; maize

玉米的土传病害一直被视为顽疾,20世纪90年代以来又有逐渐加重的趋势。目前防治上主要采用化学种衣剂包衣种子,但由于目前化学种衣剂的有效成分有明显的趋同性,随着使用年限的延长,势必造成土传病原菌产生抗药性,同时如果使用和管理不当也会引起人畜中毒或抑制作物自身生长^[1]。相比较而言,生物型种衣剂具有对环境生态安全、作用谱广、可诱导作物抗性等优点。但是其防效受条件影响,推广面积不大,市场份额很小,尤其在土传病虫害严重发生情况下,防效时常不理想。因此,将生物型种衣剂与化学种衣剂混配,一方面可在一定程度上减轻由传统化学种衣剂带来的病原菌抗药性和环境污染问题,另一方面可提高生物型种衣剂的防效和在逆境条件下的稳定性。此外还可进一步拓宽防治谱,实现土传病虫害的有效兼治等。

木霉菌是一类应用普遍的生物防治真菌,可通过多种机制控制病原菌的侵染和病害的发生^[2-5]。国际上已有关于木霉菌与化学农药混配或交替使用

防治植物病害的报导,但关于木霉菌与化学农药、植物源农药、生物化学农药复配包衣种子诱导防治玉米地下部病虫害的报导还不多见。因此,探索木霉菌-化学农药复配种衣剂,对于病虫害的综合防治和化学农药的减量化具有十分重要的意义。

本试验将木霉菌粉剂与供试低毒化学农药、植物源农药、生物化学农药按不同剂量水平复配,研究不同复配组合对玉米生长的影响,为创制新型复合种衣剂和安全使用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

野生木霉菌株 SH2303 (*Trichoderma harzianum*),由上海交通大学植物病理学实验室保存。玉米品种:盛单67,由大连盛世种业有限公司提供,供试药剂及来源如表1所示。

表1 供试药剂及来源

Tab. 1 The pesticides used and their manufactory companies

品名及有效成分 The name and active ingredient	生产厂家 Manufacturers
戊唑醇:有效成分25%,乳油 Tebuconazole;25%,EC	青岛瀚生生物科技股份有限公司
咯菌腈:有效成分50%,可湿性粉剂 Fludioxonil;50%,Wettable power	先正达公司
阿维菌素:有效成分含量1.8%,乳油 Avermectins;1.8%,EC	河北威远生物化工股份有限公司
申嗪霉素:有效成分1%,悬浮剂 Shenqinmycin;1%,Suspension agent	上海农乐生物制品股份有限公司
井冈霉素·蜡质芽孢杆菌:有效成分10%,悬浮剂 validamycin-Bacillus cereus;10%,Suspension agent	上海农乐生物制品股份有限公司
苦参碱:有效成分含量0.3%,水剂 Matrine;0.3%,Aqua	山东潍坊鸿汇化工有限公司
爱苗:30%苯醚甲环唑·丙环唑,乳油 Difenoconazole-propiconazole;30%,EC	先正达公司
阿维吡虫啉:有效成分2.2%,乳油 Avennectin-imidacprid;2.2%,EC	山东省潍坊市瑞星农药有限公司
丁硫克百威:有效成分10%,乳油 Carbosulfan;10%,EC	青岛瀚生生物科技股份有限公司

1.2 方法

1.2.1 木霉菌粉剂的制备

将木霉菌菌株接种在 PDA 培养基上,培养 3 d 后,用打孔器(直径 0.5 cm)从菌落边缘打取菌片 3~5 个,接种到 PD 液体培养基中,28 °C、140 r/min 摇床条件下培养 5 d。取发酵液与载体(硅燥土:稻草粉=9:1)以 1:1(V/W)比例混合,置于 28 °C 环境中进行浅盘式二次发酵 5~7 d。发酵结束后将固体发酵物干燥(发酵物含水量控制在 15%~25%之间)粉碎,得 60 目孢子含量为 10^7 个/g 的木霉菌粉剂。

以 1% CMC 为粘着剂,将种子温汤浸种(55 °C)后,表面充分附着粘着剂,然后将菌粉以药种比为 1:10 的比例均匀包衣在种子表面,自然晾干。

1.2.2 木霉菌与化学种衣剂复配可能性的测定

吸取化学种衣剂 10 倍稀释液 40 μ L 均匀涂布在 PDA 平板上,打取已培养 6 d 的直径为 5 mm 的木霉菌菌片,置于上述涂有化学种衣剂的平板中央,放入 28 °C 培养 7 d。向 PDA 平板上单独接种木霉菌菌片作为对照。观察化学种衣剂对于木霉菌生长是否有抑制作用。

1.2.3 木霉菌粉剂与农药复配包衣种子

1.2.3.1 戊唑醇与木霉菌粉剂复配

将有效成分为 25% 的戊唑醇与木霉菌粉剂分别以 1:5、1:10、1:20、1:100(V/W)的比例混合。以 1% 的 CMC 为粘着剂,将混剂以药种比 1:10 的比例均匀包衣在种子表面,自然晾干后播种,以下种子包衣方法与此相同。

1.2.3.2 咯菌腈与木霉菌粉剂复配

将有效成分为 50% 的咯菌腈与木霉菌粉剂分别以 1:1 000、2:1 000、4:1 000(W/W)的比例混合,然后将混剂以药种比 1:10 的比例均匀包衣种子。

1.2.3.3 苦参碱与木霉菌粉剂复配

将有效成分为 0.3% 的苦参碱与木霉菌粉剂分别以 1:100、4:100、8:100(V/W)的比例混合,然后将混剂以药种比 1:10 的比例均匀包衣种子。

1.2.3.4 阿维菌素与木霉菌粉剂复配

将有效成分为 1.8% 的阿维菌素与木霉菌粉剂分别以 1:25、1:50、1:100、1:500(V/W)的比例混合,然后将混剂以药种比 1:10 的比例均匀包衣种子。

1.2.3.5 申嗪霉素与木霉菌粉剂复配

先将有效成分为 1% 的申嗪霉素稀释 50、100、300、500、1 000 倍,包在种子表面,然后再用木霉菌粉剂进行第 2 次包衣。

1.2.3.6 井冈霉素·蜡质芽孢杆菌与木霉菌粉剂复配

将有效成分为 1% 的井冈霉素·蜡质芽孢杆菌与木霉菌粉剂以 2:10、5:10、7:10、1:1(V/W)的比例混合,将混剂以药种比 1:10 的比例包衣种子。

1.2.3.7 戊唑醇、丁硫克百威与木霉菌菌液复配

将木霉菌原液及不同浓度稀释液分别与不同有效成分的戊唑醇、丁硫克百威进行复配(见表 2)。

表 2 复配剂筛选因素和水平

Tab. 2 The screening factors and concentration of the components in seed coated with compound

木霉菌菌液浓度(A) Concentration of <i>Trichoderma</i> suspension	戊唑醇有效 成分含量(B) Active ingredient of tebuconazole	丁硫克百威有 效成分含量(C) Active ingredient of Carbosulfan	%
1. 原液(孢子数量为 10^8 个/mL)	15	5	
2. 原液的 50 倍稀释	10	3.3	
3. 原液的 200 倍稀释	5	1.6	

1.2.3.8 爱苗与木霉菌以不同比例复配

将 30% 苯醚甲环唑、丙环唑与木霉菌粉剂分别以 3:100、2:100、1:100(V/W)的比例混合,然后将混剂以药种比 1:10 的比例包衣种子。

1.2.3.9 阿维吡虫啉与木霉菌以不同比例复配

将有效成分为 2.2% 的阿维吡虫啉与木霉菌粉剂以 1:50、3:50、5:50(V/W)的比例混合。将混合所得粉剂,以药种比 1:10 的比例包衣种子。

1.2.4 复合种衣剂对玉米生长的影响

包衣的玉米种子播种在直径为 15 cm 盛有营养基质的花盆内,每个处理 3 盆,每盆 10 颗种子。营养基质为常规园艺育苗基质,基质湿度为 13%~15%,在 25~28 °C 温室内生长 30 d,自然光照。主要调查出苗率和株高。

2 结果与分析

2.1 木霉菌与化学种衣剂复配可能性的测定

待接种木霉菌 3 d 后,观察平板上木霉菌的长势。戊唑醇对于木霉菌生长具有明显的抑制作用,7 d 后观察该抑制作用有所降低,木霉菌长满平板,但是产孢量减少,为 10^6 个/mL,单独接种木霉菌时产孢量为 10^{10} 个/mL。其他化学种衣剂对木霉菌的生

长及产孢均无明显抑制作用。

2.2 木霉菌与化学种衣剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

2.2.1 戊唑醇与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

多数混配比例对玉米出苗影响未达到显著性的水平,但1:10比例表现出显著性抑制。单独木霉菌粉剂包衣种子对玉米出苗率无明显影响,而且对株高具有明显促进作用。随着混剂中戊唑醇含量增加,对玉米株高的抑制作用越明显(见表3)。

表3 戊唑醇与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

Tab.3 Effect of seed coated with complex formulation of tebuconazole and *Trichoderma* biomass powder on maize seedling growth

农药:木霉菌 Pesticide: <i>Trichoderma</i>	出苗率/% Rate of emergence	0.05	株高/cm Plant height	0.05
1:5	80.00±10.00	ab	13.11±5.47	d
1:10	66.67±5.77	b	15.28±3.54	cd
1:20	73.33±5.77	ab	17.091±6.30	bc
1:100	73.33±11.55	ab	19.06±2.11	ab
CK1	92.00±13.04	a	20.75±3.72	a
CK2	92.00±13.04	a	17.92±4.64	bc

注:相同小写字母表示在0.05水平上差异不显著(新复极差法),下表同。CK1:木霉菌粉剂,药种比1:10;CK2:空白处理

Note: The same letters are not significant at $P < 0.05$ (SSR). The same as follows. CK1: coated with *Trichoderma* biomass; Seed coating agent; seed=1:10(W/W); CK2: Blank control

2.2.2 咯菌腈与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

咯菌腈与木霉菌粉剂1:1000混合对出苗具有显著性抑制,其余混配比例无显著性差异。混剂中的咯菌腈对于玉米幼苗株高无明显影响(见表4)。

表4 咯菌腈与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

Tab.4 Effect of seed coated with complex formulation of fludioxonil and *Trichoderma* biomass powder on maize seedling growth

农药:木霉菌 Pesticide: <i>Trichoderma</i>	出苗率/% Rate of emergence	0.05	株高/cm Plant height	0.05
1:1000	70.00±10.00	b	21.35±4.54	a
2:1000	73.33±5.77	ab	20.97±3.67	a
4:1000	73.33±5.77	ab	20.62±4.10	a
CK1	92.00±13.04	a	20.75±3.72	a
CK2	92.00±13.04	a	17.92±4.64	a

注:CK1:木霉菌粉剂,药种比1:10;CK2:空白处理

Note: CK1: *Trichoderma* biomass; Seed coating agent; seed=1:10(W/W); CK2: Blank control

2.2.3 苦参碱与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

混剂中各种苦参碱含量均明显抑制出苗率。其中1:100比例对于玉米出苗抑制最明显。混剂中苦参碱对于玉米幼苗株高无明显影响(见表5)。

表5 苦参碱与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

Tab.5 Effect of seed coated with complex formulation of matrine and *Trichoderma* biomass powder on maize seedling growth

农药:木霉菌 Pesticide: <i>Trichoderma</i>	出苗率/% Rate of emergence	0.05	株高/cm Plant height	0.05
1:100	70.00±10.00	b	19.73±4.26	a
4:100	76.67±5.77	ab	19.27±3.75	a
8:100	73.33±5.77	ab	18.00±5.06	a
CK1	92.00±13.04	a	20.75±3.72	a
CK2	92.00±13.04	a	17.92±4.64	a

注:CK1:木霉菌粉剂,药种比1:10;CK2:空白处理

Note: CK1: *Trichoderma* biomass; Seed coating agent; seed=1:10(W/W); CK2: Blank control

2.2.4 阿维菌素与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

木霉菌粉剂和阿维菌素1:100、1:25混配对出苗率的抑制作用比较明显,其中1:100混合比例抑制出苗最明显。1:500和1:25对于株高具有明显促进作用(见表6)。

表6 阿维菌素与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

Tab.6 Effect of seed coated with complex formulation avermectin and *Trichoderma* biomass powder on maize seedling growth

农药:木霉菌 Pesticide: <i>Trichoderma</i>	出苗率/% Rate of emergence	0.05	株高/cm Plant height	0.05
1:25	70.00±0.00	bc	22.94±4.79	a
1:50	96.67±5.77	a	17.52±4.35	c
1:100	63.33±5.77	c	19.94±6.22	bc
1:500	83.33±15.28	ab	22.57±3.09	ab
CK1	92.00±13.04	a	20.75±3.72	ab
CK2	92.00±13.04	a	17.92±4.64	c

注:CK1:木霉菌粉剂,药种比1:10;CK2:空白处理

Note: CK1: *Trichoderma* biomass; Seed coating agent; seed=1:10(W/W); CK2: Blank control

2.2.5 申嗪霉素与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

随着申嗪霉素浓度的降低,其对于种子的出苗率抑制作用也逐渐降低。当稀释至300倍以上时,

对株高促进作用明显增强(见表7)。

表7 申嗪霉素与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

Tab. 7 Effect of seed coated with complex formulation of Shenqinmycin and *Trichoderma* biomass on maize seedling growth

申嗪霉素稀释倍数 Diluted multiples of Shenqinmycin	出苗率/% Rate of emergence	0.05	株高/cm Plant height	0.05
50	53.33±11.55	d	14.60±3.18	b
100	83.33±5.77	bc	16.34±5.07	ab
300	80.00±2.00	c	18.36±4.25	a
500	93.33±5.77	ab	19.10±4.26	a
1 000	96.67±5.77	a	19.89±4.13	a
CK	88.67±4.41	abc	16.13±3.91	ab

2.2.6 井冈霉素·蜡质芽孢杆菌与木霉菌粉剂复配对对玉米幼苗生长的影响

除2:10混合比例外,其它混合比例对出苗影响不大,其中5:10反而对出苗有一定的促进作用(见表8)。

表8 井冈霉素·蜡质芽孢杆菌与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

Tab. 8 Effect of seed coated with complex formulation of validamycin-Bacillus cereus and *Trichoderma* biomass on maize seedling growth

农药:木霉菌 Pesticide: <i>Trichoderma</i>	出苗率/% Rate of emergence	0.05	株高/cm Plant height	0.05
2:10	73.33±5.77	c	15.54±4.49	ab
5:10	93.33±5.77	a	12.67±3.58	b
7:10	86.67±5.77	ab	16.64±2.88	a
1:1	80.00±0.00	bc	13.96±3.49	ab
CK	87.78±4.41	ab	16.13±3.90	ab

2.2.7 木霉菌与戊唑醇、丁硫克百威复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

出苗率除3-3-2(即木霉菌200倍稀释液—5%戊唑醇—1.6%丁硫克百威组合)外,其它混合比例均对玉米出苗有显著的抑制。3-3-2对于株高具有明显促进作用。木霉菌液50倍稀释液为复配最佳稀释浓度(见表9)。

2.2.8 爱苗与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

出苗率在0.05水平上,存在显著性差异,即爱苗的加入对于种子出苗具有极明显的抑制作用,随

着爱苗浓度的降低,抑制作用有减小趋势。对于玉米株高有显著抑制作用(见表10)。

表9 木霉菌与戊唑醇、丁硫克百威复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

Tab. 9 Effect of seed coated with complex formulation of *Trichoderma* and Carbosulfan-tebuconazole on maize seedling growth

A-B-C	出苗率/% Rate of emergence	0.05	株高/cm Plant height	0.05
1-1-1	23.33±5.77	de	14.53±3.57	ab
1-2-2	36.67±5.77	c	15.21±2.68	ab
1-3-3	23.33±2.89	de	14.63±3.22	ab
2-1-2	23.33±2.89	de	13.89±2.78	ab
2-2-3	26.67±5.77	d	14.00±3.11	ab
2-3-1	10.00±0.00	f	10.00±1.00	c
3-1-3	20.00±8.66	de	12.33±2.33	bc
3-2-1	70.00±5.00	b	13.98±3.27	ab
3-3-2	90.00±0.00	a	17.59±3.56	a
CK1	16.67±2.89	ef	12.88±2.25	bc
CK2	87.78±4.41	a	16.13±3.91	ab

注:CK1:空白处理;CK2:用15%戊唑醇+5%丁硫克百威复配包衣种子

Note:CK1: Blank control; CK2: 15% tebuconazole and 5% carbosulfan complex formulation was used for coating seeds

表10 爱苗与木霉菌粉剂复配包衣种子对玉米幼苗生长的影响

Tab. 10 Effect of seed coated with complex formulation of difenoconazole-Propiconazole and *Trichoderma* biomass on maize seedling growth

农药:木霉菌 Pesticide: <i>Trichoderma</i>	出苗率/% Rate of emergence	0.05	株高/cm Plant height	0.05
3:100	56.67±5.77	b	13.98±3.39	c
2:100	56.67±2.89	b	14.20±5.44	c
1:100	70.00±0.00	b	16.20±3.76	bc
CK1	92.00±13.04	a	20.75±3.72	a
CK2	92.00±13.04	a	17.92±4.64	b

注:CK1:木霉菌粉剂,药种比1:10;CK2:空白处理

Note:CK1: *Trichoderma* biomass; Seed coating agent: seed = 1:10; CK2: Blank control

2.2.9 不同浓度阿维吡虫啉与木霉菌复配对玉米幼苗生长的影响

混剂中的阿维吡虫啉含量对出苗具有明显的抑制作用。各处理对株高影响不大(见表11)。

表 11 不同浓度阿维吡虫啉与木霉菌复配对玉米幼苗生长的影响

Tab. 11 Effect of Av-imidacprid and *Trichoderma* seed coating agent on maize seedling growth

农药:木霉菌 Pesticide: <i>Trichoderma</i>	出苗率/% Rate of emergence	0.05	株高/cm Plant height	0.05
1:50	73.33±5.77	b	18.10±3.99	b
3:50	73.33±5.77	b	18.65±3.52	b
5:50	73.33±5.77	b	18.20±3.12	b
CK1	92.00±4.47	a	20.75±3.72	a
CK2	92.00±4.47	a	17.92±4.64	a

注:CK1:木霉菌粉剂,药种比1:10;CK2:空白处理

Note:CK1:Trichoderma-seed coating, pharmacopoeia ratio:1:10;CK2:Blank control

3 讨论

目前,关于木霉菌剂与化学农药复配使用的研究已有一些报导。王宏等^[5]将枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)与啞霉胺混配防治梨黑斑病,李素英等^[6]将荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescence*)添加多菌灵防治棉花黄萎病,田连生等^[7]将木霉菌与速克灵混配防治草莓灰霉病,防治效果均优于生物菌剂与化学农药单独使用。李敏等^[8]将哈茨木霉与多菌灵复合,复合后菌剂对水稻苗期立枯病的防治效果达到了82.25%,而两者单独使用时的防效均低于30%。孔令芳等^[9]在Bt生物农药与植物源农药复配的研究中提到,Bt与化学农药敌百虫、氰氟戊菊酯等的复配制剂施用后能起到明显的增效作用,而且可以较好的克服Bt杀虫剂见效慢的缺点。在菌药互做过程中,Kantan等^[10]提出使用化学药物弱化病原菌后有利于生物防治菌定殖并提高其防治效果。颜汤帆等^[11]将木霉菌与申嗒霉素进行混配后,混剂对于玉米的生长及对纹枯病的防效均有增加。谢阳姣等^[12]研究表明,种子包衣适乐时后对微胚乳玉米种子萌发和生长具有显著性抑制,但是本试验结果表明适乐时与木霉菌进行复配后,对玉米出芽和生长的抑制作用降低。

本试验重点研究木霉菌粉剂与各种低毒化学杀菌剂、植物源农药、生物化学农药按不同比例混合后包衣种子,观察其对玉米出苗和幼苗生长的影响。首先筛选出对玉米生长安全的组合,然后再筛选高效防治土传病害的最佳复配比例。结果表明,当木霉菌粉剂与各种农药混配后对出苗率和株高的影响主要取决于混配比例,而且并不是混剂中化学组分含量越高抑制作用越强,说明木霉菌粉剂与化学组

分、玉米幼苗间存在一定的特异互作。相比较而言,阿维菌素、申嗒霉素、井冈霉素·蜡质芽孢杆菌等生物化学农药与木霉菌粉剂混配包衣种子对出苗和幼苗生长比较安全。木霉菌粉剂与阿维菌素和申嗒霉素混配包衣种子具有一定的协同促玉米生长作用。因此创制木霉菌与阿维菌素、申嗒霉素、井冈霉素复合种衣剂具有有效好的应用前景,可实现病虫兼治和防病增产作用。

研究还表明:尽管对丁硫克百威、戊唑醇进行减量化使用,但与木霉菌粉剂复配后,仍能抑制玉米出苗和植株生长。因此,木霉菌与该两种化学杀菌剂复配需要慎重。我们将在进一步从上述优选的组合中筛选有效防治土传病虫害的组合,创制新型生物和化学复合粉剂。

参考文献:

- [1] 郑俊强,高增贵,庄敬华,等.玉米复合型粉剂TB的创制及防效[J].*玉米科学*,2005,13(4):105-108.
- [2] 杨春林,席亚东,刘波微,等.哈茨木霉T-h-30对几种蔬菜的促生作用及病害防治初探[J].*西南农业学报*,2008,21(6):1603-1607.
- [3] 庄敬华,孙国良,高增贵,等.番茄灰霉病生物防治菌株的筛选[J].*沈阳农业大学学报*,2005(1):35-38.
- [4] 岳东霞.水杨酸对黄瓜植株抗病酶系和自粉病抗性的诱导作用[J].*河北农业大学学报*,2003,26(4):14-17.
- [5] 王宏.啞霉胺与枯草芽孢杆菌B-916协同防治梨黑斑病[J].*江苏农业学报*,2010,26(6):1227-1232.
- [6] 李素英,刘冬青,牛贻光.生物防治菌与多菌灵混用防治棉花黄萎病的效应研究[J].*中国生态农业学报*,2004,12(1):114-116.
- [7] 田连生,冯树波.耐药性木霉菌株的筛选及其对灰霉病的防治[J].*生物技术*,2005,15(5):26-28.
- [8] 李敏,杨谦,王疏,等.哈茨木霉与多菌灵复合使用对水稻苗期立枯病的防治[J].*浙江大学学报(农业与生命科学版)*,2009,35(1):65-70.
- [9] 孔令芳,弓爱君,邱丽娜,等.Bt生物农药与植物源农药复配研究[C]//第六届全国农药交流会论文集.南京:中国农药工业协会,2006.
- [10] Kantan J, Ginzburg C, Assaraf M. Pathogen Weakening as a Component of Integrated Control[M]//Advances in Biological Control of Plant Diseases. Beijing: China Agricultural University Press,1999.
- [11] 颜汤帆,高必达,刘志诚,等.两种生物药剂混配对木霉菌抑菌作用的影响[J].*湖南农业科学*,2010,(9):80-82,85.
- [12] 谢阳姣,戴罗杰,吕风莲,等.种子包衣对微胚乳玉米种子萌发的影响[J].*玉米科学*,2010,18(4):89-92.