

Snea253 生物种衣剂防治大豆胞囊线虫的研究

陈立杰¹, 万传浩¹, 朱晓峰¹, 王媛媛², 黄姗姗¹, 陈井生³, 段玉玺¹

(1. 沈阳农业大学 植物保护学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 沈阳农业大学 生物科学技术学院, 辽宁 沈阳 110866; 3. 黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316)

摘 要:以生防放线菌 Snea253 菌株发酵液为主, 配合其它微生物菌株制备生物种衣剂对大豆种子进行包衣处理, 于播种后 30~35 d 计数大豆根外胞囊数量、土壤中胞囊数量和根内线虫数量, 研究了 Snea253 生物种衣剂对大豆胞囊线虫的防治效果。结果表明:生物种衣剂 A(复配菌株 Snea253 + Sneb207 + 元素组合 + 助剂)在康平和大庆试验基点对大豆根和土壤中胞囊线虫的抑制率显著高于空白对照和商品种衣剂对照, 生物种衣剂 B(复配菌株 Snea253 + Sneb482 + Snef1024 + 元素组合 + 助剂)和生物种衣剂 C(Snea253 + 元素组合 + 助剂)与商品种衣剂效果相当。从大豆植株的长势和测产的结果可知, 生物种衣剂既可促进大豆的生长发育, 还可有效抑制线虫繁殖, 尤其生物种衣剂 A 促生、增产和控制胞囊线虫的效果显著。

关键词:生物种衣剂; 大豆; 大豆胞囊线虫; 防效

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2011)03-0459-04

Control Effects of Snea253 Biological Seed Coating on Soybean Cyst Nematode

CHEN Li-jie¹, WAN Chuan-hao¹, ZHU Xiao-feng¹, WANG Yuan-yuan², HUANG Shan-shan¹,
CHEN Jing-sheng³, DUAN Yu-xi¹

(1. Department of Plant Protection, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, Liaoning; 2. Department of Biological Science and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, Liaoning; 3. Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, Heilongjiang, China)

Abstract: Fermentation liquor of actinomycetes strain Snea253 and other microbial strains were used to prepare the biological seed coating, then we treated soybean seeds by these seed coating and sew them in experimental areas in Liaoning and Heilongjiang provinces. We counted the cysts outside the soybean roots and in the soil around the roots, and different stages soybean cyst nematodes inside the roots from 30 to 35 days after seeding. The results showed that the biological seed coating A (mixed biocontrol microorganisms Snea253 + Sneb207 + elements + adjuvants) had significantly higher control effect than the no coated control and commodity seed coating control in the test fields. The biological seed coating B (mixed biocontrol microorganisms Snea253 + Sneb482 + Snef1024 + elements + adjuvants) and the biological seed coating C (Snea253 + elements + adjuvants) were as good as the commodity soybean seed coating. Biocontrol seed coating could not only promote soybean growth and development, but also effectively suppress soybean cyst nematode numbers around soybean roots and increase soybean yield. They are safe and reliable, especially biological seed coating A can increase production and inhibit soybean cyst nematode numbers significantly.

Key words: Biological seed coating; Soybean; Soybean cyst nematode; Control effect

大豆胞囊线虫病(soybean cyst nematode, SCN)是世界公认的大豆首要病害, 在中国、美国、加拿大、巴西、阿根廷、俄罗斯等大豆生产国广泛发生, 全世界每年可减产大豆 11%^[1-2]。在我国, 大豆胞囊线虫病主要分布在东北及黄淮海大豆主产区, 其中尤以东北和内蒙古部分地区的盐碱地、白浆土和沙壤土地发生严重, 一般可导致大豆减产 10%~30%, 严重的可达 70%~90%, 甚至绝收^[3]。

Wrather^[4]认为大豆胞囊线虫是大豆减产的首要因素, 在美国造成上亿美元的损失。

从世界范围来看, 大豆胞囊线虫病的危害和蔓延有日趋加重的趋势, 因此有关防治大豆胞囊线虫病的研究越来越受到各国的重视^[5]。种衣剂是目前防治大豆苗期病害的一项有效措施, 也被用于防治大豆胞囊线虫病, 并取得一定的研究进展^[6-7]。生物种衣剂具备制剂简单、使用方便、安全无毒等

收稿日期: 2010-12-21

基金项目: 农业部公益性行业科研专项经费资助项目(nyhyzx200903040-03); 教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目(NCET-08-0866); 现代农业产业技术体系(大豆)资助项目。

第一作者简介: 陈立杰(1971-), 女, 教授, 博士生导师, 主要从事植物病理学和植物线虫学教学和科研工作。E-mail: chenlijie0210@163.com。

优点,已经成为防治大豆胞囊线虫病害的研发热点之一^[8-9]。因此,该文利用自主创新研制的具有杀线虫活性的生物种衣剂,对大豆进行包衣处理,测定温室盆栽和大田试验防治效果,用以验证生物种衣剂控制大豆胞囊线虫病的可能性。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试菌株和商品种衣剂 放线菌:Snea253 菌株,委内瑞拉链霉菌 *Streptomyces venezuelae*, 菌株及其制备方法已获得国家发明专利授权(ZL200810010465.X)^[10]。细菌:Sneb207 和 Sneb482 菌株,芽孢杆菌属 *Bacillus*。真菌:Snef1024 菌株,曲霉属 *Aspergillus*,以上菌株都是沈阳农业大学北方线虫研究所分离获得的具有自主知识产权的杀线虫活性菌株。

商品种衣剂:商品名称为拌种王,50% HA 新型拌种剂,由营口三征农用化工有限公司监制。主要成分为 BFA 生化酸、微量元素、成膜剂、促根剂等。

1.1.2 防治对象和供试品种 防治对象:大豆胞囊线虫 *Heterodera glycines*。

供试大豆品种:辽豆 15、沈农 101(抗线品种)于沈阳试验小区种植;合丰 50、抗线 3 号(抗线品种)于大庆小区种植。

1.1.3 供试元素及助剂 供试元素:磷酸二氢钾 KH_2PO_4 、硫酸钾 KSO_4 、硫酸铜 CuSO_4 、硫酸锰 MnSO_4 、硫酸亚铁 FeSO_4 、钼酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 、硼酸 H_3BO_3 等,全部为分析纯。

供试助剂:成膜剂,悬浮剂,分散剂,警戒色,全部购于化学试剂公司。

1.2 试验方法

1.2.1 Snea253 生物种衣剂的制备与种子包衣 将各种大量元素和微量元素按比例混合后粉碎研磨,与助剂混合均匀后湿法研磨,将按比例配好的 Snea253 复配菌剂加入黏稠液中,振荡混合均匀,制备出生物种衣剂,按与大豆种子质量 1:100 进行拌种,搅拌均匀后立即裸露于通风干燥处,待药膜干燥后即可播种^[8]。

1.2.2 田间试验布置 试验于 2010 年在辽宁省沈阳市康平县和黑龙江省大庆市实验示范基地分别进行。随机区组设计,6 个处理,每个处理 5 行,行长 2 m,5 次重复。在播种后 30~35 d,大豆胞囊线虫雌成虫生长发育突破大豆根表皮后,每个处理小区随机选取 5 株苗。调查根上胞囊数,然后将其置入采样袋带回实验室,调查根内线虫数、测量株高;秋季考种测量株高、单株荚数、单株粒数和百粒重。

同时采集根际土壤,调查土中胞囊数。

具体处理有:T1—生物种衣剂 A(Snea253 + Sneb207 + 元素组合 + 助剂);T2—生物种衣剂 B(Snea253 + Sneb482 + Snef1024 + 元素组合 + 助剂);T3—生物种衣剂 C(Snea253 + 元素组合 + 助剂);T4—抗线品种;T5—不包衣空白对照(辽豆 15 和合丰 50);T6—商品种衣剂对照。

2 结果与分析

2.1 生物种衣剂处理对胞囊线虫的影响

2.1.1 大豆根上胞囊数量 2010 年在康平和大庆 2 个试验地点对大豆根上胞囊数量的田间计数结果(表 1)表明,生物种衣剂 A(T1)在康平和大庆的防效最好,与空白对照相比对胞囊抑制率分别达到了 56.63% 和 64.24%,差异显著;其次是生物种衣剂 C 处理(T3),对胞囊抑制率达到了 52.47% 和 51.76%,亦存在显著性差异;生物种衣剂 B(T2)的效果略差,但其对根外胞囊数量的抑制率分别达到了 43.37% 和 42.91%,也存在显著性差异。这 3 种生物种衣剂中,生物种衣剂 A 的防效要好于商品种衣剂(T6),其它 2 种与商品种衣剂对照相比防效略好或基本相当。

表 1 不同大豆生物种衣剂处理大豆根外胞囊和根内线虫数量的变化

Table 1 Numbers of cyst outside soybean roots and soybean cyst nematodes inside roots under biocontrol seed coating treatments

处理 Treatment	根内线虫数					
	根上胞囊数 Numbers of cyst on soybean roots		Numbers of nematodes inside soybean roots		土中胞囊数 Numbers of cyst in rizosphere soil	
	康平 Kangping	大庆 Daqing	康平 Kangping	大庆 Daqing	康平 Kangping	大庆 Daqing
T1(A)	44.8 bcBC	29.5cC	28.0cB	11.7 dC	57.9cC	41.6 dC
T2(B)	58.5 bB	47.1 bB	36.3 bcB	32.1 bcB	81.4 bB	60.5cB
T3(C)	49.1 bcBC	39.8 bBC	35.5 bcB	28.1 cB	82.4 bB	61.5cB
T4	31.6 cC	0.4 dD	7.0 dC	0.6eD	47.5cC	0.2eD
T5	103.3aA	82.5aA	76.1aA	63.8aA	131.9aA	104.8aA
T6	60.1 bB	44.8 bB	40.0 bB	35.3 bB	95.5 bB	72.9 bB

同列内标以不同大小写字母的值分别表示在 1% 和 5% 水平上差异显著。

Values within a column followed by different lowercase and capital letters are significantly different at 5% and 1% probability level, respectively.

2.1.2 大豆根内胞囊线虫数量 利用品红染色法对大豆幼苗根内不同龄期胞囊线虫进行染色计数(表 1),结果表明,各处理的大豆根内线虫数都少于

空白对照的根内线虫数。相比之下生物种衣剂 A 的根内线虫数最少,与空白对照(T5)相比,对根内线虫抑制率分别达 63.16% 和 80.95%;其它 2 种生物种衣剂对根内线虫抑制率达 50% 左右;与商品种衣剂(T6)相比较,生物种衣剂 A 对根内线虫抑制率也达 28.21% 和 64.71%,差异极显著;其它 2 种生物种衣剂与商品种衣剂的效果相当,无显著性差异。抗线品种(T4)作为防治大豆胞囊线虫的最佳方式,根上与根内线虫数量均最少,说明利用抗病品种本身存在的抗性仍然是控制大豆胞囊线虫繁殖的最有效措施之一。

2.1.3 土壤中胞囊数量 2010 年对康平和大庆 2 个试验点大豆田土壤中胞囊数量调查结果(表 1)表明,生物种衣剂 A 能够显著抑制土中胞囊数量的增殖,与空白对照相比差异达极显著水平,抑制率分别达 56.1% 和 60.3%,与商品种衣剂对照也达到极显著水平。其它 2 种生物种衣剂对土壤中胞囊数量增殖的抑制率与商品种衣剂相当,都显著少于空白对照。根上和土壤中胞囊数量的减少意味着下年的初始线虫侵入量减少,说明生物种衣剂控制大豆胞囊线虫群体数量繁殖的后效作用显著。

2.2 不同大豆生物种衣剂对植株生长的影响

通过测量 2 个试验点的大豆主根和株高(表 2)可以看出:生物种衣剂处理的大豆长势都好于空白对照,其中生物种衣剂 A 的效果显著好于空白对照和商品种衣剂对照,康平试验点的 3 种生物种衣剂处理对大豆幼苗根长和株高的促进作用显著好于商品种衣剂对照。

2010 年 9 月在大豆成熟期对大庆试验基点设置的几个处理进行了株高、单株荚数、单株粒数、百粒重等的考种测产工作。测量数据(表 2)显示:大豆株高没有显著差异,但单株荚数与空白对照相比都有显著差异,其中抗病品种平均单株荚数最多,生物种衣剂 A 次之,但都显著高于商品种衣剂;单株荚粒数与空白对照相比也有显著差异,其中仍以抗病品种最多,其次是生物种衣剂 A;百粒重则以生物种衣剂 B 最重,抗病品种最轻。说明生物种衣剂 A 不但能够很好的抑制大豆胞囊线虫的繁殖,而且还可以促进大豆的生长和百粒重的增加而达到增产目的,是比较成功的配比组合。生物种衣剂 B 和 C 略好于商品种衣剂,但无显著差异。

表 2 不同大豆生物种衣剂对植株生长的影响
Table 2 Influence of biocontrol soybean seed coating treatments on plant growth

处理 Treatment	主根长		株高			单株荚数 Pods number per plant	单株粒数 Seeds number per plant	百粒重 100-seed weight/g
	Seedlings root length/cm		Plant height/cm					
	康平	大庆	康平	大庆	大庆成株期			
	Kangping	Daqing	Seedlings at Kangping	Seedlings at Daqing	Maturity at Daqing			
T1 (A)	14. 45aA	14. 32Aa	21. 13aA	19. 11aA	70. 31aA	53. 7bB	146. 9bB	21. 3aA
T2 (B)	13. 11bAb	13. 52abAB	20. 54abA	18. 76aA	66. 88aA	48. 9bcBC	130. 0bBC	21. 5bAB
T3 (C)	13. 30cBC	12. 57bB	19. 98abA	15. 00bB	68. 30aA	43. 8cBCD	106. 6cCD	21. 1cC
T4	11. 73bcBC	13. 34abAB	18. 47bcAB	16. 50abAB	81. 71aA	70. 9aA	173. 9aA	20. 5dD
T5	10. 82cC	12. 41bB	16. 65cB	14. 89bB	69. 01aA	34. 8dD	84. 2cD	20. 6cC
T6	12. 48bBC	13. 89abAB	19. 41 abAB	16. 88abAB	68. 15aA	42. 5cCD	103. 6cCD	20. 8cBC

同列内标以不同大小写字母的值分别表示在 1% 和 5% 水平上差异显著。
Values within a column followed by different lowercase and capital letters are significantly different at 5% and 1% probability level, respectively.

3 结论与讨论

种衣剂是采用高效内吸杀虫、杀菌剂、保水剂、植物生长调节剂、微量元素与微生物等作为活性成份,以成膜剂、悬浮剂、抗冻剂、防腐剂、粘度稳定剂等为辅助成份,经过特殊加工工艺制成的具有成膜特性的复合农药新剂型。国际上提出薄膜种衣技术始于 20 世纪 50 年代^[11],1978 年美国首先成功研制薄膜种衣剂,之后在欧美发达国家广泛应用。我国种子包衣自古有之,如挂蜡、血衣等,但最早报道

的是 1976 年关于甜菜种子丸衣化的研究,是拌种至种子包衣的一个过渡类型。之后陆续研制成小麦、玉米、大豆等 24 种作物专用种衣剂型号,并在全国推广使用,取得了良好的经济效益^[12]。
该研究以分离获得的具有自主知识产权的杀线虫活性菌株 Snea253 的发酵液进行粗提取后的活性物质为主要杀线成分^[8,10,13-14],结合其它几种促生菌按照一定比例配合后^[15-16],再与选配的各种元素和助剂配置而成的新型生物种衣剂。通过康平和大庆的大田试验验证各种生物种衣剂的防治效果相对比较明显,其中生物种衣剂 A 与空白对照和

商品种衣剂相比,显著抑制了大豆幼苗根上胞囊和根内线虫的繁殖,对抑制土壤中的胞囊增殖效果亦显著,而且能够很好的促进大豆幼苗的生长并对大豆产量构成因素有促进作用;生物种衣剂 B、C 对大豆胞囊线虫也有一定的抑制效果,基本与商品种衣剂相当。

种衣剂用于作物播前的预防保健处理,不仅综合防治作物苗期的病虫害,而且作为微量元素肥料的一种有效施用方法,能够防止缺素症,促进作物生长发育,提高作物产量^[17]。王国生等^[18]对大豆种衣剂的应用效果研究认为,使用种衣剂的大豆株高、株荚数、株粒数以及百粒重都比对照有所增加,比对照增产 10.2%~33%。而该试验的测产数据也证明,使用生物种衣剂可促进大豆幼苗生长,成熟期植株单株荚数、单株粒数和百粒重都显著高于空白对照。

抗病品种是防治大豆胞囊线虫有效措施之一,该研究利用抗线品种作为另一对照,显示抗线品种对控制大豆幼苗根系线虫侵染与繁殖效果很好,但是目前生产中推广的抗病品种比较少,各大豆产区推广主栽的多是丰产感病品种,主要原因是大豆受地域光温影响品种差异大,抗线育种周期长,而且长期使用同一基因型的抗线品种会导致大豆胞囊线虫的致病基因型发生变化,因此防治大豆胞囊线虫病还需要综合利用各种措施。而生物种衣剂作为安全、方便和有效控制大豆苗期胞囊线虫危害的一种措施,必将在大豆的有害生物综合治理(IPM)策略中发挥重要作用。

参考文献

- [1] 吴明才,肖昌珍.世界大豆线虫病研究概述[J].湖北农业科学,1999(1):38-40. (Wu M C, Xiao C Z. World soybean nematodes disease research summaries [J]. Hubei Agricultural Sciences, 1999(1):38-40.)
- [2] 许艳丽,温广月.大豆主要病虫害研究概况—I 大豆线虫病[J].大豆通报,2005(1):5-7. (Xu Y L, Wen G Y. Research general situation of the major disease and pests [J]. Soybean Bulletin, 2005(1):5-7.)
- [3] 段玉玺,陈立杰.大豆胞囊线虫病及其防治[M].北京:金盾出版社,2006. (Duan Y X, Chen L J. Soybean Cyst nematode disease and management [M]. Beijing: Jindun Press, 2006.)
- [4] Wrather J A, Koenning S R. Estimates of disease effects on soybean yields in the United States 2003 to 2005 [J]. Journal of Nematology, 2006, 38(2):173-180.
- [5] 吴海燕,远方,陈立杰,等.大豆胞囊线虫病与大豆抗胞囊线虫机制的研究[J].大豆科学,2001,20(4):285-289. (Wu H Y, Yuan F, Chen L J, et al. Advances in soybean cyst nematode and mechanism of soybean resistance to *Heterodera glycines* [J]. Soybean Science, 2001, 20(4):285-289.)
- [6] 文景芝,杨建华.黑龙江省几种常用大豆种衣剂对大豆根腐病防治效果[J].东北农业大学学报,1997,28(1):39-43. (Wen J Z, Yang J H. The effectiveness of several seed-coated chemicals usually utilized in Heilongjiang province on soybean root rot [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 1997, 28(1):39-43.)
- [7] 周可金.种子技术的应用与发展[J].中国农学通报,1993(6):35. (Zhou K J. Development and application of seed technology [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 1993(6):35.)
- [8] 郭宁,陈立杰,段玉玺,等.控制大豆胞囊线虫生物种衣剂的研制及沈阳田间小区防效的初步试验[J].植物保护,2009,35(2):158-162. (Guo N, Chen L J, Duan Y X, et al. Preparation and effects of biological seed coating on soybean cyst nematode in soybean plots in Shenyang [J]. Plant Protection, 2009, 35(2):158-162.)
- [9] 杜春梅,李海燕,李晓明,等. HND1 生物种衣剂防治大豆胞囊线虫药效研究[J].大豆科学,2009,28(6):1126-1129. (Du C M, Li H Y, Li X M, et al. Control effects of HND1 biological seed coating on soybean cyst nematode [J]. Soybean Science, 2009, 28(6):1126-1129.)
- [10] 陈立杰,陈井生,段玉玺.具毒杀植物线虫活力的链霉菌的制备方法及其应用[P].中国专利:CN101225370,2008-07-23. (Chen L J, Chen J S, Duan Y X. The preparation methods and applications of the *Streptomyces venezuelae* with toxicity to plant nematodes [P]. Chinese Patent: CN101225370, 2008-07-23.)
- [11] 赵海滨,祁适雨,肖志敏,等.农作物种衣剂的研制与应用[J].作物杂志,1997(3):4-6. (Zhao H B, Qi S Y, Xiao Z M, et al. The development and application of crop seed coating [J]. Crops, 1997(3):4-6.)
- [12] 陈庆梧,沈德隆,唐霭淑.种衣剂的发展简述[J].广东化工,2000(3):49-50. (Chen Q W, Shen D L, Tang A S. The development of seed dressing [J]. Guangdong Chemical Industry, 2000(3):49-50.)
- [13] 陈立杰,陈井生,郑雅楠,等.放线菌 Snea253 的鉴定及对大豆胞囊线虫的抑制作用[J].中国生物防治,2009,25(1):66-69. (Chen L J, Chen J S, Zheng Y L, et al. Identification of actinomycetes strain Snea253 and its activity against soybean cyst nematode [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2009, 25(1):66-69.)
- [14] 陈立杰,董健,朱晓峰,等.生防放线菌 Snea253 代谢产物的理化性质[J].农药,2010,49(1):26-28. (Chen L J, Dong J, Zhu X F, et al. Antibiotic characters of actinomycetes Snea253 [J]. Agrochemicals, 2010, 49(1):26-28.)
- [15] 孙华,段玉玺,焦石,等.抗大豆胞囊线虫的根际促生菌的筛选及其鉴定[J].大豆科学,2009,28(3):507-510. (Sun H, Duan Y X, Jiao S, et al. Filtration and identification of plant growth promoting rhizobacteria on resistance of soybean cyst nematode [J]. Soybean Science, 2009, 28(3):507-510.)
- [16] 尹丽娜,段玉玺,王媛媛,等.拮抗大豆胞囊线虫根瘤菌的研究[J].大豆科学,2010,29(2):276-279. (Yin L N, Duan Y X, Wang Y Y, et al. Screening of rhizobia against soybean cyst nematode [J]. Soybean Science, 2010, 29(2):276-279.)
- [17] 慕康国,刘西莉,白建军,等.种衣剂及其生物学效应[J].种子,1998(6):50-52. (Mu K G, Liu X L, Bai J J, et al. Seed coating and its biological effects [J]. Seed, 1998(6):50-52.)
- [18] 王国生,姜巧文,李国忠,等.大豆种衣剂的应用效果及发展前景[J].大豆通报,1998(2):8-9. (Wang G S, Jiang Q W, Li G Z, et al. Soybean seed coating application effect and development prospects [J]. Soybean Bulletin, 1998(2):8-9.)