



张武,杨树,项鹏,等.哈茨木霉拌种对大豆生长及大豆根腐病的影响[J].黑龙江农业科学,2023(7):41-46.

哈茨木霉拌种对大豆生长及大豆根腐病的影响

张武,杨树,项鹏,吴俊彦,李艳杰

(黑龙江省农业科学院黑河分院,黑龙江黑河164300)

摘要:为了明确哈茨木霉 Th7 拌种处理对大豆根腐病的防治及田间应用效果,为促进哈茨木霉拌种剂的推广应用奠定基础,于 2020—2022 年连续 3 年研究了 Th7 在大豆多年重茬地块应用对大豆根腐病的防治效果、大豆出苗率、生长情况和产量的影响。结果表明,Th7 在大豆出苗后 30 d 对大豆根腐病的防治效果在 37.51%~53.80%;在大豆出苗后 60 d 的防治效果在 38.44%~43.28%;拌种处理大豆出苗率、单株荚数、单株粒数和百粒重均有提高;Th7 拌种处理较不拌种处理产量提高 3.27%~12.64%。说明,哈茨木霉 Th7 在提高大豆产量的同时,可以作为化学拌种剂的绿色替代产品用于大豆生产。

关键词:哈茨木霉;拌种;大豆;大豆根腐病

大豆是重要的油料、粮食作物,也是饲料、食用蛋白和植物油脂的重要原料^[1]。随着我国种植结构的调整,大豆作为主要的粮油作物之一,种植面积呈现逐年增加的趋势^[2-3]。大豆根腐病是世界大豆生产中的土传病害之一,其主要引起大豆根部及茎基部腐烂,一般地块减产 10%~30%,重病田块发病率超过 70%,产量损失超过 60%甚至绝收^[4]。据报道,造成大豆根腐病的主要病原物分别归属于卵菌(Oomycetes)和真菌(Fungi)两大类^[5]。引起大豆根腐病的真菌中,镰刀菌是主要的致病菌,已发现尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)、茄病镰刀菌(*F. solani*)、木贼镰刀菌(*F. equiseti*)、禾谷镰刀菌(*F. graminearum*)等数 10 种镰孢菌^[6-9]。

利用种衣剂对种子进行包衣处理是一种简便的防治土传病害和地下害虫的方法,同时通过种衣剂拌种可以提高农作物的产量和品质,增加农民收入,是我国重点推广应用的一项农业技术^[10]。目前福美双、多菌灵、精甲霜灵、咯菌腈、苯醚甲环唑、吡唑醚菌酯和啞菌酯等化学杀菌剂是种衣剂中主要成分,但由于使用不当致使大豆出现发育障碍,导致出苗期推迟、出苗率降低、畸形苗等情况出现^[11-13]。同时,化学农药的长期连续使用极易造成病原菌抗药性增加,导致用药剂量不断增

加,农药残留加大,不利于农业的可持续发展。

生物防治作为一种绿色环保的防治措施,越来越成为防治作物病害的重要手段之一。木霉属真菌是一种具有广泛生防作用的真菌^[14]。木霉菌分布广泛,是植物内生菌,可以长期定殖于植物根部,木霉的菌丝入侵植物根系形成长期的寄生关系,并且通过直接杀死其他致病菌的方式来维护植物健康,也可通过分泌物和次生代谢产物诱导作物产生局部或全株抗性来提升作物抗性,提升作物抵御多种病原菌^[15-16]。目前木霉属中的哈茨木霉是一种被广泛应用于农业生产的生防真菌。哈茨木霉(*Trichoderma harzianum*)对多种植物病原真菌具有较强的抑制作用,同时其能够降低种子胁迫、提高种子的发芽率和种子活性、有促生增产的作用可以作为生物肥料使用。曲薇等^[17]研究表明哈茨木霉菌剂对番茄白粉病、灰霉病、叶霉病的防治具有较好的防效。谭娇娇等^[18]研究表明哈茨木霉 M-17 对尖孢镰刀菌、接骨木镰刀菌、木贼镰刀菌、茄病镰刀菌和锐顶镰刀菌的抑制作用。本研究利用哈茨木霉 Th7 制备的拌种剂在黑龙江省黑河市开展了 3 年哈茨木霉的田间拌种试验,以期对哈茨木霉种衣剂在大豆生产上的推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验于 2020—2022 年进行,试验地位于黑龙江省农业科学院黑河分院试验区,试验地自 2010 年开始时连续 10 a 重茬种植大豆。试验地地势平坦,为草甸暗棕壤。土壤理化性质如表 1 所示。

收稿日期:2023-04-13

基金项目:国家大豆产业技术体系资金资助项目(CARS-04-05B);黑龙江省绿色有机农业协同创新推广体系;黑龙江自然科学基金(LH2020C075);黑龙江“揭榜挂帅”科技攻关项目(2021ZXJ05B011)。

第一作者:张武(1983—),男,硕士,副研究员,从事植物保护工作。E-mail:guoguo_zw@163.com。

表 1 土壤理化性质

有机质/(g·kg ⁻¹)	全氮/(g·kg ⁻¹)	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	pH
39.70	2.39	266.86	15.40	102.09	6.08

田间具体施肥量:氮磷钾(N-P₂O₅-K₂O)用量为1.3-2.0-3.3 kg·(667 m²)⁻¹,以种肥的形式春季一次性施入。

1.2 材料

1.2.1 供试菌剂及药剂 供试菌剂为哈茨木霉 Th7(*Trichoderma harzianum*), 2 亿孢子·g⁻¹, 由慕恩生物科技有限公司提供。以先正达亮盾悬浮种衣剂[37.5 g·L⁻¹精甲霜灵+(25 g)⁻¹·L⁻¹咯菌腈]为对照药剂,于当地农资商店购买。

1.2.2 供试大豆品种 黑科 71 由黑龙江省农业科学院提供。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验采用随机区组设计,采用 6 行区,10 m 行长,0.65 m 垄距,小区面积 39 m²,每个处理 3 次重复,试验周边设置保护行。试验播种量 35 万株·hm⁻²。试验不同处理药剂拌种及剂量详见表 2。

表 2 拌种药剂及用量

处理	药剂	用量
CK	—	—
Th7	哈茨木霉	250 g·(100 kg) ⁻¹
亮盾	亮盾种衣剂	400 mL·(100 kg) ⁻¹

1.3.2 调查项目及方法 在大豆出苗后 30 d,采用 5 点取样,每点取 1.53 m 长(即 1 m²)的大豆株数,计算大豆的出苗率。

分别在出苗后 30 和 60 d,各处理小区选取代表性的 5 点,每点 5 株,计算病情指数调查根腐病情况并计算病情指数。

病情分级标准:

0 表示主根、须根健全,无病斑;

1 表示主根上有零星病斑,但不连片,须根上无病斑;

3 表示主根病斑连片,但小于根部周长的 1/2,须根病斑较多,但不成片;

5 表示主根病斑介于周长的 1/2 和 3/4 之间,须根病斑成片,部分须根脱落;

7 表示整个根部均有病斑包围,根部腐烂,须

根近无;

9 表示根系坏死,植株地上部萎蔫或死亡^[19]。

病情指数 =
$$\frac{\sum(\text{各级病株数} \times \text{相对病级数值})}{\text{调查株数} \times 9} \times 100$$

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

产量及产量构成因子的调查:在大豆完熟期(R8 期),进行测产并计算单位面积产量。同时从收取的植株中随机抽取 10 株,调查大豆的株高、单株粒数、单株荚数、百粒重等产量构成因子。

1.3.3 数据分析 采用 DPS 7.05 软件中新复极差法对试验各项数据进行随机区组单因素方差分析,比较其差异显著性。采用 Origin 进行作图并分析。

2 结果与分析

2.1 哈茨木霉 Th7 对大豆根腐病的防治效果

由表 3 可知,在大豆多年重茬地 2020—2021 年连作田对照区出苗后 30 d 大豆根腐病病情指数稳定在 15.37~19.63,出苗后 60 d 的病情指数在 47.22~50.93。连续 3 年,Th7 处理大豆出苗 30 d 根腐病病情指数在 7.41~11.11,病情指数显著低于对照,其中 2021 年病情指数与对照差异极显著;对根腐病防效为 37.51%~53.80%。连续 3 年,Th7 处理出苗后 60 d 大豆根腐病病情指数在 26.11~29.07,防治效果为 38.44%~43.28%,除 2022 年 Th7 处理与对照病情指数差异未达到极显著外,其他年份 Th7 拌种处理的病情指数均极显著低于对照。2020—2022 年 Th7 拌种处理防效均低于亮盾拌种处理,但在病情指数方面 Th7 处理与亮盾处理间均差异不显著。

2.2 哈茨木霉 Th7 拌种对大豆出苗率的影响

由图 1 可知,2020—2022 年 3 年田间试验,Th7 处理拌种出苗率在 89.24%~95.22%,对照出苗率在 87.91%~94.23%,Th7 处理较对照出苗率略有增加,但差异不显著。亮盾拌种出苗率在 86.14%~94.14%,较 Th7 处理出苗率略低,但二者间差异未达到显著水平。

表 3 Th7 拌种对大豆根腐病的防治效果

年份	处理	出苗后 30 d		出苗后 60 d	
		病情指数	防效/%	病情指数	防效/%
2020	CK	15.37±2.18 aA	—	50.93±0.67 aA	—
	Th7	7.41±1.30 bA	51.79	28.89±2.51 bB	43.28
	亮盾	6.11±2.42 bA	60.25	22.77±1.67 bB	55.29
2021	CK	19.63±1.33 aA	—	47.22±0.96 aA	—
	Th7	9.07±0.98 bB	53.80	29.07±2.57 bB	38.44
	亮盾	7.96±1.13 bB	59.45	20.74±2.14 bB	56.08
2022	CK	17.78±1.40 aA	—	45.92±4.37 aA	—
	Th7	11.11±2.00 bAB	37.51	26.11±4.46 bA	43.14
	亮盾	9.08±1.45 bB	48.93	24.07±4.91 bA	47.58

注:同列相同年份下不同大小写字母表示经邓肯氏新复极差法检验在 $P<0.01$ 水平和 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

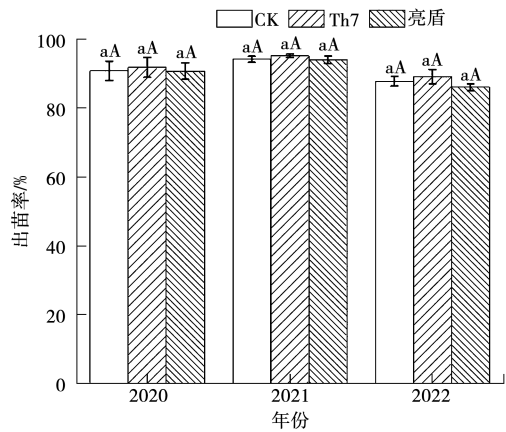


图 1 哈茨木霉 Th7 拌种处理对大豆出苗率的影响

注:同一年份不同处理间大小写字母表示经邓肯氏新复极差法检验在 $P<0.01$ 水平和 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.3 哈茨木霉 Th7 对大豆株高的影响

由图 2 可知,2020 年 Th7 拌种大豆株高 76.23 cm,较对照和亮盾处理分别高 2.80 和 0.47 cm,但与二者间均未达到显著水平。2021 年 Th7 处理株高低于对照和亮盾处理,但差异未达到显著水平。2022 年 Th7 处理株高 82.50 cm,较对照高 1.20 cm,二者间差异未达到显著水平;较亮盾处理低 0.13 cm,且二者间也未达到显著水平。

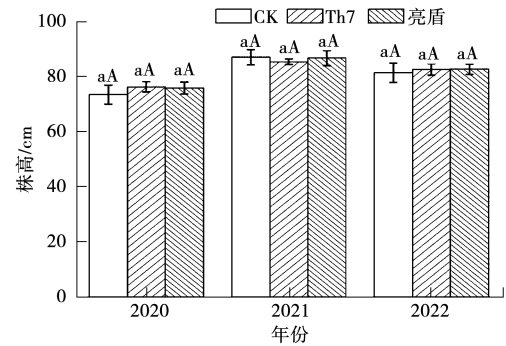


图 2 哈茨木霉 Th7 拌种处理对大豆株高的影响

2.4 哈茨木霉 Th7 对大豆产量及产量构成因素的影响

2.4.1 单株荚数 由图 3 可知,2020 年 Th7 处理单株荚数 33.07 个,较对照和亮盾处理分别高 1.77 和 4.14 个,与二者间均未达到显著水平。2021 年 Th7 处理单株荚数 26.67 个,较对照高 2.60 个,与对照差异达到显著水平;较亮盾处理低 0.03 个,二者间差异未达到显著水平。2022 年 Th7 处理单株荚数 48.93 个,较对照和亮盾处理分别高 6.67 和 1.93 个,与二者间均未达到显著水平。

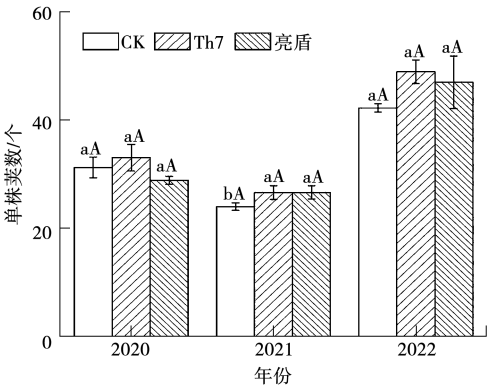


图 3 哈茨木霉 Th7 拌种处理对大豆单株荚数的影响

2.4.2 单株粒数 由图 4 可知,2020 年 Th7 处理单株粒数 70.57 个,较对照和亮盾分别高 4.37 和 3.54 个,与二者间差异不显著。2021 年 Th7 处理单株粒数 65.67,较对照高 6.44 个,与对照差异达到显著水平;较亮盾处理高 0.90 个,二者间差异不显著。2022 年 Th7 处理单株粒数 115.63 个,较对照高 13.93 个,且与对照差异达到显著水平;较亮盾处理高 3.3 个,二者间差异不显著。

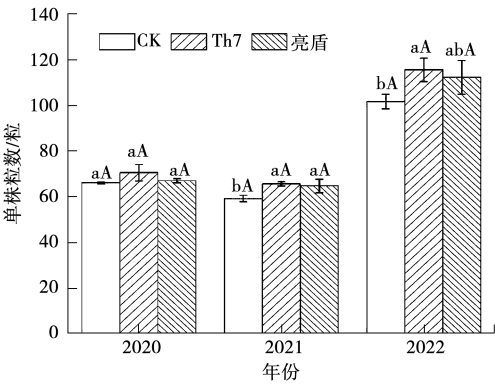


图 4 哈茨木霉 Th7 拌种处理对大豆单株粒数的影响

2.4.3 百粒重 由图 5 可知,2020—2022 年 Th7 拌种处理较对照处理与化学药剂亮盾处理均提高大豆百粒重,但未达到显著水平。2020 年 Th7 拌种处理百粒重 16.72 g,较对照和亮盾处理分别高 0.54 和 0.37 g,与二者间均未达到显著水平。2021 年 Th7 拌种处理百粒重 21.89 g,较对照高和亮盾处理分别高 0.83 和 0.54 g,与二者间均未达到显著水平。2022 年 Th7 拌种处理百粒重 19.74 g,较对照和亮盾处理分别高 0.72 和 0.06 g,与二者均未达到显著水平。

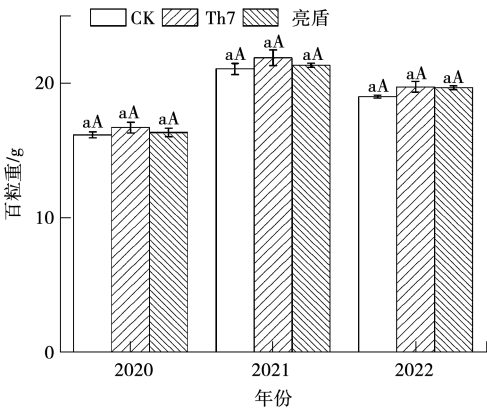


图 5 哈茨木霉 Th7 拌种处理对大豆百粒重的影响

2.4.4 产量 由表 4 可知,2020—2022 年连续 3 年对试验地块测产,其中 2020 年、2021 年 Th7 拌种处理较对照单位面积产量达到显著水平,单位面积产量较对照增产 6.49%~12.64%。3 年间 Th7 处理较化学拌种剂亮盾单位面积产量增加 1.95%~9.74%,但二者差异未达到显著水平。说明利用 Th7 拌种较化学杀菌剂具有一定的增产作用,可以作为生物种衣剂替代种衣剂使用,降低化学农药使用的同时提高大豆产量。

表 4 哈茨木霉 Th7 拌种处理对大豆产量的影响

年份	处理	产量/(g·m ⁻²)	较对照 增产率/%	较亮盾 增产率/%
2020	CK	227.39±2.29 bA	—	—
	Th7	256.13±11.04 aA	12.64	9.74
	亮盾	233.40±1.79 abA	2.64	—
2021	CK	272.27±5.51 bA	—	—
	Th7	289.94±3.59 aA	6.49	3.47
	亮盾	280.22±1.25 abA	2.92	—
2022	CK	275.42±7.79 aA	—	—
	Th7	284.43±9.32 aA	3.27	1.95
	亮盾	279.00±6.08 aA	1.30	—

3 讨论

木霉菌是一类重要的植物生防菌,具有重寄生、分泌水解酶、产生拮抗作用、同病原菌直接竞争养分或空间、产生挥发性或非挥发性抗生素等多种生防机理。同时还可以提高植物对不良环境的忍耐力、诱导植物产生抗性、促进植物对土壤养分的吸收和降解病原菌分泌的刺激孢子萌发的物质^[20-22]。其中哈茨木霉被广泛应用于小麦、水稻、蔬菜等作物。有研究表明,哈茨木霉不仅可以抑制土壤中病原真菌代谢,而且对蔬菜、粮食作物、花卉和牧草等具有促生作用^[23-26]。同时哈茨木霉可以增加作物种子的耐盐性和减轻重金属对植物的胁迫^[27-28]。也有研究表明哈茨木霉可以与其他菌株构建复合菌剂能够提高作物对有害病原菌的防效^[29],且在防治病害的同时还具有多种促生机制协同发挥作用。

本研究表明,哈茨木霉 Th7 处理可以显著降低大豆根腐病的病情指数,大豆出苗后 30 d 的防效在 37.51%~53.80%;60 d 的防效在 38.44%~43.28%。2020 年和 2021 年,Th7 处理 60 d 的大豆对根腐病的防效较处理 30 d 的降低,2022 年 60 d 的防效较 30 d 的防效升高。这可能与土壤的温度、湿度有关,适宜的温度和湿度有利于哈茨木霉的繁殖。而亮盾处理 60 d 防效较 30 d 的防效降低,这可能与化学拌种剂药效的衰减有关。化学拌种剂处理对大豆根腐病连续 3 年的防效均高于 Th7 处理,但两者间差异不显著。哈茨木霉对根腐病的防治与化学药剂不同,哈茨木霉需要通过繁殖及产生次生代谢产物来抑制病原物的生

长,因此作为拌种剂施用,哈茨木霉的繁殖直接受到土壤温度、湿度的影响,各年际间会产生较大差异。

Th7 处理较对照、亮盾处理提高了大豆出苗率,但是三者间均未达到显著水平。黑河地区大豆播种至出苗期间,耕层土壤温度为 5~8℃,土壤温度低,易造成哈茨木霉生长及分泌物减少,这些可能是造成哈茨木霉处理与对照处理间差异不显著的原因。

Th7 处理可以提高大豆的单株荚数、单株粒数、百粒重。其中,2021 年、2022 年 Th7 单株粒数较对照达到显著水平。由于试验在大豆 10 年连作地进行,土壤中对大豆生长抑制因素较多,这些因素会对 Th7 的生长和繁殖造成一定影响。Th7 较对照增产 3.27%~12.64%,其中 2020 年、2021 年产量差异达到显著水平,Th7 较亮盾处理增产 1.95%~9.74%,但二者间产量差异未达到显著水平。

综上所述,在多年重茬大豆地 Th7 处理在根腐病防效方面低于化学药剂亮盾处理,但 Th7 可以提高大豆的单株荚数、粒数、百粒重,进而提高大豆产量。Th7 处理与对照、亮盾处理相比对大豆产量及产量构成因子具有促进作用。本研究未在进行轮作条件下进行 3 个处理间的比较,试验结果略显不足,同时大田试验受到影响因素较多,造成各年际间差异较大,但现有结果均表明 Th7 对大豆具有增产作用的同时能够对大豆生长具有促进作用。

4 结论

从本研究进行 3 年的田间试验可以看出,哈茨木霉 Th7 对大豆根腐病具有防治效果,其中 30 d 防效在 37.51%~53.80%;60 d 的防效在 38.44%~43.28%。哈茨木霉 Th7 拌种处理较不拌种处理对大豆出苗率提高 0.02%~1.05%,较化学拌种剂亮盾提高大豆出苗率提高 1.15%~3.60%。同时,哈茨木霉 Th7 拌种处理对大豆的单株荚数、单株粒数、百粒重等产量构成因子具有促进作用。哈茨木霉 Th7 拌种处理较不拌种处理单位面积产量提高 3.27%~12.64%。

综上所述,本研究验证哈茨木霉可以作为一种环境友好型的绿色生物拌种剂用于替代化学拌

种剂防治大豆根腐病。能够在降低化学药剂使用量的同时提高大豆产量,实现对大豆根腐病的绿色防控,具有巨大的应用推广潜力。

参考文献:

- [1] 韩天富,周新安,关荣霞,等.大豆种业的昨天、今天和明天[J].中国畜牧,2021(12):29-34.
- [2] 汤松,刘芳,陈常兵,等.我国大豆“十三五”生产回顾及“十四五”展望[J].中国农技推广,2022,38(1):11-13.
- [3] 刘宝海,李晓军,高世伟,等.黑龙江省 2025 年粮食产能优化分析[J].中国农学通报,2022,38(28):13-20.
- [4] 谭兆岩,康泽,黄浩南,等.8%烯·丙·阿悬浮种衣剂研制及对大豆镰孢菌根腐病的防效[J].核农学报,2020,34(5):954-962.
- [5] 叶文武,郑小波,王源超.大豆根腐病监测与防控关键技术研究进展[J].大豆科学,2020,39(5):804-809.
- [6] 姜雪,黄启凤,杨新宇.辽宁省大豆根腐病原菌的分离鉴定及其生物学特性和对常用杀菌剂的敏感性[J].植物保护学报,2023,50(1):240-248.
- [7] 杜宜新,石姐姐,阮宏椿,等.银川大豆根腐病原菌鉴定及种衣剂对其防治效果[J].中国农学通报,2021,37(8):103-109.
- [8] 李长松,罗瑞梧,杨崇良,等.黄淮地区大豆根腐病菌分离鉴定及其致病性研究[J].植物保护学报,1996(2):187-188.
- [9] 李宝英,马淑梅.大豆根腐病原菌种类及抗原筛选[J].植物保护学报,2000(1):91-92.
- [10] 侯鑫格,颜士宇,郑永基,等.黑龙江大豆种衣剂品种的筛选与应用[J].黑龙江科学,2021,12(8):42-43.
- [11] 栗增然.吡唑醚菌酯和啮菌酯包衣对玉米和大豆种子的穿透性及生理特性的影响[D].北京:中国农业科学院,2018.
- [12] 刘伟,宫香余.黑龙江省大豆生产中药害现状及对策[J].大豆通报,2006(2):37-39.
- [13] 王险峰,刘延,谢丽华.种衣剂药害原因分析[J].现代化农业,2016(11):8-10.
- [14] 朱洪江.哈茨木霉 TMN-1 菌株诱导烟草抗青枯病的活性及机理研究[D].重庆:西南大学,2020.
- [15] 赵蕾.木霉菌的生物防治作用及其应用[J].生态农业研究,1999(1):68-70.
- [16] 宋漳,陈辉.绿色木霉对土传病原真菌的体外拮抗作用[J].福建林学院学报,2002(3):219-222.
- [17] 曲薇,伍森,王旭东,等.哈茨木霉菌株 WY-1 对番茄的促生防病效果[J].江苏农业科学,2018,46(5):94-96.
- [18] 谭娇娇,王喜刚,郭成瑾,等.哈茨木霉 M-17 固体发酵及发酵产物浸提液对镰刀菌的抑制作用[J].西北农业学报,2021,30(11):1741-1747.
- [19] 杜宜新,石姐姐,阮宏椿,等.银川大豆根腐病原菌鉴定及种衣剂对其防治效果[J].中国农学通报,2021,37(8):103-109.
- [20] 谢琳森.哈茨木霉对镉胁迫下两种草坪草生长及生理特性的影响[D].哈尔滨:东北林业大学,2018.

- [21] 李舒依,李方乐,王颖杰,等. NaCl 胁迫下哈茨木霉对黄瓜种子萌发的影响[J]. 科学技术与工程, 2016, 16(9): 164-166.
- [22] 邵红涛,许艳丽. 具有生防能力的木霉菌(*Trichoderma* spp.)与两株大豆根腐病病原菌(*Fusarium oxysporum*、*Rhizoctonia solani*)对碳、磷、铁的竞争研究[J]. 黑龙江大学自然科学学报, 2007(1): 126-129.
- [23] 梁松,王建霞,魏甜甜,等. 深绿木霉 T1 和哈茨木霉 T21 抑菌活性及对番茄幼苗促生效果研究[J]. 天津农业科学, 2022, 28(6): 80-86.
- [24] 张祖衍,邓薇,李春,等. 施加枯草芽孢杆菌和哈茨木霉对黄瓜幼苗生长的影响[J]. 北方园艺, 2021, (23): 11-20.
- [25] 武慧,刘畅,樊航,等. 枯草芽孢杆菌与哈茨木霉对黄瓜幼苗生长的协同促进作用[J]. 吉林师范大学学报(自然科学版), 2021, 42(3): 95-99.
- [26] 李松鹏,崔琳琳,程家森,等. 两株哈茨木霉菌株防治水稻纹枯病及促进水稻生长的潜力研究[J]. 植物病理学报, 2018, 48(1): 98-107.
- [27] 董斯琳,姚桐桐,谢琳森,等. 哈茨木霉对镉胁迫下草地早熟禾的促生和增抗效应及其生理机制[J]. 浙江农业科学, 2022, 63(9): 2046-2053.
- [28] 陈臻,曾翠云. 盐胁迫下哈茨木霉对黄苣种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 磷肥与复肥, 2022, 37(12): 50-52.
- [29] 郑旭蕊. 复合微生物菌剂的研制及其对尖孢镰刀菌防治效果研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2021.

Effects of Seed Dressing Treatment with *Trichoderma harzianum* on Soybean Growth and Root Rot Disease

ZHANG Wu, YANG Shu, XIANG Peng, WU Junyan, LI Yanjie

(Heihe Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe 164300, China)

Abstract: In order to clarify the control effect of *Trichoderma harzianum* Th7 seed dressing treatment on soybean root rot and field application, and provide basis for the promotion and application of *T. harzianum* Th7 seed dressing agent. This experiment studied the effect of *T. harzianum* Th7 on the occurrence of soybean root rot, the emergence rate, growth and yield of soybean from 2020 to 2022. The results showed that the control effect of *T. harzianum* Th7 on soybean root rot at 30 days after emergence was 37.51%-53.80%. The control effect was 38.44%-43.28% at 60 days after emergence. The emergence rate, plant height, pod number per plant, seed number per plant and 100-seed weight of soybean were all increased. The yield of *T. harzianum* Th7 treatments was 3.27%-12.64% higher than that of non-seed dressing treatments. Therefore, *T. harzianum* Th7 can be used as a green substitute for chemical seed dressing agent in soybean production.

Keywords: *Trichoderma harzianum*; seed dressing; soybean; soybean root rot

(上接第 34 页)

Abstract: In order to improve the quality and yield of soybean and maize, the effects of Yihao water soluble fertilizer spraying with trace elements on agronomic characters and yield of soybean and maize were studied. Water soluble fertilizer of trace elements were applied in the 3rd to 5th leaf stage, the first flowering stage and the pod stage of soybean, and applied in the 3rd to 5th leaf stage and the trumpet stage of maize. The results showed that after spraying 375.0-750.0 mL·ha⁻¹, the number of lodging plants was inhibited, and the root length, fresh root weight, dry root weight, nodal number, plant height, pod number per plant, grain number per plant, 100 grain weight and hectare yield of soybean were improved. It reduced the height of ear position and grain water content, inhibited the number of lodging plants and the length of bald tip, and promoted the root length, fresh root weight, dry root weight, row number of ear, row number of ear, ear length, ear thickness, ear weight, grain weight per ear, 100 grain weight and hectare yield of maize. In the process of soybean production, spraying 750.0 mL·ha⁻¹ water soluble fertilizer of trace elements three times could improve the stress resistance of plants, increase the yield by 294.60 kg·ha⁻¹, and increase the net profit by 1 140.84 yuan·ha⁻¹. In the process of maize production, it is recommended to spray 750.0 mL·ha⁻¹ water soluble fertilizer of trace elements twice, which can improve the stress resistance of plants, increase the yield of maize by 648.68 kg·ha⁻¹, and increase the net profit by 1 127.09 yuan·ha⁻¹.

Keywords: soybean; maize; trace element water-soluble fertilizer; agronomic characters; yield