



翟喜海,李宝英,韦庆慧,等.纳米种衣剂对玉米茎基腐病的防控效果研究[J].黑龙江农业科学,2021(12):34-39.

纳米种衣剂对玉米茎基腐病的防控效果研究

翟喜海,李宝英,韦庆慧,宋伟丰,李志勇,潘亚清,焦占力

(黑龙江省农业科学院 植物保护研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为有效防治玉米茎基腐病,本试验在超微粉体剂型的基础上,应用纳米加工技术,优化种衣剂配方组合,成功研制成8%戊唑醇·咯菌腈纳米型玉米种衣剂。药效试验结果表明:纳米型玉米种衣剂减量增效增产作用显著,对玉米苗期、乳熟末至蜡熟期茎基腐病的防治效果显著高于当地常用玉米种衣剂,拌种比在1:1 000时防治效果分别达到87.30%和75.19%。其他常用种衣剂以1:500的使用量进行种子包衣处理,相比来说本试验研制的纳米型玉米种衣剂使用量显著降低。

关键词:玉米茎基腐病;纳米种衣剂;戊唑醇;成膜剂;药效

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



玉米茎基腐病是黑龙江省玉米生产上的重要土传病害之一^[1]。全省玉米土传病害常年发病率在50%左右,严重时可能造成玉米产量大幅度下降,损失达10%~30%^[2-3]。实践已经证明种子包衣是防治玉米土传病虫害最有效的措施之一,种子包衣具有显著防控种子及作物苗期病虫害,促进幼苗生长,提高作物产量的作用。种衣剂作为新的剂型问世以来,在促进作物生长、防治病虫害和减少化学农药的使用量方面做出了巨大的贡献^[4]。但目前国外技术封锁,我国种衣剂研发能力较弱,而且大多是悬浮剂,由于配方和加工工艺粗放等原因,常出现分层、性状不稳定和包衣脱落率高等问题,导致储存和使用不方便,甚至出现药害^[5]。

超微粉体剂型是种衣剂剂型发展的新趋势,它解决了悬浮型胶体种衣剂有效成分含量低、用量大、成本高、毒性高、残留大、包衣成膜时间长且易脱落、产品质量不稳定等诸多问题,便于储存和运输,更加安全、更高效^[6-7]。在超微粉体剂型的基础上,应用纳米加工技术,可有效增强种子包衣剂中活性成分的抑菌杀虫作用,提高药剂利用率,降低药剂使用量^[8]。

本研究以黑龙江省玉米茎基腐病为研究对象,以“减药增效”的植保绿色增长策略为总目标,在常用超微粉体种衣剂中助剂的种类和数量的基础上,对筛选出的玉米种衣剂有效成分戊唑醇和咯菌腈,采用自主研发的两种加工工艺进行了纳米级参数的确定,明确研制的玉米种衣剂对玉米苗期及成株期茎基腐病的防治效果。通过研制新型、高效纳米缓释型玉米种衣剂,进行技术集成和创新,建立玉米主产区主要病害节本环保防控技术模式,并进行大面积示范和推广。

1 材料与方法

1.1 材料

成膜剂:聚乙二醇 1000、聚乙二醇 1500、聚乙二醇 2000、黄原胶、中性羟甲基纤维素、聚乙烯醇 1788、聚乙烯醇 1799。

种衣剂辅料:十二烷基苯磺酸钠、K-12、十六醇、EDTA、丁二酸、碱性玫瑰精、硫酸锌、硫酸锰、磷酸二氢钾、白炭黑、滑石粉。

试验药剂:多菌灵、咯菌腈、精甲霜灵、灭菌唑、戊唑醇。溶剂:乙醇、甲醇、丙醇、甲苯、二甲苯、丙酮、氯仿。

商用种衣剂:25 g·L⁻¹咯菌腈悬浮种衣剂(适乐时,先正达)、35 g·L⁻¹咯菌腈·精甲霜灵悬浮种衣剂(满适金,先正达)、噻虫嗪 28.08%+咯菌腈 0.66%+精甲霜灵 0.26%悬浮种衣剂(艾科顿,先正达)、种菌唑·甲霜灵 4.23%微乳剂(顶苗新,爱利思达)、噻虫嗪 26.6%+咯菌腈 2.2%+苯醚甲环唑 2.2%悬浮种衣剂(酷拉斯,先正达)和戊唑醇 60 g·L⁻¹悬浮种衣剂(立克秀,先正达)。

收稿日期:2021-09-09

基金项目:国家科技部:东北北部春玉米、粳稻水热优化配置丰产增效关键技术与模式构建(2017YFD0300504-01);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”农作物有害生物 5G 预警及统防统治(HNK2019CX14)。

第一作者:翟喜海(1963—),男,学士,副研究员,从事植物保护研究。E-mail:xihaihai@126.com。

通信作者:韦庆慧(1987—),女,博士,助理研究员,从事植物源农药研究。E-mail:weiqinghuizi@126.com。

仪器:纳米雾化机、NM-01 纳米级球磨仪。
供试玉米:玉米品种威玉 1 号。
病原菌:玉米茎基腐病致病菌腐霉菌(*Pythium aphanidermatum*)。

盆栽试验地点设在黑龙江省农业科学院温室大棚,田间试验地点设在哈尔滨市民主乡国家现代农业科技示范展示基地。

1.2 方法

1.2.1 成膜剂筛选 对成膜剂 12 个组合(表 1)的成膜性能进行筛选。称取玉米种子 100 g 于培养皿中,用注射器吸取试样 2 mL,在 1 min 内,分 5 次注入到不断摇动的培养皿中,再摇动培养皿 5 min,将包衣后的种子倒入表面皿中,并平展开使其成膜,放置 20 min,用玻璃棒搅拌种子,观察种子表面。若所有种子表面的种衣剂已固化成膜,则成膜性为合格。

包衣均匀度测定方法参照多福克悬浮种衣剂农业行业标准 NY621—2002 中的 4.9 进行,每个样品测定 2 次。随机取测定成膜性的包衣种子 30 粒,分别置于 10 mL 带盖离心管中,在每个离心管中,用移液管准确加入 5 mL 乙醇,加盖振摇萃取 15 min 后,静置并离心得到澄清的红色液

体,以乙醇作参比,在 550 nm 波长下,测定其吸光度 A。将测得的 30 个吸光度数据从小到大进行排列,并计算出平均吸光度值为 Aa。试样包衣均匀度(x)按下式计算:

$$x=n/30\times100$$

式中:n 为测得吸光度 A 在 0.7~1.3Aa 范围内包衣种子数;30 为测试包衣种子数。

包衣脱落率测定参照 NY621—2002 中的 4.10 进行,每个样品测定 2 次。分别称取约 10 g 包衣的种子 2 份,一份置于 250 mL 三角瓶中,准确加入 100 mL 乙醇,加塞置于超声波清洗器中振荡 10 min,使种子外表的种衣剂充分溶解,静止 10 min,取上清液 10 mL 置于 50 mL 容量瓶中,用乙醇稀释至刻度,摇匀,为溶液 A。将另一份包衣种子置振荡器中,振荡 10 min,小心将种子取出,置于另一个 250 mL 三角瓶中,按溶液 A 的处理方法得溶液 B。以乙醇作参比,在 550 nm 波长下,测定溶液 A、B 的吸光度。

$$\text{脱落率}(\%)=(M_1A_0-A_1M_0)/A_0M_1\times100$$

式中:M₀为配制溶液 A 所称取包衣后种子的质量;M₁为配制溶液 B 所称取包衣后种子的质量;A₀为溶液 A 的吸光度;A₁为溶液 B 的吸光度。

表 1 成膜剂组合设计

| 组合编号 | 聚乙二醇 1000 | 聚乙二醇 1500 | 聚乙二醇 2000 | 黄原胶 | 中性羟甲基纤维素 | 聚乙烯醇 1788 | 聚乙烯醇 1799 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----|----------|-----------|-----------|
| 1 | 2.0 | | | 0.5 | 10.0 | 0.5 | |
| 2 | | 2.0 | | 0.5 | 10.0 | 0.5 | |
| 3 | | | 2.0 | 0.5 | 10.0 | 0.5 | |
| 4 | 2.5 | | | 0.5 | 8.0 | 0.5 | |
| 5 | | 2.5 | | 0.5 | 8.0 | 0.5 | |
| 6 | | | 2.5 | 0.5 | 8.0 | 0.5 | |
| 7 | 2.0 | | | 0.4 | 10.0 | | 0.5 |
| 8 | | 2.0 | | 0.4 | 10.0 | | 0.5 |
| 9 | | | 2.0 | 0.4 | 10.0 | | 0.5 |
| 10 | 2.5 | | | 0.4 | 8.0 | | 0.5 |
| 11 | | 2.5 | | 0.4 | 8.0 | | 0.5 |
| 12 | | | 2.5 | 0.4 | 8.0 | | 0.5 |

1.2.2 种衣剂的初步研制 对筛选出包衣性能优良的成膜剂组合(占比 13%)与试验药剂有效成分(表 2)进行组配,并添加 60%辅料(十二烷基苯磺酸钠、K-12、十六醇、EDTA、丁二酸、碱性玫瑰精、硫酸锌、硫酸锰、磷酸二氢钾、白炭黑),滑石粉添加至 100%,进行研磨获得种衣剂。

1.2.3 活性成分纳米化处理 雾化法制备纳米级咯菌腈剂:前期试验已进行了溶剂(乙醇、甲醇、丙醇、甲苯、二甲苯、丙酮、氯仿)及浓度的筛选,确定乙醇为最适合溶剂。将咯菌腈原药通过乙醇溶解,制成 4%的乙醇溶液。过滤除去机械杂质,将所制备的溶液通过纳米雾化干燥机雾化干燥,通

过控制振荡频率(2.0~3.6 MHz)获取理想的雾滴,进入雾化干燥器(带有回收装置)进口温度为80~90℃,出口温度为20~40℃,进行脱出溶剂处理,得到纳米级的咯菌腈。

表 2 种衣剂中各药剂有效成分设计 单位: %

| 处理 | 多菌灵 | 咯菌腈 | 精甲霜灵 | 灭菌唑 | 戊唑醇 |
|------|-----|-----|------|------|-----|
| 1 | 2.0 | | | | 5.0 |
| 2 | 4.0 | | | | 5.0 |
| 3 | 6.0 | | | | 5.0 |
| 4 | | 1.0 | | | 5.0 |
| 5 | | 1.5 | | | 5.0 |
| 6 | | 2.0 | | | 5.0 |
| 7 | | | 0.5 | | 5.0 |
| 8 | | | 1.0 | | 5.0 |
| 9 | | | 1.5 | | 5.0 |
| 10 | | | | 5.0 | 5.0 |
| 11 | / | / | / | 7.5 | 5.0 |
| 12 | / | / | / | 10.0 | 5.0 |
| DJ | / | / | / | / | 5 |
| 空白对照 | / | / | / | / | / |

注:DJ 处理为 5%戊唑醇单剂超微粉,按药种比 1:200 拌种;其他按药种比 1:800 拌种。

研磨法制备纳米级戊唑醇:将戊唑醇原药加入同量的滑石粉(120 目)通过 NM-01 纳米级球磨机研磨 8 h。

1.2.4 纳米种衣剂制备 将上述纳米级活性成分按戊唑醇 5.1%、咯菌腈 3.05%与成膜剂组合 3 以及辅助材料分散润湿,混合经气流粉碎机处理获得 8%的戊唑醇·咯菌腈纳米种衣剂,并进行田间试验。

1.2.5 盆栽防治试验 将培养好的玉米茎基腐病原菌霉菌(Pythium aphanidermatum)接种于盆栽土壤中,装盆。待测种衣剂按药种比1:800进行包衣,5%戊唑醇单剂超微粉按 1:200 拌种包衣,设不包衣为对照。玉米苗期调查茎基腐病指数,计算防治效果。

1.2.6 田间防治试验 (1)普通种衣剂田间调查。配方 5、配方 6、配方 11 和配方 12 的玉米种衣剂和生产中 6 种商用玉米种衣剂,分别按不同的药种比进行玉米种子包衣处理,其中研发配方采用 1:800 进行拌种,商用种衣剂采用 1:500 进行拌种。各处理小区面积 140 m²,田间小区随机

排列。采样考察出苗率、植株性状、百粒重和产量。同时,对配方 6 中的有效成分进行纳米处理,提交第三方机构进行粒径检测分析。

(2)纳米种衣剂田间防治。采用本试验研制的 8%戊唑醇·咯菌腈纳米种衣剂与商用玉米种衣剂(25 g·L⁻¹咯菌腈悬浮种衣剂,60 g·L⁻¹戊唑醇悬浮种衣剂,35 g·L⁻¹咯菌腈·精甲霜悬浮种衣剂)对玉米种子拌种处理,药剂处理及用量详见表 3。试验采用随机区组排列,小区面积 56 m²(8 垄×10 m),4 次重复。

表 3 威玉 1 号玉米种子纳米种衣剂拌种处理

| 编号 | 处理名称 | 每 100 kg | |
|----|-----------------------------------|----------|--------|
| | | 种子的用 | 药种比 |
| | | 药量/g | |
| 1 | 8％戊·咯纳米种衣剂 | 80 | 1:1250 |
| 2 | 8％戊·咯纳米种衣剂 | 100 | 1:1000 |
| 3 | 8％戊·咯纳米种衣剂 | 125 | 1:800 |
| 4 | 25 g·L ⁻¹ 咯菌腈悬浮种衣剂 | 200 | 1:500 |
| 5 | 60 g·L ⁻¹ 戊唑醇悬浮种衣剂 | 200 | 1:500 |
| 6 | 35 g·L ⁻¹ 咯菌腈·精甲霜悬浮种衣剂 | 200 | 1:500 |
| 7 | 空白对照 | - | |

在 4~5 叶期,每处理小区 5 点取样,每点连续调查 20 株,挖取植株,洗净根部,记录总株数和各级病株数。

玉米乳熟末至腊熟期,调查记录小区内玉米病株率、病情指数及防效。

1.2.7 数据分析 试验数据采用 DPS v7.05 进行分析,差异显著性采用 Tukey 法检验。

2 结果与分析

2.1 成膜剂筛选

由表 4 可知,通过测定 12 种成膜剂组合的包衣均匀度和脱落率分别在 91.5%~93.5%和 4.80%~5.65%,其中,组合 3 表现出较好的成膜性能,包衣均匀度最高,为 93.5%,脱落率最低,为 4.8%,可用于后续种衣剂组配。

2.2 种衣剂盆栽玉米茎基腐病的防治效果

由表 5 可知,玉米种衣剂处理 5、处理 6、处理 11 和处理 12 对玉米茎基腐病防效在 70%以上,其中处理 6 和处理 12 的防效较高,分别为 88.05%和 85.90%。处理 5、处理 6、处理 11 和处理 12 可用于后续田间试验调查。

表 4 成膜剂物理性能检测结果 单位: %

| 组合编号 | 均匀度 | 脱落率 |
|------|----------------|----------------|
| 1 | 93.0±0.82 abc | 5.65±0.26 a |
| 2 | 93.3±0.50 ab | 5.07±0.10 ef |
| 3 | 93.5±0.58 a | 4.80±0.08 g |
| 4 | 92.5±0.58 abcd | 5.35±0.17 bcde |
| 5 | 91.8±0.50 d | 5.42±0.37 abc |
| 6 | 93.3±0.96 ab | 5.30±0.14 bcde |
| 7 | 92.3±0.50 bcd | 5.48±0.22 ab |
| 8 | 92.0±0.82 d | 5.25±0.10 bcde |
| 9 | 93.3±0.96 ab | 5.12±0.19 def |
| 10 | 91.5±0.58 d | 5.38±0.19 bcd |
| 11 | 92.3±0.50 bcd | 5.15±0.06 cdef |
| 12 | 93.3±0.96 ab | 4.92±0.10 fg |

注:同列不同小写字母分别表示经 Tukey 法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.3 玉米种衣剂田间试验调查

本研究设计并筛选出的 4 个种衣剂(处理 5、处理 6、处理 11、处理 12)与 6 个商用种衣剂对供试玉米的出苗率、植株性状、百粒重及产量作用相

表 6 玉米种衣剂与商用种衣剂的田间应用效果调查

| 处理 | 出苗率/% | 株高/cm | 茎粗/mm | 穗长/cm | 穗粗/mm | 百粒重/g | 产量/(kg·hm ⁻²) |
|-----|--------|---------|---------|--------|---------|--------|---------------------------|
| 适乐时 | 81.0 a | 232.3 a | 23.4 a | 22.3 a | 52.0 ab | 42.1 a | 10620 a |
| 满适金 | 79.0 a | 238.3 a | 21.2 a | 22.4 a | 53.0 ab | 42.5 a | 10820 a |
| 艾科顿 | 81.0 a | 246.0 a | 20.7 a | 21.9 a | 51.0 b | 41.9 a | 9792 ab |
| 顶苗新 | 82.0 a | 219.5 a | 23.1 a | 22.2 a | 54.0 a | 42.3 a | 10418 ab |
| 酷拉斯 | 79.0 a | 251.1 a | 96.7 a | 21.7 a | 51.3 b | 41.0 a | 9743 ab |
| 立克秀 | 80.0 a | 243.8 a | 103.2 a | 21.6 a | 52.0 ab | 41.3 a | 9833 ab |
| 5 | 81.0 a | 263.0 a | 21.1 a | 21.9 a | 52.4 ab | 41.0 a | 9134 b |
| 6 | 79.0 a | 257.3 a | 25.5 a | 22.6 a | 52.8 ab | 41.9 a | 10352 ab |
| 11 | 82.0 a | 257.1 a | 21.8 a | 22.4 a | 52.6 ab | 42.1 a | 10265 ab |
| 12 | 80.0 a | 254.5 a | 21.9 a | 22.7 a | 52.7 ab | 42.4 a | 10642 a |
| CK | 82.0 a | 251.3 a | 21.5 a | 22.1 a | 51.2 b | 41.8 a | 9750 ab |

2.4 纳米种衣剂的表征

对筛选出的玉米种衣剂有效成分戊唑醇和咯菌腈,进行纳米级加工工艺参数的确定,获得纳米级戊唑醇和咯菌腈,按比例与成膜剂组合 3 混合,经气流粉碎机处理加工成 8%戊唑醇·咯菌腈纳米型玉米种衣剂。经北京化工大学分析测试中心检测,送检的样品粒径分布范围在 32.67~164.2 nm,粒径在 50 nm 以下的占 92.8%,粒径在 50~100 nm 的占 6.9%,粒径在 100~200 nm 的占 0.1%,不存在粒径在 200 nm 以上的情况(第三方检测结果详见 OSID)。

当(表 6),但其药种比为 1:800,相对于商用种衣剂药种比 1:500,明显降低了药剂使用量。本试验年度播种期和苗期干旱,出苗率较低,玉米茎腐病田间自然发生程度轻,故未作防治效果的统计。

表 5 种衣剂对盆栽玉米茎基腐病的防治效果

| 处理 | 防效/% |
|------|---------------|
| 1 | 23.85±3.04 g |
| 2 | 35.85±4.60 f |
| 3 | 46.75±4.60 e |
| 4 | 59.75±1.48 c |
| 5 | 79.30±1.56 b |
| 6 | 88.05±1.48 a |
| 7 | 41.30±3.11 ef |
| 8 | 53.25±1.48 d |
| 9 | 61.90±1.56 c |
| 10 | 59.75±1.48 c |
| 11 | 77.20±1.56 b |
| 12 | 85.90±1.56 a |
| DJ | 23.95±1.48 g |
| 空白对照 | - |

2.5 玉米种衣剂田间防治效果研究

由表 7 可知,8%戊·咯纳米种衣剂分别以 1:1 250、1:1 000 和 1:800 药种比进行种子处理,田间对苗期基腐病的防治效果分别为 85.70%、87.30%和 86.80%,与生产中常用的商用玉米种衣剂防效相当。8%戊·咯纳米种衣剂 1:1 000 药种比处理在成株期对玉米茎基腐病的防治效果极显著高于 60 g·L⁻¹戊唑醇悬浮种衣剂处理,防效达 75.19%。与 25 g·L⁻¹咯菌腈悬浮种衣剂和 35 g·L⁻¹咯菌腈·精甲霜悬浮种衣剂防效相当。进

一步表明,本试验研制的 8%戊·咯纳米种衣剂对玉米茎基腐病具有较好的防治作用与商用种衣剂相比因单位剂量药剂可拌种子的量增大,明显降低了种衣剂的用量。

表 7 种衣剂对玉米茎基腐病防治效果和产量的影响

| 处理 | 药种比 | 苗期(4~5 叶期) | | | 乳熟末至蜡熟期 | | | 收获调查测产 | |
|-----------------------------------|--------|------------|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------------------------------|
| | | 病株率/% | 病情指数 | 防效/% | 病株率/% | 病情指数 | 防效/% | 秃穗率/% | 产量(鲜重)/ (kg·hm ⁻²) |
| 8%戊·咯纳米种衣剂 | 1:1250 | 1.75 bB | 0.34 bB | 85.70 aA | 14.03 cC | 6.68 cC | 70.48 bB | 16.18 cC | 11700.00 bB |
| | 1:1000 | 2.00 bB | 0.31 bB | 87.30 aA | 10.04 dD | 5.62 dC | 75.19 bAB | 11.29 dD | 12130.77 bAB |
| | 1:800 | 1.50 bB | 0.30 bB | 86.80 aA | 6.06 eE | 4.06 eD | 82.05 aA | 8.17 eD | 13061.54 aA |
| 25 g·L ⁻¹ 咯菌腈悬浮种衣剂 | 1:500 | 1.50 bB | 0.36 bB | 84.90 aA | 14.81 cC | 6.75 cC | 70.18 bB | 16.75 cC | 11938.46 bB |
| 60 g·L ⁻¹ 戊唑醇悬浮种衣剂 | 1:500 | 2.25 bB | 0.41 bB | 82.80 aA | 18.00 bB | 9.58 bB | 57.68 cC | 20.65 bB | 10761.54 cC |
| 35 g·L ⁻¹ 咯菌腈·精甲霜悬浮种衣剂 | 1:500 | 1.25 bB | 0.23 bB | 90.30 aA | 13.93 cC | 5.87 cdC | 74.06 bAB | 15.89 cC | 12430.77 abAB |
| 空白对照 | | 5.00 aA | 2.36 aA | | 36.02 aA | 22.63 aA | - | 41.16 aA | 10423.08 cC |

注:不同大、小写字母分别表示不同处理经 Tukey 法检验在 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 水平差异显著。

3 讨论

种子包衣技术是将杀菌剂、杀虫剂、植物生长调节剂、成膜剂和着色剂等成分制作成复合型种衣剂,再通过拌种方法将种衣剂黏着在种子上,持续发挥药效,可减少后期的化学农药使用量^[9]。但目前种衣剂的拌种技术存在诸多缺陷,首先就是种子拌种率低、成膜不均匀的问题^[4]。成膜剂是玉米种衣剂非活性组分中最关键的部分,其包裹着有效成分在种子表面形成具有毛裂缝型孔道、膨胀型细管型的药膜,随着其缓慢分解,种衣剂中的活性成分与种子周围的病原菌接触发挥抑菌作用,同时,活性成分被植物吸收传导运输到植株地上部分而达到防治作物苗期病害的作用^[10-11]。研发成膜性能佳、缓释性能优异、耐水性强和良好环境相容性的成膜剂,是充分发挥出玉米种衣剂长效控释性、高活性、友好安全的核心。

本试验筛选出包衣性能优良的成膜剂与辅料组合,与多菌灵、咯菌腈、精甲霜灵、灭菌唑、戊唑醇等有效成分组配进行拌种盆栽试验,获得对玉米苗期茎基腐病防效 85%以上的 2 个配方。刘宇怀^[12]研究发现,18.7%丙环·嘧菌酯 60 mL·667 m²、300 g·L⁻¹苯甲·丙环唑 25 mL·667 m²、75%戊唑·嘧菌酯 10 g·667 m² 三种药剂对穗腐病的防效均大于 80%。陈捷等^[13]采用美国生产的两种生物农药 BG-2、Soiled 防治玉米茎基腐病,防效为 55.57%。孙斌等^[14]研究发现,采用 1:2 000 精甲·咯·嘧菌(11%悬浮种衣剂)拌种对玉米茎基腐

病的防治效果达 73.7%。以上研究结果均低于本试验的防效。

本试验筛选出包衣性能优良的成膜剂组合 3 与咯菌腈、灭菌唑和戊唑醇等有效成分组配进行玉米种子处理田间试验,与市场上常用的种衣剂作用相当,因其药种比(1:800)高于商品种衣剂(1:500),明显降低了药剂使用量。对研制的成膜剂组合 3 与有效成分组配的处理 6 进行纳米处理和样品粒径检测分析基本达到设计时的纳米要求(100 nm)。

纳米材料具有粒径小、比表面积高、物化性质和高靶向特异性的优势^[15-16]。纳米级种衣剂与种子混合后,改变种子体内酶的活性,促进植株根系生长,提高植株对肥料和水分的吸收,提高抗病性、抗逆性、发芽率,促进植株健壮生长^[17-19]。本研究确定了种衣剂有效成分中戊唑醇和咯菌腈纳米级加工参数,获得的纳米级戊唑醇、咯菌腈与成膜剂、辅助材料(分散、润湿剂)混合,经气流粉碎处理制备成 8%戊唑醇·咯菌腈纳米型玉米种衣剂,且该玉米种衣剂在田间对玉米苗期及成株期茎基腐病的防效,同生产中商用种衣剂的防效相当,但药种比明显高于商用种衣剂,降低了药剂使用量。

4 结论

本试验通过大量药剂及助剂筛选,优化种衣剂配方组合,利用先进的加工工艺与超细化技术,成功研制成 8%戊唑醇·咯菌腈纳米型玉米种衣剂。药效试验发现,纳米型玉米种衣剂减量增效增

产作用显著,对玉米苗期及成株期茎基腐病的防治效果高于当地常用玉米种衣剂,拌种比在 1:1 000 时防治效果分别达到 87.30% 和 75.19%。其他常用种衣剂以 1:500 使用量进行种子包衣处理,纳米型玉米种衣剂按药种比 1:1 000 进行包衣拌种,药剂使用量显著降低。

近年来,玉米茎基腐病逐渐成为玉米主要成株期病害,发病率呈上升趋势,玉米茎基腐病的防治关系到玉米产业的发展。玉米种子包衣靶标性强,用药量减少,能减少农药对环境的污染^[20]。本研究中纳米型玉米种衣剂可有效降低玉米茎基腐病的病情指数,提高产量,具有广阔应用前景,适合大规模推广示范。

参考文献:

- [1] 王振营,王晓鸣.我国玉米病虫害发生现状、趋势与防控对策[J].植物保护,2019,45(1):1-11.
- [2] 胡颖慧,时新瑞,李玉梅,等.秸秆深翻和免耕覆盖对玉米土传病虫害及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2019(5):60-63.
- [3] 崔孝东.东北地区玉米重大病虫害综合防控技术[J].乡村科技,2020,11(32):86-87.
- [4] 宋雪慧.噻虫啉种衣剂对玉米生长的影响及其持效期评价[D].泰安:山东农业大学,2018.
- [5] 潘立刚.种衣剂关键技术及其应用研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [6] 赵磊磊,聂立水,朱清科,等.种子包衣及其在中国的应用研究[J].中国农学通报,2009,25(23):126-131.
- [7] 杨存雨.玉米种子的选择要点与种子包衣的重要性探究[J].广东蚕业,2020,54(10):5-6.

- [8] 张小祥,李育红,潘存红,等.超微粉体玉米种子包衣剂的应用效果[J].江苏农业科学,2013,41(11):72-73.
- [9] 许佳宁.辽吉地区玉米穗腐病原鉴定及防治基础研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2018.
- [10] 赵会芳.一种新型环保小麦种衣剂的活性测试与初步应用[D].武汉:武汉理工大学,2013.
- [11] 谭海丽.水稻种子包衣用耐水成膜剂 ZY904 的应用效果评价[D].泰安:山东农业大学,2019.
- [12] 刘怀宇.北方春玉米穗腐病原鉴定、发病因素及防治研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2018.
- [13] 陈捷,刘艳舞,辛彦军,等.生物农药防治玉米土传性病害药效的测定[J].沈阳农业大学学报,2000,31(5):490-493.
- [14] 孙斌,张志刚,王素平,等.14 种悬浮种衣剂对玉米地下害虫、蚜虫和茎基腐病的防效评价[J].中国农学通报,2019,35(24):128-132.
- [15] TANG Y, LIU H, GAO J, et al. Upconversion particle Fe_3O_4 molecularly imprinted polymer with controllable shell thickness as high-performance fluorescent probe for sensing quinolones [J]. Talanta, 2018, 181: 95-103.
- [16] SHARMA K K, SINGH U S, SHARMA P, et al. Seed treatments for sustainable agriculture-A review[J]. Journal of Applied and Natural Science, 2015, 7(1): 521-539.
- [17] 周述波,贺立静,贺立红.纳米材料处理水对糯玉米生长及其生理变化的影响[J].玉米科学,2010,18(1):87-89,95.
- [18] 刘家丰,倪洪涛.纳米技术在种子生产、加工与处理中的应用[J].中国农学通报,2018,34(17):19-23.
- [19] 孙长娇,崔海信,王琰,等.纳米材料与技术在农业上的应用研究进展[J].中国农业科技导报,2016,18(1):18-25.
- [20] 栗增然.吡啶醚菌酯和啉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.

Study on the Control Effect of Nano-Seed Coat Agent on Stalk Basal Rot of Maize

ZHAI Xi-hai, LI Bao-ying, WEI Qing-hui, SONG Wei-feng, LI Zhi-yong, PAN Ya-qing, JIAO Zhan-li

(Institute of Plant Protection, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to effectively prevent and control stalk basal rot of maize, in this experiment, the formulation combination of seed dressing agent was optimized on the basis of ultramicropowder dosage form and the application of nanometer processing technology, and the 8% tebuconazole·fludioxonil nitrile nanometer maize seed mixing agent was successfully developed. The results of the efficacy test showed that the nano-seed treatment had a significant effect on reducing the amount, increasing the efficiency and increasing the yield, and its prevention and treatment effects on seedling rot of maize at seedling stage and stalk basal rot of maize at plant stage were significantly higher than that of the local common seed treatment, when nano-seed treatment was at ratio of 1:1 000, the prevention effects were 87.30% and 75.19%, respectively. Meanwhile, compared with other common seed treatment, which was coated at ratio of 1:500, the pesticide usage of nano-seed treatment was significantly reduced.

Keywords: stalk basal rot of maize; nano seed coat agent; Tebuconazole; film forming agent; pesticide effect