



孟祥海,李玉梅,邵广忠,等.玉米秸秆还田深度及腐熟菌对虫害的防控效果研究[J].黑龙江农业科学,2020(6):59-65.

# 玉米秸秆还田深度及腐熟菌对虫害的防控效果研究

孟祥海<sup>1</sup>,李玉梅<sup>2</sup>,邵广忠<sup>1</sup>,王佰成<sup>1</sup>,孙殷会<sup>1</sup>,张庆娜<sup>1</sup>,王金贺<sup>1</sup>,刘畅<sup>1</sup>

(1.黑龙江省农业科学院 牡丹江分院,黑龙江 牡丹江 157000;2.黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所,黑龙江 哈尔滨 157086)

**摘要:**为研究秸秆促腐熟制剂的应用效果,采取小区试验和大面积试验相结合的研究方法,于不同秸秆还田深度(10,20和30 cm)下,开展不同腐熟菌剂(A、B、C)喷施玉米秸秆还田后的虫害发生规律研究,比较不同菌剂对玉米虫害防控效果的差异性,筛选出最佳防治玉米虫害的腐解菌剂喷施秸秆后的还田深度。结果表明:不同还田深度的各处理之间食叶害虫为害程度差异显著( $P<0.05$ ),同一深度不同菌剂之间的食叶害虫为害程度差异显著( $P<0.05$ )。秸秆还田10 cm菌剂A与对照1相比没有达到降低平均虫害指数的效果,秸秆还田20 cm喷施菌剂C处理的平均虫害指数最低为17.08,较对照2降低了28.92%。菌剂B在秸秆还田10 cm时具有降低平均虫害指数的效果。秸秆覆盖还田可以增加玉米螟越冬基数,秸秆深翻还田20和30 cm在一定程度上抑制玉米螟为害程度,百株虫量较对照(秸秆焚烧处理)显著性降低( $P<0.05$ )。不同菌剂喷施后,可以在一定程度上减少玉米螟的发生数量,但减少玉米螟数量的效果不明显。秸秆深翻还田20~30 cm是有效抑制虫害发生的相对较好的措施。

**关键词:**玉米秸秆;腐熟菌;虫害;防控;效果

我国年产秸秆总量已经超过10亿t,其中可收集利用秸秆达到9亿t,居世界第一位,东北地区秸秆总量占全国的近1/7,农作物秸秆资源占全国的前三位<sup>[1-4]</sup>。由于缺乏有效的处理手段,秸秆的总利用率不到50%,大部分秸秆被废弃或燃烧掉。由于近几年来秸秆禁烧政策的实施,国内外对秸秆还田研究主要集中在秸秆粉碎深翻还田、秸秆收集堆肥、秸秆打捆用作燃料等<sup>[5]</sup>。研究表明秸秆原位还田是培肥地力、改良土壤、优化土壤环境的主要措施,不仅解决了焚烧秸秆所造成的大气污染,又能促进作物增产提质<sup>[6]</sup>。有关研究报道农作物秸秆直接还田,使土壤中含有大量腐殖质和未完全腐熟的秸秆,为地下害虫提供了丰富的食料,有利于地下害虫的发生与为害。同时,秸秆上带有害虫越冬的虫卵,秸秆还田增大了这些虫卵在田间越冬的机会,使下一年在田间的为害加重<sup>[7-8]</sup>。也有研究表明若秸秆还田方法不当,也会导致土壤病菌增加,作物病害及虫害加重及缺苗(僵苗)等不良现象。当前市场上存在众多秸秆还田专用制剂,具有促进秸秆腐熟及虫害防控的作用。本研究针对不同秸秆促腐熟制剂喷施

于秸秆后还田,采用秸秆不同深翻深度或还田方式,以期探讨不同菌剂及喷施深度下虫害发生情况,为今后菌剂防控虫害效果研究提供借鉴和参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

小区试验和小区定位试验在黑龙江省牡丹江市温春镇黑龙江省农业科学院牡丹江分院试验地(44.60°N,129.58°E)进行,该区属于中纬度温带大陆性季风气候,年平均太阳辐射总量为120 kCal·cm<sup>-3</sup>,海拔250.6 m,年平均气温5.0℃,降雨主要集中在6-8月,年平均降雨量500~600 mm,常年农业以旱作农业为主,年平均日照总时数2 295.1 h,无霜期141 d,年平均蒸发总量1 262.3 mm,年平均相对湿度66%,平均活动积温2 300~2 500℃,属于二、三积温带。土壤类型为草甸土,质地为壤质粘土,田间持水量平均为25.5%,饱和土壤含水量平均为37.2%。容重1.36 g·cm<sup>-3</sup>,有机质33.28 g·kg<sup>-1</sup>,全氮1.51 g·kg<sup>-1</sup>,全磷0.71 g·kg<sup>-1</sup>,全钾2.53 g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮117.6 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷19.2 mg·kg<sup>-1</sup>,有效钾235 mg·kg<sup>-1</sup>,pH7.63。大区试验位于海林市新安镇岭后村秸秆还田示范基地。

### 1.2 材料

小区和大区试验地玉米品种均为当地适宜品种绿单2号,播种量为25 kg·hm<sup>-2</sup>,株距是28 cm,

收稿日期:2020-03-03

基金项目:黑龙江省农业科学院院级科研项目(应用研发类)(2019 YYYF034);国家粮食丰产增效项目(2016 YFD0300806);黑龙江省级资助项目(GX18B013)。

第一作者:孟祥海(1985-),男,硕士,助理研究员,从事土壤肥料与废弃资源利用。E-mail:mengxianghai538@163.com。

行距 65 cm,种植密度为 5.5 万~6.0 万株·hm<sup>2</sup>。氮肥选用尿素(N46%),磷肥选用磷酸氢二铵(N18%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%),钾肥选用氯化钾(K<sub>2</sub>O 60%)。腐熟剂 A 为格让德公司提供,腐熟剂 B 为阿姆斯生物公司提供,腐熟剂 C 为森乔生物科技有限公司提供。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 (1)小区试验从 2018 年 10 月开始,为玉米连作,采用裂区设计,随机区组排列,共设 12 个处理,分别对照 1、2、3(1、2、3 分别代表 10、20 和 30 cm,下同),腐熟菌 A-1、A-2、A-3,腐熟菌 B-1、B-2、B-3,腐熟菌 C-1、C-2、C-3,每小区面积为 20 m×6 行×0.65 m,合计 78 m<sup>2</sup>,3 次重复,总计 36 个小区,共 2 808 m<sup>2</sup>。(2)小区定位试验于 2017-2018 年开展,试验设置 6 个处理,分别是对照(秸秆焚烧)、秸秆深翻还田 30 cm、秸秆深翻还田 20 cm、秸秆深翻还田 10 cm、免耕秸秆覆盖还田和免耕秸秆离田。每个小区面积 40 m×9 行×0.65 m=156 m<sup>2</sup>,3 次重复,总计 18 个小区 2 808 m<sup>2</sup>。(3)大区试验于 2018 年 10 月开始,与小区试验处理设置相同,大区试验菌剂 A、B、C 的喷施区域总面积为 25 hm<sup>2</sup>,其中每种菌剂每个还田深度喷施面积为 2.78 hm<sup>2</sup>,对照区为 8.33 hm<sup>2</sup>。采用大区试验,未设置 3 次重复。

以上试验地块均于 2018 年秋季进行秋整地,在玉米收获后利用 6B1404 约翰迪尔(六缸)拖拉机+灭茬机(1JH-350 型秸秆粉碎还田机),将联合收割机灭茬的基础上,继续将玉米根茬口和未粉碎的秸秆继续二次灭茬,将玉米秸秆粉碎 5~10 cm,按照试验处理要求进行菌剂均匀喷施,对照处理喷施等量的清水。然后利用 7M-2204 约翰迪尔拖拉机+德国雷肯液压五铧翻转犁(EurO pal8/5 型),将秸秆耕翻埋于不同深度(10、20 和 30 cm)土层中。试验期间不进行任何灌溉,所有处理的施肥、品种及其他管理措施(起垄、播种镇压、除草和防病等)均相同,各处理施肥量为 N 平 共 处 160 kg·hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 115 kg·hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 90 kg·hm<sup>2</sup>,即底肥 50 kg·hm<sup>2</sup> 尿素、250 kg·hm<sup>2</sup> 磷酸氢二铵、150 kg·hm<sup>2</sup> 氯化钾,追肥 200 kg·hm<sup>2</sup> 尿素。

1.3.2 测定项目及方法 玉米粘虫调查:玉米粘虫(*Mythimna separata* Walker)属鳞翅目夜蛾科。调查时间为苗期,每小区棋盘式 10 点取样,每样点调查 5 株,每株调查心叶及上部 3 片展开叶的被害程度,每小区共调查 200 片叶。叶片被害分级标准参考王海平等<sup>[9]</sup>对小菜蛾为害的分级

标准,具体如下:

- 0 级,无虫害,全部叶片生长正常;
- 1 级,有虫,叶片有轻微为害症状,被害面积占叶面积的 5%以下;
- 2 级,叶片为害症状较严重,被害面积占叶面积的 5.1%~25%;
- 3 级,叶片为害症状严重,被害面积占叶面积的 25.1%~50%;
- 4 级,叶片为害症状很严重,为害面积占叶面积的 50.1%~75%;
- 5 级,叶片为害症状极为严重,为害面积占叶面积的 75%以上。

根据以下公式计算虫害指数:

虫害指数=[Σ(各级虫害叶片数×相应级数)/(调查总叶片数×最高级数)]×100

秋季玉米螟调查:于秋季收获时,分别在各自处理区内,对角线取 5 点,每点 20 株,调查雄穗折穗数、雄穗虫孔数、雄穗幼虫(活)、雄穗幼虫(死)、雌穗虫孔数、雌穗幼虫(活)、雌穗幼虫(死)、蛀茎虫孔数、蛀茎虫数(活)、蛀茎虫数(死)和蛀茎虫道长度(cm),各点(20 株)脱粒重量。对照表 1,明确玉米螟的危害级别。

表 1 玉米螟危害级别划分标准  
Table 1 Criteria of hazard level of corn borer

危害级别 Hazard level	症状描述 The symptoms described
1 级	仅个别叶片上有 1~2 个孔径≤1 mm 虫孔
2 级	仅个别叶片上有 3~6 个孔径≤1 mm 虫孔
3 级	少数叶片有 7 个以上孔径≤1 mm 虫孔
4 级	个别叶片上有 1~2 个孔径≤2 mm 虫孔
5 级	心叶期虫害级别平均为 8.0~9.0
6 级	少数叶片上有 3~6 个孔径≤2 mm 虫孔中
7 级	少数叶片上有 1~2 个孔径大于 2 mm 的虫孔
8 级	部分叶片上有 3~6 个孔径大于 2 mm 的虫孔
9 级	大部分叶片上有 7 个以上孔径大于 2 mm 的虫孔

1.3.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2013 软件进行数据初步整理;用 SPSS 21.0 软件对试验数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同秸秆还田深度及腐熟菌剂对主要食叶害虫发生程度的影响

由表 2 可知,不同还田深度的各处理之间食叶害虫为害程度达到差异显著性水平(P<0.05),同一深度不同菌剂之间的食叶害虫为害程度也达到差异显著性水平(P<0.05)。

表 2 不同处理玉米苗期主要食叶害虫的发生程度(温春镇试验点)

Table 2 Occurrence degree of main leaf-eating pests in maize seedling stage under different treatments (Wenchun town experimental site)

处理 Treatments	重复 Repeat	各级所占叶片数 Number of leaf at different level						虫害指数 Index of harm	平均虫害指数 The average index of harm
		0 级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级		
		Grade 0	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5		
对照 1	I	81	20	35	38	25	1	30.9	29.10 a
	II	69	38	35	29	27	2	31.3	
	III	97	29	24	27	22	1	25.1	
对照 2	I	68	42	40	19	29	2	30.5	24.03 b
	II	115	17	26	22	19	1	20.3	
	III	125	9	13	35	17	1	21.3	
对照 3	I	108	25	37	11	17	2	21.0	20.73 c
	II	110	19	23	24	22	2	23.5	
	III	130	13	27	11	18	1	17.7	
腐熟剂 A-1	I	49	35	19	44	48	5	42.2	33.47 a
	II	95	18	4	35	45	3	32.6	
	III	105	25	15	24	26	5	25.6	
腐熟剂 A-2	I	128	19	18	21	14	0	21.75	24.39 c
	II	122	17	13	24	19	5	19.1	
	III	98	45	28	26	0	3	32.33	
腐熟剂 A-3	I	89	12	45	49	5	0	33.63	30.38 b
	II	121	13	11	35	18	2	21.8	
	III	75	21	27	34	35	8	35.7	
腐熟剂 B-1	I	125	27	8	29	11	0	21.75	23.52 b
	II	95	36	14	27	24	4	26.1	
	III	102	24	35	25	12	2	22.7	
腐熟剂 B-2	I	92	17	38	29	24	0	34.5	33.27 a
	II	89	11	40	38	20	2	29.5	
	III	64	24	49	24	31	8	35.8	
腐熟剂 B-3	I	92	13	52	33	8	2	25.8	22.71 b
	II	99	36	29	18	11	7	22.7	
	III	101	54	36	5	4	0	19.625	
腐熟剂 C-1	I	118	63	12	7	0	0	18.0	18.30 b
	II	116	42	22	12	7	1	15.5	
	III	99	45	21	20	8	7	21.4	
腐熟剂 C-2	I	117	40	19	14	8	2	16.2	17.08 b
	II	130	33	14	4	14	5	15.4	
	III	128	34	15	5	12	6	19.63	
腐熟剂 C-3	I	126	12	16	45	1	0	23.0	21.30 a
	II	121	25	23	22	5	4	17.7	
	III	114	19	12	37	12	6	23.2	

注:表中同列数据后不同的小写字母表示不同处理间差异显著( Duncan's 新复极差法,  $P<0.05$ ),下同。

Note: Different lowercase letters after the same column of data in the table indicate significant difference between different treatments(Duncan's new repolarization method,  $P<0.05$ ), the same below.

秸秆还田 10 cm 的 4 个处理对照 1、腐熟剂 A-1、腐熟剂 B-1 和腐熟剂 C-1,喷施腐熟菌剂 B、C 的处理平均虫害指数分别为 23.52 和 18.30,分别较对照 1 平均虫害指数降低 19.18%和 37.11%,

菌剂 A 没有达到降低平均虫害指数的效果。秸秆还田 20 cm 的 4 个处理对照 2、腐熟剂 A-2、腐熟剂 B-2、腐熟剂 C-2,只有喷施菌剂 C 处理的平均虫害指数最低,为 17.08,较对照 2 降低了 28.92%。秸

秆还田 30 cm 三种菌剂处理的秸秆还田后,与对照相比平均虫害指数没有降低却呈升高趋势。

由此可见,与对照相比,格让德公司提供的菌剂 A 对降低平均虫害指数并未随着秸秆还田深度的变化达到预期效果,相反却有增加虫害指数的趋势。菌剂 B 在秸秆还田 10 和 20 cm 时具有降低平均虫害指数的效果。

2.2 不同秸秆还田方式防控玉米螟效果

通过连续 3 年定位试验的玉米螟发生为害程度调查,由表 3 可以看出,秸秆不同还田方式的第一年即 2017 年,与秸秆覆盖还田相比,秸秆深翻还田 20 和 30 cm 处理在一定程度上对玉米螟为害程度有所抑制,被害株率和百株虫量分别降低了 53.8%~56%、57.13%~62.30%,甚至低于

对照(秸秆焚烧处理),分别降低了 19.40%~23.24%、10.36%~21.18%。2018 年与 2017 年比较,不同处理被害株率和百株虫量均呈现大幅增加的趋势,玉米螟越冬基数增加,尤其以秸秆覆盖免耕增加最大,被害株率和百株虫量分别是秸秆深翻还田 20 和 30 cm 处理的 1.77~1.97 倍、1.29~1.53 倍,对照处理的玉米螟为害程度最低。这可能是玉米连作下秸秆还田导致虫源基数逐年积累造成的(年际间比较影响因素较多),秸秆的焚烧减少了玉米螟越冬载体数量。与 2018 年相比,2019 年不同秸秆还田方式下被害株率和百株虫量有所降低,秸秆还田处理中以秸秆还田 30 cm 百株虫量达到最低,显著低于对照处理( $P<0.05$ )。

表 3 不同秸秆处理方式下玉米螟危害情况(温春镇试验点)  
Table 3 Harm of corn borer under different straw treatment methods(Wenchun town experimental site)

处理 Treatments	2017		2018		2019	
	被害株率 Rate of damaged plants/%	百株虫量 Pests number per hundred plants	被害株率 Rate of damaged plants/%	百株虫量 Pests number per hundred plants	被害株率 Rate of damaged plants/%	百株虫量 Pests number per hundred plants
对照(秸秆焚烧)	14.33 c	11.00 c	24.33 d	21.00 d	15.01 c	22.20 a
秸秆深翻 30 cm 还田	11.00 d	8.67 d	31.00 c	29.67 c	18.78 c	16.50 c
秸秆深翻 20 cm 还田	11.55 d	9.86 d	27.98 c	35.24 b	21.34 c	19.50 b
秸秆深翻 10 cm 还田	-	-	-	-	31.45 b	21.50 a
免耕-秸秆不还田	21.67 b	15.33 b	40.67 b	32.33 b	11.22 d	15.60 d
免耕-秸秆覆盖还田	25.00 a	23.00 a	55.00 a	45.33 a	44.75 a	17.50 c

2.3 不同秸秆还田深度和腐熟菌剂对越冬玉米螟的影响

由表 4 可以看出,2018、2019 年海林试验点秋季未喷施菌剂处理的玉米螟发生数量每 50 株平均分别为 20.89 和 13.89 头,秋季喷施菌剂处理的玉米螟发生数量每 50 株平均分别为 17.96 和 12.85 头,2018 和 2019 年喷施菌剂处理玉米螟发生数量分别比对照降低 14.03%和 7.20%,说明不同菌剂喷施后,可以在一定程度上减少玉米螟的发生数量。2019 年喷施菌剂 A、B、C 处理的玉米螟发生数量分别为 13.44 头、10.45 头、14.67 头,喷施菌 A 和 B 的处理分别比对照玉米螟发生数量减少 3.24%和 24.77%,喷施菌剂 C 的处理未达到减少玉米螟数量的效果。格让德公司提供的菌剂 A 可减少 3.24%的秋季秸秆越冬玉米螟,菌剂 B 是菌剂 A 的 7.65 倍。秸秆还田同一深度下不同菌剂防控玉米螟效果年际间规律不明显。

由表 4 可以看出,2018 和 2019 年温春试验点秋季未喷施菌剂处理的玉米螟发生数量每 50 株平均分别为 11.89 和 11.00 头,秋季喷施菌剂处理的玉米螟发生数量每 50 株平均分别为 12.07 和 9.11 头,2018 年菌剂 A 的喷施比对照处理玉米螟发生数量降低了 7.49%,2019 年喷施菌剂 A 处理玉米螟发生数量比对照处理降低 24.27%,说明菌剂 A 喷施后,可以在一定程度上减少玉米螟的发生数量。2019 年喷施菌剂 A、B、C 处理的玉米螟发生数量分别为 8.33 头、9.33 头、9.67 头,喷施菌 A、B、C 的处理分别比对照玉米螟发生数量减少 7.49%,15.18%和 12.09%。2018 年秸秆还田同一深度下不同菌剂防控玉米螟效果年际间规律不明显,2019 年秸秆还田 20 和 30 cm 下 3 种菌剂均降低了玉米螟的发生数量,其中以菌剂 A 效果最好,比对照处理分别降低了 18.18%和 33.33%。

表 4 不同处理秋季秸秆越冬玉米螟的发生数量(海林和温春镇试验点)  
Table 4 Number of overwintering corn borer with different treatments in autumn (Hailin and Wenchunzhen town test sites)

处理 Treatments	重复 Repetition	海林试验点 Hailin site				温春镇试验点 Wenchun site			
		2018 年秋		2019 年秋		2018 年秋		2019 年秋	
		In autumn 2018		In autumn 2019		In autumn 2018		In autumn 2019	
		头数		头数		头数		头数	
		Numbers of corn borer per 50 plants	平均值 Average	Numbers of corn borer per 50 plants	平均值 Average	Numbers of corn borer per 50 plants	平均值 Average	Numbers of corn borer per 50 plants	平均值 Average
对照 1	I	22	25.67 a	12	16.67 b	7	8.33 c	9	10.00 a
	II	30		18		8		10	
	III	25		20		10		11	
对照 2	I	35	22.00 b	21	15.33 b	11	14.67 a	13	11.00 a
	II	20		15		17		9	
	III	11		10		16		11	
对照 3	I	21	15.00 c	9	9.67 d	10	12.67 a	13	12.00 a
	II	16		5		19		12	
	III	8		15		9		11	
腐熟剂 A-1	I	12	16.67 c	17	14.67 b	12	12.67 a	11	8.00 b
	II	23		11		11		7	
	III	15		16		15		6	
腐熟剂 A-2	I	24	21.00 b	17	12.33 c	17	10.67 b	11	9.00 b
	II	18		7		5		5	
	III	21		13		10		11	
腐熟剂 A-3	I	10	16.67 c	5	13.33 b	12	9.67 b	11	8.00 b
	II	18		15		11		6	
	III	22		20		6		7	
腐熟剂 B-1	I	16	19.00 c	6	11.67 c	12	10.67 b	18	12.00 a
	II	20		11		14		10	
	III	21		18		6		8	
腐熟剂 B-2	I	15	18.67 c	2	8.00 d	15	13.33 a	10	11.00 a
	II	22		2		17		8	
	III	19		20		8		15	
腐熟剂 B-3	I	10	17.67 c	10	11.67 c	10	12.33 a	10	5.00 b
	II	23		12		16		2	
	III	20		13		11		3	
腐熟剂 C-1	I	13	15.67 c	21	14.33 b	13	14.33 a	15	13.00 a
	II	25		11		16		5	
	III	9		11		14		19	
腐熟剂 C-2	I	11	15.33 c	13	10.67 c	19	12.67 a	14	8.00 b
	II	23		9		9		10	
	III	12		10		10		0	
腐熟剂 C-3	I	29	21.00 b	17	19.00 a	3	12.33 a	5	8.00 b
	II	6		22		15		12	
	III	28		18		19		7	

3 讨论

3.1 不同秸秆还田深度及腐熟菌剂对主要食叶害虫发生程度影响

2019 年在温春镇试验点开展的不同处理玉

米苗期主要食叶害虫为害程度的调查结果显示,与对照相比,格让德公司提供的菌剂 A 对降低平均虫害指数并未随着秸秆还田深度的变化达到预期效果,相反却有增加虫害指数的趋势,有待进一

步验证。在秸秆还田 10 cm 时喷施菌剂 B、菌剂 C 的处理均达到降低虫害发生指数的效果,其中菌剂 B 在秸秆还田 20 cm 时也具有降低平均虫害指数的效果。秸秆还田 30 cm 时 3 种菌剂效果均不理想,分析其原因是秸秆经过灭茬、粉碎不同深度还田后,影响了秸秆残留状态及耕层分布总量,破坏了粘虫适生环境,减少了玉米螟越冬寄主,总体上不利于粘虫、玉米螟发生,但是秸秆深度还田后受土壤环境影响不同菌剂难以发挥效果,说明粘虫发生与玉米秸秆不同还田深度有着密切关系<sup>[10-15]</sup>。

### 3.2 不同秸秆还田方式防控玉米螟效果

2019 年免耕秸秆覆盖还田和秸秆还田 10 cm 处理的被害株率最高,玉米螟发生偏重。而秸秆还田 30 和 20 cm 的被害株率与对照差异不显著,但百株虫量显著降低( $P < 0.05$ ),与秸秆覆盖还田相比,秸秆深翻还田 20 和 30 cm 处理在一定程度上抑制玉米螟为害程度,分析原因是秸秆深翻 20~30 cm,减少了玉米螟产卵场所,其发生程度则轻<sup>[16-17]</sup>。说明秸秆覆盖和表面还田可以增加玉米螟越冬基数。而免耕秸秆不还田处理(连续 3 年免耕)的玉米螟被害株率和百株虫量显著低于对照,所以该种模式是有效抑制虫害发生的最佳措施,其次是秸秆深翻还田 20~30 cm。秸秆还田 10 cm 对玉米螟的危害控制无显著效果,这可能是玉米连作下秸秆浅层还田导致虫源基数逐年积累造成的(年际间比较影响因素较多),该种模式的还田方式极有可能随着年限增加,虫量和危害程度会加重,有待进一步验证。

### 3.3 不同秸秆还田深度和腐熟菌剂对越冬玉米螟的影响

通过大区试验可见,2019 年不同菌剂喷施后,可以在一定程度上减少玉米螟的发生数量。但格让德公司提供的菌剂 A 仅可减少 3.24% 的秋季秸秆越冬玉米螟,菌剂 B 是菌剂 A 的 7.75 倍,菌剂 A 显著性低于菌剂 B,喷施菌剂 C 的处理未达到减少玉米螟数量的效果。秸秆还田同一深度下不同菌剂防控玉米螟效果年际间规律不显著,这与年际间气象因素有直接关系。

温春试验点的结果表明菌剂 A 喷施后,可以在一定程度上减少玉米螟的发生数量,这与海林大区试验结果相同。2019 年喷施菌剂 A、B、C 处理的玉米螟发生数量分别为 8.33 头、9.33 头、9.67 头,喷施菌 A、B、C 的处理分别比对照玉米螟发生数量减少 7.49%, 15.18% 和 12.09%。2018 年秸秆还田同一深度下不同菌剂防控玉米

螟效果年际间规律不明显,而 2019 年秸秆还田 20 和 30 cm 下 3 种菌剂均降低了玉米螟的发生数量,其中以菌剂 A 效果最好,比对照处理分别降低了 18.18% 和 33.33%。由于该结果受年际间气象、地理位置等多因素影响<sup>[18-20]</sup>,故有待进一步验证。

## 4 结论

本试验结果显示大区试验与小区试验部分结果存在差异性,不排除试验区内环境与外环境影响。综合来看,不同菌剂喷施可以在一定程度上减少玉米螟的发生数量,其中秸秆还田 20 cm 喷施菌剂 B、菌剂 C 可以有效降低平均虫害指数。秸秆覆盖还田可以增加玉米螟越冬基数,建议秸秆深翻还田 20 和 30 cm,可以在一定程度上对玉米螟为害程度有所抑制,以达到降低被害株率和百株虫量的目的。虽然免耕秸秆不还田处理(连续 3 年免耕)的玉米螟被害株率和百株虫量显著低于对照,但考虑到土壤耕翻的规律,推荐秸秆深翻还田 20~30 cm 最佳,该种模式是有效抑制虫害发生的相对较好的措施,具体虫害防控效果(主要食叶害虫为害程度、平均虫害指数、玉米螟越冬基数和被害株率)受季节内气象因素等因素影响,建议利用 2~3 年的时间大范围试验进行验证。

## 参考文献:

- [1] 孙振钧,袁振宏,张夫道,等.农业废弃物资源化与农村生物质资源战略研究报告[R].北京:国家中长期科学和技术发展战略研究所,2004.
- [2] 崔宗均,李美丹,朴哲,等.一组高效稳定纤维素分解菌复合系 MC1 的筛选及功能[J].环境科学,2002,23(3):36-39.
- [3] 彭春艳,罗怀良,孔静.中国作物秸秆资源量估算与利用状况研究进展[J].中国农业资源与区划,2014,40(3):14-20.
- [4] 王如芳,张吉化,董树亭,等.我国玉米主产区秸秆资源利用现状及其效果[J].应用生态学报,2011,22(6):1504-1510.
- [5] 孟祥海.牡丹江地区秸秆资源利用现状及前景展望[J].中国林福特产,2017,12(6):95-96.
- [6] 陈翠微,刘长江,郭文洁,等.农作物秸秆在生态农业中的综合利用[J].中国农业科技导报,2000(2):45-48.
- [7] 袁建永.作物秸秆直接还田存在的问题与对策[J].现代农业科技,2011(14):237.
- [8] 胡锐,邢彩云,李元杰,等.金针虫在郑州市近年上升原因分析及其防控技术[J].河南农业科学,2011,40(2):103-106.
- [9] 王海平,李锡香,杨峰山,等.小白菜种质资源对小菜蛾的抗性评价[J].植物遗传资源学报,2005,6(2):191-194.
- [10] 官琳.秸秆还田对农作物病虫害的影响及防控措施[J].现代农业科技,2016(13):165-168.
- [11] 宋鹏飞,毛培,李鸿萍,等.秸秆还田对夏玉米主要害虫发生程度的影响[J].河南农业大学学报,2014,48(3):334-338,347.
- [12] 王汉朋.秸秆还田对玉米纹枯病发生及流行的影响[D].沈阳:沈阳农业大学,2018.
- [13] 慕平.连续多年秸秆还田对玉米耕层土壤理化性状及微生物量的影响[J].水土保持学报,2011,25(5):81-85.

- [14] 杨振兴. 秸秆腐熟剂在玉米秸秆还田中的效果[J]. 山西农业科学, 2013, 41(4): 354-357.
- [15] 犹永锋. 解析玉米病虫害发生规律及防治技术[J]. 农业与技术, 2012, 32(11): 98.
- [16] 赵楠, 石洁, 王振营, 等. 秸秆还田与药剂处理对夏玉米田二点委夜蛾发生数量的影响[J]. 山东农业科学, 2012, 44(9): 95-97.
- [17] 张承胤, 代丽, 甄文超. 玉米秸秆还田对小麦根部病害化感作用的模拟研究[J]. 中国农学通报, 2007, 23(5): 298-301.
- [18] 董辉生. 玉米秸秆还田主要病害防治措施探析[J]. 农技服务, 2017(11): 60.
- [19] 聂良鹏, 郭利伟, 牛海燕, 等. 轮耕对小麦-玉米两熟农田耕层构造及作物产量与品质的影响[J]. 作物学报, 2015, 41(3): 468-478.
- [20] Mccaty G W, Lyssenko N N. Short-term changes in soil carbon and nitrogen pools during tillage management transition[J]. Soil Science Society of America Journal, 1998, 62(6): 1564-1571.

Prevention and Control Effect on Insect Pests of Different Straw Decay-promoting Agent and Maize Straw Returning Depth

MENG Xiang-hai<sup>1</sup>, LI Yu-mei<sup>2</sup>, SHAO Guang-zhong<sup>1</sup>, WANG Bai-cheng<sup>1</sup>, SUN Yin-hui<sup>1</sup>, ZHANG Qing-na<sup>1</sup>, WANG Jin-he<sup>1</sup>, LIU Chang<sup>1</sup>

(1. Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang 157041, China; 2. Institute of Soil Fertilizer and Environmental Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 157086, China)

**Abstract:** In order to study the effect of straw decay-promoting agent, a field experiment was carried out in different depth (10, 20 and 30 cm), the occurrence regularity of insect pests after spraying different kinds of straw decay-promoting agent (A, B and C) was studied, and the control effect of different straw decay-promoting agents on corn insect pests was compared, the optimum depth of returning corn straw to field after spraying the straw decay-promoting agent to control corn pests was selected. The results showed that there were significant differences in the degree of damage caused by leaf-eating pests among the treatments with different depth of returning field ( $P<0.05$ ), and there were significant differences in the degree of damage caused by leaf-eating pests among different straw decay-promoting agents at the same depth  $P<0.05$ . The results showed that 10 cm inoculant a could not reduce the average pest index, and the lowest pest index of 20 cm inoculant C was 17.08, which was 28.92% lower than CK 2. Inoculant B could reduce the average pest index when the straw was returned to the field 10 cm. Straw mulching could increase the overwintering number of corn borer. 20 cm and 30 cm of straw returning could restrain the damage of corn borer to some extent, the rate of damaged plants and the number of insects per 100 plants were significantly lower than that of the control (straw burning) ( $P<0.05$ ). The number of corn borer could be reduced to some extent by spraying straw decay-promoting agent, but the effect of reducing the number of corn borer was not obvious. Straw deep turning and returning 20 cm~30 cm was a relatively good measure to control insect pests effectively.

**Keywords:** maize straw; rotten bacterium; insect pests; prevention and control; effect

(上接第 58 页)

Study on Inoculation Resistance of Maize Inbred Lines Cold Tolerance and Density Tolerance to Head Smut

QIU Lei, JIN Xiao-chun, NIU Zhong-lin, JIANG Bai-fu, WU Li-li, WANG Qing-sheng, ZHU Bao-guo, LI Ru-lai

(Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China)

**Abstract:** Head smut of maize has become one of the most important diseases in Heilongjiang Province, which can reduce the yield and occur in all over the world. Consequently, it is the most effective to breed disease-resistant varieties for controlling head smut of maize. Breeding new maize varieties resistant to head smut is one of the important measures to control the disease. In this study, the morbidity of maize was established after inoculation by *S. reiliana* using three inbred lines (Hexuan 16, Hexuan 23 and Hexuan 35), 3 inoculation method and 6 inoculation concentration as test materials. The result showed that the highest morbidity was mixed soil just before planting with concentration of 2%-3%.

**Keywords:** maize; head smut; inoculation identification