



董扬,闫锋,赵富阳,等.不同微生物菌剂对糜子黑穗病田间防效[J].黑龙江农业科学,2023(10):18-21.

# 不同微生物菌剂对糜子黑穗病田间防效

董扬<sup>1</sup>,闫锋<sup>1</sup>,赵富阳<sup>1</sup>,侯晓敏<sup>1</sup>,李清泉<sup>1</sup>,李旭业<sup>2</sup>

(1.黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006; 2.黑龙江省农业科学院 畜牧兽医分院,黑龙江 齐齐哈尔 161005)

**摘要:**为促进糜子大田生产中黑穗病绿色防治,采用菌土接种的方法研究了6种常用微生物菌剂对糜子黑穗病的防治效果及药后安全性。结果表明,以灌根方式施入微生物菌剂后,各菌剂处理下的糜子均无明显药害,能够正常生长,相比CK而言,菌剂处理使糜子抽穗期和成熟期提前,缩短了生育进程;各菌剂处理均对黑穗病具有较好的防治效果,其中T5处理对黑穗病的防治效果最好,达76.3%,显著高于其他处理,T6和T3处理防治效果次之,分别为66.4%和65.0%,T2防治效果最差(49.7%),各处理对黑穗病的防治效果排序为T5>T6>T3>T1>T4>T2。综合来看,复合微生物菌剂(T5)处理对黑穗病防治效果最佳,增产显著,可应用于黑龙江省西部嫩江平原地区糜子大田生产中黑穗病绿色防治。

**关键词:**微生物菌剂;糜子;黑穗病;防治效果

糜子(*Panicum miliaceum* L.)起源于我国,在我国已经有7 000多年的栽培历史,具有生育期短、耐瘠薄、耐旱等优点<sup>[1-2]</sup>。糜子不仅是我国干旱、半干旱地区重要的特色杂粮作物,也是一种重要饲料、饲草作物<sup>[3]</sup>。我国糜子主要分布在长城沿线地区和黑龙江、吉林,常年种植面积约100万hm<sup>2</sup>,居世界第二位<sup>[4]</sup>。糜子黑穗病是我国糜子生产主要病害之一,由稷光孢堆黑粉菌(*Sporisorium destruens*)引起,在我国各糜子产区均有不同程度发生。该病危害糜子花序,一般抽穗前很难识别,抽穗后才出现典型症状。前人研究表明,糜子生产田黑穗病时有发生,一般发病率5%~10%,造成严重减产<sup>[5-7]</sup>,籽粒品质下降,大大降低了糜子种植收益<sup>[8]</sup>。目前糜子大田生产中黑穗病防治以化学手段为主,化学药剂使用不规范导致病原抗药性和农药残留问题日趋严重<sup>[9]</sup>。大量的农药挥发到空气、流入水体,沉降聚集在土壤中,严重污染农、畜、渔、果产品,并通过食物链的富集作用转移到人体,对人体产生危害。另一方面,由于病原菌的抗药性不断增强,导致农业生产中农药的使用量逐渐递增乃至过量使用,进而导致病害和施

药量相互递增<sup>[10]</sup>。

微生物菌剂的大力开发与应用极大推动了我国生态农业与有机农业的发展壮大,微生物菌剂的合理施用对环境保护、农业的可持续发展具有极其重要的意义<sup>[11]</sup>。微生物菌剂中的有效菌,可以分泌多种活性酶和抗生素类物质,能抑制病原菌活力或杀死病原菌,从而提高作物抗病性,达到增产的目的<sup>[12]</sup>。目前,微生物菌剂已经在棉花<sup>[13]</sup>、小麦<sup>[14]</sup>、草莓<sup>[15]</sup>、花生<sup>[16]</sup>、辣椒<sup>[17]</sup>、烟草<sup>[18]</sup>等作物抗病栽培中得到广泛应用。笔者通过查阅文献发现鲜有关于微生物菌剂防治糜子黑穗病的研究报道,另一方面,不同微生物菌剂在不同作物上应用效果不同。为此,本研究以抗病性较弱的齐黍1号为材料,以灌根施药的方式,研究6种市场上常见的微生物菌剂对糜子黑穗病的防治效果及对谷子产量的影响,以期筛选出安全高效的防治糜子黑穗病的微生物菌剂,并为糜子黑穗病的绿色防控提供技术指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2022年5月—9月在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院科研试验基地进行(47°15'N, 123°45'E),试验区地处黑龙江省西部嫩江平原,年平均降水量415 mm左右,年均温度3.2℃,活动积温为2 900℃。土壤类型为碳酸盐黑钙土,土壤具体理化性质为有机质32.64 g·kg<sup>-1</sup>,全氮1.48 g·kg<sup>-1</sup>,速效磷23.16 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾296.35 mg·kg<sup>-1</sup>。pH7.82。

收稿日期:2023-03-03

基金项目:齐齐哈尔市科学技术局创新激励项目(CNYGG-2022041);国家谷子高粱产业技术体系建设项目(CARS-06-14.5-B21);黑龙江省杂粮产业技术协同创新推广体系谷糜病虫害绿色防控岗位专家项目。

第一作者:董扬(1982—),女,硕士,助理研究员,从事杂粮作物遗传育种及栽培研究。E-mail:dongyang0717@126.com。

通信作者:李清泉(1968—),男,学士,研究员,从事杂粮作物育种研究。E-mail:zls1968@163.com。

1.2 材料

供试糜子品种:齐黍 1 号,由黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院选育。

供试微生物菌剂:枯草芽孢杆菌、哈茨木霉菌、地衣芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌、复合微生物菌剂和光合细菌,来源详见表 1。

供试菌种:病穗于 2021 年采自依安县,将病穗风干后搓碎,孢子粉过细筛后密封室温保存。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 将孢子黑粉和过细筛后的土按 1:400 的质量比制成菌土,试验播种后均匀撒

于各处理垄沟内,并浅覆土,进行人工接菌。试验于 2022 年 5 月 10 日在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院实验基地播种,采用随机区组设计,3 次重复,以不施菌剂为对照(CK),设 6 个微生物菌剂处理,分别为枯草芽孢杆菌(T1)、哈茨木霉菌(T2)、地衣芽孢杆菌(T3)、解淀粉芽孢杆菌(T4)、复合微生物菌剂(T5)和光合细菌(T6),具体施用量见表 1,在 6 月 20 日、6 月 30 日先后两次对各处理区进行灌根处理。每小区 6 行,垄宽 0.65 m,行长 4.00 m,面积约 15.6 m<sup>2</sup>。

表 1 不同施肥处理微生物菌剂施药剂量

处理	菌剂类型	制剂用量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	有效活菌数/(亿·g <sup>-1</sup> )	生产厂家
T1	枯草芽孢杆菌	15	400	英国贝尔生物科技有限公司
T2	哈茨木霉菌	10	100	英国贝尔生物科技有限公司
T3	地衣芽孢杆菌	2	1000	业盛旺生物科技有限公司
T4	解淀粉芽孢杆菌	20	1000	黑龙江省科学院应用微生物研究所
T5	复合微生物菌剂	6	200	济宁阿立达生物工程有限公司
T6	光合细菌	10	5	黑龙江省科学院应用微生物研究所

1.3.2 测定项目及方法 在糜子灌浆期、空白对照田间黑穗病发病症状明显时进行调查。调查方法为每处理选择中心区域依次调查 100 株,记录病株数,计算发病率和防治效果。

发病率(%)=病株数/调查株数×100

防治效果(%)=(对照发病率-处理发病率)/对照发病率×100

1.3.3 数据分析 用 Excel 2019 软件进行数据统计及作图,用 DPS 7.05 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同微生物菌剂对糜子生育期的影响

施用微生物菌剂后,各处理幼苗长势均正常,无明显药害。通过对各生育时期调查发现,各菌剂处理下齐黍 1 号的抽穗期比 CK 提前 1~2 d, T3 处理较 CK 只提前了 1 d,其他处理的抽穗期提前 2 d;各菌剂处理下的成熟期同样较 CK 有所提前,其中 T4 处理较 CK 提前最多,为 5 d, T1~T3 处理提前 4 d, T5、T6 处理较 CK 提前最少,为 3 d(表 2)。由此可知,施用 6 种微生物菌剂对糜子没有产生胁迫作用,均可在一定程度上缩短糜子生育期。

表 2 不同微生物菌剂处理对糜子生育时期的影响

处理	出苗期	抽穗期	出苗-抽穗 天数/d	成熟期	抽穗-成熟 天数/d
T1	5 月 23 日	7 月 26 日	64	9 月 17 日	53
T2	5 月 23 日	7 月 26 日	64	9 月 17 日	53
T3	5 月 23 日	7 月 27 日	65	9 月 17 日	52
T4	5 月 23 日	7 月 26 日	64	9 月 16 日	52
T5	5 月 23 日	7 月 26 日	64	9 月 18 日	54
T6	5 月 23 日	7 月 26 日	64	9 月 18 日	54
CK	5 月 23 日	7 月 28 日	66	9 月 21 日	55

2.2 不同微生物菌剂对糜子黑穗病的防治效果

由表 3 可知,齐黍 1 号经过 6 种微生物菌剂处理后,与 CK 相比,黑穗病发病率有不同程度减轻,发病率表现为 17.4%~37.0%,防治效果在 49.7%~76.3%。T5 对黑穗病的防治效果最好,显著高于其他处理, T6 和 T3 处理防治效果次之,分别为 66.4%和 65.0%, T2 防治效果最差,总体来看黑穗病防治效果排序为 T5>T6>T3>T1>T4>T2。

表 3 不同微生物菌剂处理对糜子黑穗病发病率及防治效果的影响

处理	病株数	发病率/%	防治效果/%
T1	29.3±2.81 c	29.3±6.89 c	60.1±15.35 c
T2	37.0±10.21 b	37.0±9.75 b	49.7±14.23 d
T3	25.7±6.70 d	25.7±4.45 d	65.0±10.52 b
T4	30.1±11.22 c	30.1±3.21 c	59.0±7.88 c
T5	17.4±5.53 e	17.4±1.27 e	76.3±8.95 a
T6	24.7±1.26 d	24.7±9.16 d	66.4±8.30 b
CK	73.5±12.33 a	73.5±6.58 a	—

注:不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。下同。

表 4 不同微生物菌剂对糜子产量的影响

处理	小区测产/( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )			产量/( $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )	增产率/%
	重复 I	重复 II	重复 III		
T1	0.35±0.02	0.36±0.07	0.36±0.18	3566.7±327.23 c	62.1±4.56
T2	0.30±0.05	0.31±0.13	0.30±0.13	3100.0±401.56 d	40.9±7.22
T3	0.38±0.10	0.38±0.04	0.40±0.10	3866.7±128.67 bc	75.8±12.13
T4	0.34±0.11	0.35±0.05	0.36±0.08	3500.0±156.89 c	59.1±10.01
T5	0.48±0.08	0.47±0.05	0.45±0.13	4666.7±366.50 a	112.1±26.33
T6	0.39±0.04	0.42±0.13	0.41±0.11	4066.7±372.55 b	84.8±21.52
CK	0.24±0.01	0.20±0.07	0.22±0.09	2200.0±175.67 e	—

3 讨论

糜子黑穗病是一种土壤或种子传播的病害,病原菌在种子萌发期由胚芽鞘侵入,抽穗期发病,病穗呈指状黑粉包<sup>[19]</sup>。化学药剂目前仍是防治糜子黑穗病的主要手段,但化学药剂在施用过程中存在抗药性上升、药剂残留等问题,绿色环保的生物防治方法为实现农业可持续发展开辟了新的道路,前人研究表明微生物菌剂对农作物病害具有较好的防治效果<sup>[20-21]</sup>。

前人关于微生物菌剂对生育期的影响结论不尽相同,彭奎等<sup>[22]</sup>研究表明,烟草经过菌剂处理后生育期比 CK 提前 1~2 d。田慧敏等<sup>[23]</sup>研究发现番茄经过菌剂处理后,生育期较对照延长了 3~5 d。而本研究结果表明,糜子经过各菌剂处理后,抽穗期相比 CK 提前 1~2 d,成熟期提前了 3~5 d。与前人的研究成果有差异可能是由于作物基因型本身造成的,造成这种差异的原因有待深入研究。前人研究表明<sup>[24-26]</sup>,微生物菌剂对作物病害具有较好的防治效果,本研究结果印证了前人观点,本研究中各菌剂处理对糜子没有产生药害,且均对黑穗病具有较好的防治效果,防效为 49.7%~76.3%,其中 T5 对黑穗病的防治效果最好,显著高于其他处理,T6 和 T3 处理防治效果次之,T2 防治效果最差。本研究中,菌剂处理

2.3 不同微生物菌剂对糜子产量的影响

由表 4 可知,微生物菌剂处理产量显著高于 CK,各菌剂处理产量在 3 100.0~4 666.7  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。与 CK 相比,增产幅度在 40.9%~112.1%,其中 T5 处理下产量最高,显著高于其他菌剂处理及 CK;其次是 T6 处理,产量达 4 066.7  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 与 T3 处理差异不显著;T2 处理下的产量增加幅度在所有处理中最低,总体来看增产幅度排序为 T5>T6>T3>T1>T4>T2。

可显著提高齐黍 1 号的产量,这可能是由于病株率下降而产生的相对增产,增产的另一方面原因可能是因为菌剂的施入活化了土壤中的各种养分,提升了土壤中多种酶活性以及速效养分含量,从而促进糜子生长,提升产量。

黑穗病不仅影响糜子的产量,还会降低米质的安全性和品质,直接影响农民的收入。生物菌剂的施用不仅可以抑制或杀死病原菌,提高作物的抗病性,对土壤中的微生物、土壤酶等,人类和动物都没有任何危害。在国家保护黑土,绿色防控可持续发展的背景下,减少农药的用药和用量,增加微生物菌剂的使用,可大幅度改善种植地区的环境,增加作物产量并提高质量。而且用生物菌剂无公害的方法生产的糜子,市场价值更高,可以有效地提高经济效益。

由于试验条件有限,本研究只选用了齐黍 1 号品种,为单点、单年试验,研究结果还需在后续研究工作中加以验证并完善。另一方面在后续工作中可增加病原菌对微生物菌剂敏感性的室内鉴定研究,通过室内鉴定可在最大程度上排除田间试验的试验误差,试验结果更为可靠。综合本研究结果来看,复合微生物菌剂(T5)对糜子黑穗病的综合防治效果最佳,增产幅度最大,可在糜子大田生产中用于黑穗病绿色防控。

4 结论

以灌根方式对齐黍 1 号施入不同微生物菌剂,结果发现,施用微生物菌剂可促进糜子抽穗,缩短生育期,减轻黑穗病发病率,提高糜子产量。其中 T5 处理(复合微生物菌剂 6 kg·hm<sup>-2</sup>)对黑穗病的防治效果最好,防效为 76.3%,与 CK 比缩短生育期 3 d,增产率达到 112.1%。

参考文献:

[1] 胡兴雨,陆平,贺建波,等.黍稷农艺性状的主成分分析与聚类分析[J].植物遗传资源学报,2008,9(4):492-496.  
[2] 景小兰,李志华,董旭.不同播期对糜子不同品种生长发育及产量的影响[J].作物杂志,2019(1):146-151.  
[3] 王恒亮,吴仁海,职倩倩,等.除草剂作用机制研究进展[J].河南农业科学,2013,42(12):11-15.  
[4] 乔志军.糜子产业发展现状与思路[J].作物杂志,2013(5):25-27.  
[5] 史桂清,梁廷康,程树森,等.晋中地区小麦黑穗病流行原因和防治对策[J].山西农业科学,1996,24(1):59-60.  
[6] 孙志超,刘文国,杨维国,等.吉林省玉米丝黑穗病研究进展及抗病品种选育[J].玉米科学,2007,15(2):130-132.  
[7] 刘慧芬.高粱丝黑穗病的研究进展[J].杂粮作物,1999,19(3):46-49.  
[8] 梁海燕,李海,杨如达,等.不同药剂对糜子黑穗病的防治效果[J].山西农业科学,2015,43(6):737-739.  
[9] 刘佳佳,周瑜,张盼盼,等.防治糜子丝黑穗病的杀菌剂筛选及田间防治效果研究[J].草业学报,2016,25(9):132-141.  
[10] 钟林炳,王道泽,黄越,等.不同类型微生物肥料在梨树栽培上的应用[J].浙江农业科学,2021,62(2):314-319,420.  
[11] 陈晓燕,王小琳,谢先进.不同微生物菌剂对玉米产量及土壤肥力的影响[J].热带农业科学,2021,41(9):11-16.  
[12] 武杞蔓,张金梅,李玥莹,等.有益微生物菌肥对农作物的作用机制研究进展[J].生物技术通报,2021,37(5):221-230.

[13] 戴爱梅,许秀,霍瑞,等.3 种微生物菌剂对新疆棉花主要病害田间防效评价[J].农药,2022,61(7):526-528.  
[14] 丁钱华.微生物菌剂对小麦抗病能力的影响[J].浙江农业科学,2022,63(8):1794-1797.  
[15] 熊明国.微生物菌剂对草莓三种病害的防治效果及其对草莓生长的影响[J].湖北农业科学,2022,61(12):57-60.  
[16] 赵艳丽,郭立,惠祥海,等.微生物菌剂拌种对花生土传病害的防治效果及产量影响[J].中国生物防治学报,2021,37(6):1250-1255.  
[17] 卯婷婷,陶刚,赵兴丽,等.4 种微生物菌剂对辣椒主要病害的生物防治作用[J].中国生物防治学报,2020,36(2):258-264.  
[18] 王明旭,杨建游,李喜旺,等.3 种微生物菌剂防治烟草青枯病的效果[J].植物医生,2018,31(11):41-44.  
[19] 刘惕若.黑粉菌与黑粉病[M].北京:中国农业出版社,1984:382-386.  
[20] 孙胜,刘忠华,合云宇,等.“减力菌”与“贝灵”对烟草易感病害的防效评价[J].昆明学院学报,2022,44(3):9-12.  
[21] 史娜艳,刘芳洁,张思雨,等.番茄溃疡病的接种方法及微生物防治菌剂筛选[J].中国蔬菜,2018(9):42-46.  
[22] 彭奎,周开雁,汤术开,等.3 种微生物菌剂对烟草生长及抗病性的影响[J].植物医生,2020,33(4):9-14.  
[23] 田慧敏,郭成,袁树先,等.微生物菌剂在番茄上的应用效果比较研究[J].赤峰学院学报(自然科学版),2021,37(1):25-28.  
[24] 施河丽,向必坤,左梅,等.黄腐酸与微生物菌剂协同对烟草青枯病及根际土壤细菌群落的影响[J].烟草科技,2021,54(9):1-10.  
[25] 陈剑山,李鹏,张曼丽,等.氨基酸水溶肥与微生物菌剂混用抑制豇豆枯萎病的效果[J].中国植保导刊,2015,35(8):52-53.  
[26] 赵远征,王东,徐利敏,等.不同微生物菌剂对马铃薯黑痣病的田间防效比较[J].中国植保导刊,2020,40(9):90-92.

Control Effects of Different Microbial Agents on Broomcorn Millet Smut

DONG Yang<sup>1</sup>, YAN Feng<sup>1</sup>, ZHAO Fuyang<sup>1</sup>, HOU Xiaomin<sup>1</sup>, LI Qingquan<sup>1</sup>, LI Xuye<sup>2</sup>

(1. Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China; 2. Branch of Animal Husbandry and Veterinary, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161005, China)

**Abstract:** In order to promote green control of millet smut in field production. The control effect and safety of 6 kinds of common microbial agents on broomcorn millet smut were studied by means of inoculation with fungus soil. After the application of microbial agent in the way of root irrigation, the glutinous millet treated with each agent had no obvious drug injury and grew normally. Compared with CK, the bacterial agent treatment advanced the heading and maturity stage of glutinous millet and shortened the growth process. All the bacterial agent treatments had good control effect on smut, among which T5 treatment had the best control effect on smut with 76.3%, which was significantly higher than other treatments, followed by T6 and T3 treatment with 66.4% and 65.0%, respectively. The control effect of T2 was worst (49.7%), and the control effect of each treatment was ranked as T5>T6>T3>T1>T4>T2. In conclusion, the treatment of composite microbial agent (T5) has the best effect on smut control and the significant yield increase of broomcorn millet, which can be applied to the green control of smut in field production of bloomcorn millet in the Nenjiang Plain Area of western Heilongjiang Province.

**Keywords:** microbialagents; broomcorn millet; sumt; control effect