

不同药剂对青稞根腐病的田间防效评价

许世洋¹, 刘梅金², 李敏权³, 郭建炜², 漆永红⁴, 胡再青², 李雪萍^{1,4}

(1. 甘肃农业大学草业学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘南藏族自治州农业科学研究所, 甘肃 合作 747000; 3. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070; 4. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为筛选安全高效、经济适用的青稞根腐病防治药剂, 选取 12 种常用低毒药剂, 对青稞品种藏青 2000 采用拌种或浸种处理进行田间防治试验, 结合不同处理物候期、倒伏率、发病率、农艺性状及产量等指标, 并基于千粒重、产量及根腐病发生率进行 Topsis 综合评价。结果表明, 不同药剂处理均能有效降低根腐病发生率, 其中用 50% 克菌丹可湿性粉剂 2.40 kg/hm² 拌种处理综合评价最优, 施用后青稞未发生倒伏, 根腐病发生率为 5.00%, 适宜于根腐病发病严重区域推广使用。1 亿活芽孢/g 的枯草芽孢杆菌微囊粒剂和 50% 啶唑磷菌胺水分散粒剂拌种处理的青稞根腐病发病率均为 6.67%, 折合产量分别 5 900、5 190 kg/hm²。其中枯草芽孢杆菌微囊粒剂拌种处理的增产率最高, 为 8.19%, 更适宜于大面积推广。

关键词: 青稞根腐病; 药剂筛选; 田间防效; Topsis 综合评价

中图分类号: S512.3

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)04-0078-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.04.018

Evaluation of Various Fungicides Field Control Effect on Naked Barley Root Rot

XU Shiyang¹, LIU Meijin², LI Minquan³, GUO Jianwei⁴, QI Yonghong⁴, HU Zaiqing², LI Xueping^{1,4}

(1. College of Prataculture, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Gannan Agricultural Science, Hezuo Gansu 747000, China; 3. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 4. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: For screening safe, efficient and economic fungicides, we selected 12 kinds of low toxic fungicides to treat Zang-Qing 2000 with seed dressing or seed handling, and combined different treatment, the phenological period, lodging rate, incidence

收稿日期: 2021-11-17; 修订日期: 2022-02-11

基金项目: 国家现代农业产业技术体系专项资金(CARS-05); 甘肃省科技计划资助(20YF3NA021); 甘肃省小杂粮新品种选育与示范(182D2NA008)。

作者简介: 许世洋(2000—), 男, 河南南阳人, 本科在读, 专业方向为草业科学。Email: xushiyang715@163.com。

通信作者: 李雪萍(1989—), 女, 甘肃庆阳人, 副研究员, 主要从事植物保护研究工作。Email: lixueping@gsagr.ac.cn。

产量。

参考文献:

- [1] 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(4): 221-230.
- [2] 陈永欣, 翟广谱. 甜糯玉米采收与保鲜技术研究[J]. 华北农学报, 2001, 16(4): 87-91
- [3] 孟 瑶, 徐凤花, 孟有庆, 等. 中国微生物肥料研究及应用进展[J]. 中国农学通报, 2008, 24(6): 276-283.
- [4] 周玉乾, 寇思荣, 何海军, 等. 甘肃省玉米产业发展现状及对策[J]. 甘肃农业科技, 2017(9): 72-75.
- [5] 柴宗文, 刘 健, 李 福, 等. 甘肃省玉米产业的发展现状及对策[J]. 甘肃农业科技, 2008(6): 43-46.
- [6] 张立勤, 杨思存, 崔云玲, 等. 不同水氮条件下垄膜同灌玉米的产量及水分利用效应[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(11): 36-40.
- [7] 赵仰微. 施氮量对全膜双垄沟播玉米经济性状及产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(12): 60-62.
- [8] 许 丽, 孙 青, 宗 睿. 生物菌肥等量替代氮磷钾复合肥对冬小麦和夏玉米产量及土壤肥力的影响[J]. 山东农业科学, 2019, 54(4): 85-88.
- [9] 朱云娜, 孙建国. 生物菌肥在玉米栽培上的效果[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(28): 11345-11356.
- [10] 韩广泉, 侯红燕, 王 珂, 等. 微生物菌肥在现代农业中的开发与影响[J]. 农业经济与科技, 2014, 25(9): 35-36.

rate, main agronomic characteristic, yield to conduct Topsis comprehensive evaluation, which based on 1 000-grain weight, yield and incidence of root rot, aiming to research all the fungicides' control effect. The results illustrated that all treatments could effectively reduce the incidence of root rot and the main agronomic traits were good, otherwise, the growth of naked barley was safe. Among them, the comprehensive evaluation of 50% gramme mycorrhizin wettable powder at the rate of 160 g per mu was the best. After application, no lodging occurred in naked barley and the incidence of root rot was 5.00%, which was suitable for promotion and use in areas with serious incidence of root rot. 100 million live spores/g *Bacillus subtilis* microcapsule fungicide and 50% indazolamide water dispersive fungicide treatment of barley root rot incidence were both 6.67%. On the other hand, the per mu yield of the two is respectively 393.58 kg, 346.24 kg, among which *Bacillus subtilis* microcapsule agent had the highest yield with 8.19%, more suitable for large-scale promotion of planting.

Key words: Naked barley root rot; Fungicide screening; Field control effectiveness; Topsis comprehensive evaluation

青稞 (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) 为禾本科大麦属的一个变种, 因与大麦遗传特性及生理特性高度相似, 又称裸大麦或元麦, 被藏族人民称为青稞^[1-2]。其营养物质含量丰富, 对动物机体组织调节发挥着重要作用^[3], 同时也是藏区人民的主食, 属青藏高原地区主产优势作物之一, 对藏区农牧业生产、发展举足轻重^[4]。青稞具耐寒抗旱、耐盐碱、耐贫瘠、易栽培、生育期短、产量稳定等优良特性^[5], 主产区在西藏、青海、甘肃甘南、四川甘孜与阿坝和云南迪庆, 另新疆、江苏和湖北部分地区亦有种植, 生长区海拔在 1 500~4 800 m^[6]。青稞是我国青藏高原地区栽培历史悠久的特色粮食作物, 持续大面积种植保障了藏区粮食安全, 甘肃省甘南藏族自治州年均种植面积约 15 300 hm²^[7]。近年来, 随着对青稞价值的不断发掘, 被广泛应用于酿造、医药等领域, 种植面积不断扩大。

但是以根腐病等为主的各类土传病害频繁发生, 传播速度快、分布范围广且隐蔽性强, 发病严重时可能导致青稞绝收^[8-9]。据报道, 藏区青稞根腐病发病率在 5%~20%^[10]。漆永红等^[11]研究发现, 青稞根腐病的发生对土壤酶活性及微生物的种类和数量具重要影响。李雪萍等^[12]研究发现青稞根腐病的发生不仅会改变其根际土壤的微生物组成, 还会抑制碳、氮、磷等物质元素代谢, 并导致代谢紊乱。因此, 寻求安全高效的防治手段对青稞根腐病防治意义重大, 而国内相关报道缺乏。岳海梅等^[13]筛选得到 4 株防效优良的毛壳菌可用于青稞根腐病生物防治。然而, 生防菌剂发挥作用相对较慢^[14], 目前仍较多采用化学防治手段。在“预防为主, 综合治理”的植保方针原则下^[15], 我们经调查共选取 12 种根腐病防治常用

药剂对青稞进行拌种或浸种处理, 对其防治青稞根腐病效果进行综合评价, 以期能为青稞根腐病防治提供安全高效药剂。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验设在位于合作市卡加曼乡新集村的甘南藏族自治州农业科学研究所综合试验站 (102° 54' 57" E, 35° 05' 15" N), 当地海拔 2 737 m, 年平均气温 3.0 °C, 最低气温 -26.3 °C, 最高气温 28.5 °C, 年降水量 639.8 mm 左右。2019 年无霜期 109 d 左右。土壤类型为亚高山草甸草原土, 旱川地, 地力中等, 前茬油菜。

1.2 供试材料

供试药剂种类、剂型和供应商见表 1。指示青稞品种为藏青 2000, 由西藏自治区农牧科学院提供。

1.3 试验设计

试验共设 13 个处理 (A1~A13), 其中 A13 为对照 (清水处理), 播种前按药剂使用说明处理青稞种子 (表 1)。整地时施入有机肥 1 200 kg/hm², 播种时施入磷酸二铵 225 kg/hm²、尿素 150 kg/hm² 作基肥。随机区组排列, 重复 3 次, 小区面积 10.0 m² (4.0 m × 2.5 m)。16 行区, 条播, 行距 0.25 m, 播种深度 3~5 cm, 播种量 450 万粒 /hm², 各处理区块下籽量 9 000 粒。2019 年 4 月 7 日播种, 5 月 30 日中耕除草, 并将数次拔草贯穿于青稞试验整个生育期间, 精细管理。

1.4 调查项目方法

1.4.1 物候期、倒伏率及发病率 在青稞全生育期调查记载各处理出苗、分蘖、拔节、抽穗、成熟的日期, 并计算生育期。以青稞播种发芽后第 1 片叶露出地面 1.5~2.0 cm 为出苗标准, 记录各处

表1 供试药剂及处理方法

处理	药剂	剂型	使用说明	供应商
A1	77%硫酸铜钙	可湿性粉剂	2.25 kg/hm ² 拌种, 每小区使用 6.75 g	江苏龙灯化学有限公司
A2	50%克菌丹	可湿性粉剂	2.40 kg/hm ² 拌种, 每小区使用 7.20 g	江苏明德立达生物科技有限公司
A3	枯草芽孢杆菌	1 亿活芽孢/g, 2.25 kg/hm ² 拌种, 每小区使用 6.75 g 微囊粒剂		成都特普生物科技股份有限公司
A4	25 g/L 咯菌腈	悬浮种衣剂	药种比 1:200, 每小区使用 3.625 g	上虞银泰精细化工有限公司
A5	30%精甲·恶霉灵	水剂	2000 倍液浸种	陕西汤普森生物科技有限公司
A6	11%精甲·咯·嘧菌	悬浮剂	150 mL/100 kg 种子拌种	杭州宇龙化工有限公司
A7	甲基营养型芽孢杆菌 9912	30 亿活芽孢/g, 1.20 kg/hm ² 拌种, 每小区使用 3.60 g 可湿性粉剂		华北制药集团爱诺有限公司
A8	70%恶霉灵	可溶粉剂	按使用说明拌种, 每小区使用 10 g	京博农化科技有限公司
A9	50%氯溴异氰尿酸	可溶粉剂	0.90 kg/hm ² 拌种, 每小区使用 2.7 g	南京南农农药科技发展有限公司
A10	500 g/L 氟啶胺	悬浮剂	1 350 mL/hm ² 拌种, 每小区使用 1.35 mL	永农生物科学有限公司
A11	50%叫唑磺菌胺	水分散粒剂	按使用说明拌种, 每小区使用 4.5 g	日产化学制品有限公司
A12	85%三氯异氰尿酸	可溶粉剂	0.60 kg/hm ² 拌种, 每小区使用 1.80 g	天津博克百胜科技有限公司
A13	CK		未拌种	

理区块 50%植株达出苗标准的日期(出苗期)。以第 1 个分蘖芽萌发, 并从基部叶腋内伸出 1~2 cm 为分蘖标准, 记录各处理区块 50%以上植株出现分蘖的日期(分蘖期)。以基部第 1 节环状突起露出地面 1 cm 左右时为拔节标准, 记录各处理区块 50%植株达到拔节标准的日期(拔节期)。记录各处理区块 50%青稞植株抽穗的日期(抽穗期)。青稞生育后期发生倒伏后, 根据各处理区块实际倒伏面积计算倒伏率。青稞抽穗后, 每小区采用对角线 5 点取样法, 每点选取 3 株, 观察并计算根腐病发病率。

倒伏率=(各处理倒伏面积/各处理总面积)×100%

发病率=(各处理发病株数/各处理调查总数)×100%

1.4.2 主要农艺性状及产量 记录统计各处理基本苗数量、株高、穗长、穗粒数、穗粒重及千粒重等农艺性状。按小区单收计产。

1.5 数据统计分析

采用 Microsoft Excel 2007 整理试验数据, 利用 DPS 15.10 中 Duncan 新复极差法进行差异显著性分析($P<0.05$)。结合观察记录数据, 基于千粒重、发病率、产量等指标进行 Topsis 综合评价。

2 结果与分析

2.1 物候期、倒伏率及根腐病发病率

如表 2 所示, 各处理出苗期多集中于 4 月 23

日, 其中 A2 处理、A3 处理、A4 处理出苗期最迟, 均为 5 月 2 日。A2 处理分蘖最迟, 为 5 月 16 日; A4 处理分蘖最早, 为 5 月 13 日; 其余为 5 月 14—15 日。拔节期集中在 6 月 1—3 日。抽穗期在 6 月 25—26 日。A2 处理成熟最迟, 为 8 月 30 日; A1 处理次之, 为 8 月 25 日; A10 处理、A11 处理、A13 处理(CK)均在 8 月 22 日成熟; 其余为 8 月 23—24 日成熟。各处理生育期为 114~124 d, 其中 A3 处理、A4 处理均为 114 d, A2 处理、A13 处理(CK)为 120 d, A1 处理为 124 d, 其余处理均为 121~122 d。

A2 处理、A4 处理、A10 处理、A13(CK)处理均未发生倒伏。A9 处理次之, 倒伏率为 3%; A8 处理倒伏率达 60%, A3 处理、A12 处理为 50%。根腐病 A13 处理(CK)发病率最高, 达 10.00%; A5 处理、A6 处理次之, 均为 9.67%; A2 处理发病率最低, 为 5.00%。其余处理发病率 6.67%~9.33%。

2.2 主要农艺性状

各处理的基本苗、株高、穗长、单株粒数、单株粒重、穗粒数、穗粒重和千粒重均存在不同程度差异(表 3)。基本苗以 A10 处理最多, 为 303.0 万株/hm²; A8 处理次之, 为 301.5 万株/hm²; A2 处理最少, 仅为 132.0 万株/hm²。各处理间株高差异不显著, 其中以 A4 处理最高, 为 126.83 cm; A3 处理、A6 处理、A12 处理较矮, 分别为 119.70、116.93、116.73 cm, 其余处理株高为

表 2 各处理物候期、倒伏率及根腐病发病率

处理	物候期/(日/月)						生育期 /d	倒伏率 /%	根腐病发病率 /%
	播种期	出苗期	分蘖期	拔节期	抽穗期	成熟期			
A1	7/4	23/4	14/5	1/6	25/6	25/8	124	35	8.67
A2	7/4	2/5	16/5	1/6	25/6	30/8	120	0	5.00
A3	7/4	2/5	15/5	1/6	25/6	24/8	114	50	6.67
A4	7/4	2/5	13/5	3/6	25/6	24/8	114	0	9.33
A5	7/4	24/4	15/5	2/6	26/6	23/8	121	10	9.67
A6	7/4	25/4	15/5	3/6	26/6	24/8	121	45	9.67
A7	7/4	23/4	14/5	3/6	26/6	23/8	122	25	7.67
A8	7/4	23/4	15/5	2/6	26/6	23/8	122	60	8.33
A9	7/4	23/4	15/5	1/6	25/6	23/8	122	3	8.33
A10	7/4	23/4	15/5	1/6	25/6	22/8	121	0	7.33
A11	7/4	23/4	14/5	1/6	25/6	22/8	121	40	6.67
A12	7/4	23/4	14/5	3/6	25/6	23/8	122	50	8.67
A13(CK)	7/4	24/4	15/5	2/6	25/6	22/8	120	0	10.00

表 3 各处理主要农艺性状^①

处理	基本苗 /(万株/hm ²)	株高 /cm	穗长 /cm	穗粒数 /粒	穗粒重 /g	千粒重 /g
A1	286.5	122.76±6.93 a	5.11±0.36 bc	39.33±0.58 a	1.93±0.15 ab	47.61±0.23 bc
A2	132.0	126.07±3.64 a	6.89±1.11 a	46.00±5.29 a	2.34±0.42 a	45.82±0.58 d
A3	270.0	119.70±6.03 a	5.16±0.46 bc	40.33±3.06 a	1.77±0.20 ab	48.81±0.58 ab
A4	250.5	126.83±7.08 a	5.35±0.49 bc	42.33±4.04 a	2.25±0.44 a	47.93±0.40 abc
A5	256.5	124.30±2.52 a	5.36±0.31 bc	36.67±8.74 a	1.93±0.31 ab	47.52±0.06 bc
A6	280.5	116.93±12.64 a	4.88±0.80 bc	36.33±7.02 a	1.73±0.32 ab	48.64±0.58 ab
A7	294.0	123.67±5.85 a	5.29±0.48 bc	38.33±6.11 a	1.30±0.77 b	47.80±0.23 abc
A8	301.5	122.20±7.83 a	4.54±0.81 c	49.00±18.19 a	1.63±0.53 ab	47.22±0.92 bed
A9	270.0	120.27±4.70 a	4.66±1.26 bc	36.67±9.02 a	1.63±0.57 ab	48.85±0.81 ab
A10	303.0	122.26±8.93 a	4.41±0.64 c	35.33±8.74 a	1.72±0.60 ab	49.47±0.23 a
A11	298.5	123.13±2.84 a	5.10±0.28 bc	35.00±6.93 a	1.88±0.35 ab	46.73±0.06 cd
A12	258.0	116.73±17.33 a	5.31±0.50 bc	41.67±5.03 a	1.62±1.06 ab	48.26±0.09 abc
A13(CK)	286.5	123.43±1.78 a	5.77±0.62 b	44.00±6.00 a	2.31±0.22 a	48.20±0.69 abc

①表中小写字母表示差异显著(P<0.05)。

120.27~126.07 cm。穗长 4.41~6.89 cm，以 A2 处理最长，为 6.89 cm，与其他处理差异显著(P<0.05)；A13处理(CK)次之，为 5.77 cm；A8 处理、A10 处理较短，且与 A13处理(CK)差异显著(P<0.05)。各处理穗粒数差异不显著，以 A8 处理最多，为 49.00 粒。穗粒重 A2 处理、A4 处理、A13 处理(CK)较高，分别为 2.34、2.25 g、2.31 g，均显著高于其他各处理(P<0.05)；A7 处理穗粒重最低，为 1.30 g，其余处理为 1.62~1.93 g。各处理千粒重间差异较大，以 A10 处理最高，为 49.47 g；A2 处理最低，为 45.82 g。

2.3 产量及 Topsis 综合分析

从表 4 可知，各处理的青稞折合产量 3 670~5 900 kg/hm²，其中 A3 处理最高，为 5 900 kg/hm²，较 A13 处理(CK)增产 8.06%；A6 处理最次之，

表 4 各处理产量结果及 Topsis 综合分析

处理	小区平均产量 /(kg/10 m ²)	折合产量 /(kg/hm ²)	增产率 /%	Topsis综合分析	
				统计量CI	名次
A1	5.21	5 210 h	-4.58	0.321 743	10
A2	3.67	3 670 k	-32.78	0.642 442	1
A3	5.90	5 900 a	8.06	0.598 657	2
A4	5.31	5 310 e	-2.75	0.304 892	12
A5	5.30	5 300 f	-2.93	0.291 879	13
A6	5.67	5 670 b	3.85	0.339 327	7
A7	5.23	5 230 g	-4.21	0.407 262	5
A8	5.12	5 120 j	-6.23	0.331 546	8
A9	5.60	5 600 c	2.56	0.392 648	6
A10	5.65	5 650 b	3.48	0.490 138	4
A11	5.19	5 190 i	-4.95	0.538 910	3
A12	5.23	5 230 g	-4.21	0.326 905	9
A13(CK)	5.46	5 460 d		0.305 731	11

折合产量为 5 670 kg/hm², 较 A13处理(CK)增产 3.85%; A10 处理居第 3, 折合产量为 5 650 kg/hm², 较 A13处理(CK)增产 3.48%; A9 处理居第 4, 折合产量为 5 600 kg/hm², 较 A13处理(CK)增产 2.56%; 其余处理较 A13处理(CK)减产 2.75%~ 32.78%。

对产量结果进行方差分析表明, A3 处理与其余处理差异均显著; A6 处理与 A10 处理差异不显著, 与其余处理差异均显著; A7 处理与 A12 处理差异不显著, 与其余处理差异均显著; 其他处理间产量差异均显著。Topsis 综合分析发现, 除 A4 处理、A5 处理外, 其余处理均优于 A13 处理(CK)。A2 处理最优, 统计量为 0.642 442, A3 处理、A11 处理次之, 分别为 0.598 657、0.538 910。

3 结论与讨论

植物物候期反映了植物生活周期循环的规律, 气候变化、人类活动等对植物生长发育有着重要影响^[16]。试验结果表明, 施用药剂对青稞物候期也具有一定的影响, 50%克菌丹可湿性粉剂、1 亿活芽孢枯草芽孢杆菌微囊粒剂和 25 g/L 咯菌腈悬浮种衣剂拌种处理后青稞出苗期较对照未拌种延迟 8 d, 成熟期也相应延迟, 而不同药剂处理后, 青稞分蘖期、拔节期、抽穗期变化与对照相差不大。虽然根腐病的发生是引起植株倒伏的重要原因, 不同药剂处理下青稞根腐病发生率与倒伏率间无规律可循, 如枯草芽孢杆菌微囊粒剂与 50%吡唑磺菌胺水分散粒剂拌种处理的青稞根腐病发生率一致, 但倒伏率存在较大差异, 说明青稞根腐病不一定会导致倒伏, 这与董怀玉等^[17]对玉米茎基腐发病率与抗倒性间关系研究结果一致, 说明药剂中某些成分在降低发病率同时可能会抑制作物抗倒性表现能力, 具体原因有待探究。

试验表明, 不同药剂处理均能有效降低根腐病发生率, 其中 50%克菌丹可湿性粉剂按 2.40 kg/hm²拌种综合评价最优, 施用后青稞未发生倒伏, 根腐病发生率为 5.00%, 适宜于根腐病发病严重区域使用。1 亿活芽孢 /g 的枯草芽孢杆菌微囊粒剂与 50%吡唑磺菌胺水分散粒剂拌种处理的青稞根腐病发病率均为 6.67%, 折合产量分别 5 900、5 190 kg/hm², 更适用于大面积推广使用。

作物根腐病防治是亟待解决的一大世界难题, 其发生严重影响着我国农业发展进程, 因发病部

位主要在植株根部而难以察觉, 病重到一定程度后施药会导致药效大大减弱^[18]。施用药剂前病情指数较高会影响防效测定结果, 还会导致防治效果计算公式适用性降低^[19-20], 因此本研究采用药剂拌种或浸种处理, 保证了药剂防治效应测定的准确性^[21-22], 且目前针对作物根腐病药剂筛选及防效测定也较多采用此方法。刘铜等^[23]选取 25%噻虫·咯·霜灵、25 g/L 咯菌腈和 38%多·福·克悬浮种衣剂处理芸豆种子, 并通过室内盆栽出苗率、幼苗单株根长、株高、整株鲜重等指标发现其对芸豆生长安全, 田间防效优良、增产明显。由不同处理后青稞各物候期表现、主要农艺性状可知, 本研究中药剂对青稞植株生长安全, 且部分处理性状显著优于对照。50%克菌丹可湿性粉剂处理生育日数最少, 基本苗数量、千粒重显著低于对照, 而穗长、穗粒数和穗粒重显著较优, 说明仅凭单一的农艺性状并不能准确反映药剂对作物生长安全性, 而国内缺乏相关方面的评价标准, 且有研究表明药剂对不同作物生长安全性不能一概而论^[22], 应根据实际生产需求对评价体系进行规范。本研究选取 Topsis 综合分析模型并结合青稞生产实际需求, 可以在样本数量较少的情况下更加全面、准确地对药剂的综合防治效应进行评价^[24]。

试验结果表明, 50%克菌丹可湿性粉剂 2.40 kg/hm²拌种的综合评价最优, 青稞根腐病发病率低至 5.00%, 且未发现倒伏, 更适宜在根腐病发病严重区域施用。其基本苗数量、千粒重最低, 对应产量也较低, 说明基本苗数量和千粒重对产量影响均较大, 这可能是受药剂施用方式、施用时期影响。如陈长卿等^[25]采用灌根法处理烟草的田间药效试验表明, 600 g/hm²克菌丹防效达 60.58%, 且烟草产量、品质提升明显。本研究所筛选药剂对青稞不同生长期根腐病防治效果仍有待进一步探究。迟元凯等^[26]共选用 10 种药剂对小麦拌种处理, 结果发现 30 g/L 苯醚甲环唑对小麦根腐病防效最高达 73.9%, 且不同药剂效用不一, 部分对孢囊线虫病具有一定防效, 并具增产效果。试验过程中发现, 部分青稞植株抽穗后年发生黑穗病, 而所筛选药剂对其也可能具一定防治效果, 仍待进一步试验验证。吴之涛等^[27]采用 5 种药剂拌种、拌种 + 喷雾处理, 发现 18%吡唑醚菌酯拌种和

20%氟酰胺·苯甲唑啉对小茴香根腐病的综合防治优良且增产明显,而本研究所筛选药剂配合施用的防治效果有待进一步测定。

参考文献:

- [1] 姚晓华,王越,姚有华,等.青稞新基因 HvMEL1 AGO的克隆和条纹病胁迫下的表达[J/OL].作物学报, 1-12 [2021-11-06]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1809.S.20211020.1440.004.html>.
- [2] 李雪萍.青藏高原青稞根腐类病害及其对根际土壤微生物生态的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2017.
- [3] LIU Z H, LI B. Procyanidin B1 and p-poumaric acid from highland barley grain showed synergistic effect on modulating glucose METABOLISM via IRS-1/PI3K/Akt pathway[J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2021. DOI: 10.1002/MNFR.202100454
- [4] 翟会生,李俏,张玉红,等.72份青稞氨基酸组成与营养价值评价[J].植物遗传资源学报,2021,22(1):121-129.
- [5] 陈丽华,张志斌,侯志强,等.青海省青稞主栽品种农艺性状分析[J].江西农业大学学报,2012,34(3):439-444.
- [6] 朱明霞,白婷,强小林,等.青藏高原区域青稞品种区域适应性研究[J].作物杂志,2018(6):43-47.
- [7] 郭建炜,徐冬丽,王国平,等.基于GGE模型对甘肃省青稞多年多点区试品种稳定性分析[J/OL].分子植物育种:1-15 [2021-11-06]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20210930.1153.002.html>.
- [8] ZHONG S, SHAUKAT A, LENG Y, et al. Brachypodium distachyon-cochliobolus sativus pathosystem is a new model for studying plant-fungal interactions in cereal crops[J]. Phytopathology, 2015, 105(4): 482-489.
- [9] SWARNALATHA M, MARY E B, JOSEPHINE ME, et al. Fusarium spp. associated with root rot of pulse crops and their cross pathogenicity to cereal crops in Montana[J]. Plant Disease, 2021, 105(3): 548-557.
- [10] 李雪萍,刘梅金,许世洋,等.青稞普通根腐病的调查与病原鉴定[J].草业学报,2021,30(7):190-198.
- [11] 漆永红,曹素芳,李雪萍,等.甘南州临潭县青稞根际土壤养分含量、酶活性和微生物数量与根腐病的关系研究[J].草地学报,2018,26(4):877-884.
- [12] 李雪萍,李建宏,漆永红,等.青稞根腐病对根际土壤微生物及酶活性的影响[J].生态学报,2017,37(17):5640-5649.
- [13] 岳海梅,庄华,巩文峰,等.青稞全蚀病和根腐病生防毛壳菌的筛选及鉴定[J].麦类作物学报,2017,37(10):1390-1397.
- [14] 李美霖,徐建强,杨岚,等.中国小麦纹枯病化学防治研究进展[J].农药学报,2020,22(3):397-404.
- [15] 程家安,祝增荣.中国水稻病虫害治理60年:问题与对策[J].植物保护学报,2017,44(6):885-895.
- [16] 张利荣,郑立津,陈丽敏,等.植物物候期的研究进展[J/OL].分子植物育种,2021:1-15. [2022-01-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20211025.0941.002.html>.
- [17] 董怀玉,刘可杰,刘晶,等.机收玉米品种收获期田间茎腐病抗性表型和植株倒伏状况调查[J].玉米科学,2021,29(1):170-176.
- [18] RAVJIT KK, GORDON C, MAC N, et al. Current status of cereal root diseases in Western Australia under intensive cereal production and their comparison with the historical survey conducted during 1976-1982[J]. Journal of Phytopathol, 2013(161): 828-840.
- [19] 孙浩洋,张炜炜,曾亮,等.不同生防药剂对燕麦白粉病的防治效果[J].草业科学,2019,36(9):2374-2383.
- [20] 杨军玉,王树桐,胡同乐,等.关于田间药效试验准则中几个问题的商榷[J].中国植保导刊,2021,41(9):67-70.
- [21] 谢晓丽,邓成贵,张长江,等.4种新型化学药剂拌种对马铃薯晚疫病的防治效果[J].甘肃农业科技,2015(12):41-43.
- [22] 陈如宽.5种药剂浸种对马铃薯晚疫病的防效[J].甘肃农业科技,2012(8):26-27.
- [23] 刘铜,申永强,刘震,等.3种种衣剂对芸豆根腐病的防治效果[J].植物保护,2017,43(2):216-219;240.
- [24] 韩晓,刘凤之,谢计蒙,等.四种综合评价法对不同葡萄品种设施环境适应性的评价和比较[J].植物生理学报,2017,53(12):2235-2243.
- [25] 陈长卿,褚逸轩,谢昭,等.生物杀菌剂对烟草镰刀菌根腐病的防治效果及农艺性状的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2019,47(6):41-46.
- [26] 迟元凯,赵伟,汪涛,等.不同药剂拌种对小麦根腐病和孢囊线虫病的防效[J].植物病理学报,2018,48(5):693-699.
- [27] 吴之涛,高正睿,张英英,等.不同药剂对小茴香根腐病的田间防治效果[J].西北农业学报,2021(10):1-7.