

# 叶芥苗期根肿病综合防治技术研究

刘独臣<sup>1,2</sup>, 冉茂林<sup>1,3</sup>, 汪小川<sup>4</sup>, 张其圣<sup>5</sup> (1. 四川省农业科学院园艺研究所, 蔬菜种质与品种创新四川省重点实验室, 四川成都 610066; 2. 农业部西南地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 四川成都 610066; 3. 四川省农业科学院水稻高粱研究所, 四川德阳 618000; 4. 四川省眉山市东坡区农业局, 四川眉山 620032; 5. 四川省泡菜研究院, 四川成都 611130)

**摘要** [目的]探讨叶芥苗期根肿病综合防治技术,为叶芥的安全生产提供参考。[方法]通过田间试验从翻耕、播期、药剂处理3个方面研究了叶芥苗期根肿病综合防治技术。[结果]土地翻耕、调节播期、苗床消毒处理方式都影响根肿病在叶用芥菜苗期的发生程度;翻耕、延迟播期、苗床消毒能适度降低叶芥苗期根肿病的发病率和发病指数,相对防效最高可达97.2%。[结论]试验结果为叶芥根肿病的防治提供了理论依据。

**关键词** 叶用芥菜;根肿病;发病影响因子;相对防效

**中图分类号** S436.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)16-077-03

## Integrated Control of Clubroot of Leaf Mustard (*Brassica juncea* L.) at Seedling Stage

LIU Du-chen<sup>1,2</sup>, RAN Mao-lin<sup>1,3</sup>, WANG Xiao-chuan<sup>4</sup> et al (1. Horticultural Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Vegetable Germplasm Innovation and Variety Improvement Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu, Sichuan 610066; 2. Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops(Southwest Region), Ministry of Agriculture, Chengdu, Sichuan 610066; 3. Institute of Rice&Sorghum, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Deyang, Sichuan 618000; 4. Dongpo Agricultural Bureau of Meishan City, Meishan, Sichuan 620032)

**Abstract** [Objective] Integrated control of clubroot of leaf mustard (*Brassica juncea* L.) at seedling stage was explored to provide reference for safe production of leaf mustard. [Method] Integrated control technology of clubroot in leaf mustard (*Brassica juncea* L.) at seedling stage was studied through experiment in field. [Result] All the factors like soil moisture, seeding time, sterile method of nursery had effect on incidence of clubroot. Ploughing and airing the soil, delaying seeding and nursery sterilization could reduce incidence and disease index of clubroot disease. [Conclusion] The results provide rheoretical basis for the control of clubroot of leaf mustard.

**Key words** Leaf mustard; Clubroot disease; Influencing factor of the diseases; Control effectiveness

十字花科根肿病是由芸薹根肿菌(*Plasmodiophora brassicae* Woron.) 侵染引起,目前是危害十字花科作物最严重的世界性土传病害,可危害大白菜、花椰菜、芥菜等多种蔬菜作物<sup>[1]</sup>。根肿菌休眠孢子的寿命很长,可在土壤中存活长达15年以上<sup>[2]</sup>。其病害发生在根部,受病菌刺激,薄壁细胞大量分裂和增大从而形成肿瘤,肿瘤的发生部位、形状和大小因寄主不同而异。在芥菜上根肿菌肿瘤多发生在主根及侧根上,主根的肿瘤体积大而数量小,侧根的肿瘤体积小而数量大,多呈纺锤形、手指形或不规则形<sup>[3]</sup>。叶芥是四川泡菜加工的主要原料,叶芥苗期受害植株初期长势正常,但晴天中午萎蔫十分明显,易拔起,好辨识,苗期大多感染主根,主根肿大,移栽后地上部分生长缓慢,株型矮小,叶色变淡变黄,根部腐烂,无经济产量,损失严重,所以叶芥苗期是防治根肿病的关键时期。目前关于芥菜根肿病的研究多见于茎瘤芥<sup>[4-7]</sup>,而关于叶芥抗根肿病品种的研究鲜见报道。为此,笔者研究了叶芥苗期根肿病的综合防治技术,旨在为十字花科根肿病防治提供借鉴。

## 1 材料与方

**1.1 试验地概况** 试验田选择在四川省眉山东坡区广济镇鸭池村8社,壤土,田间pH为5.2~6.2,多年水稻与叶芥轮作,叶芥根肿病发生严重。

### 1.2 材料

**1.2.1 供试药剂。**10%氰霜唑悬浮剂(科佳)、50%氟啶胺

悬浮剂(福帅得)均为日本石原产业株式会社产品。

**1.2.2 防治对象。**根肿病。

**1.2.3 供试作物。**叶芥地方品种“眉山包包青”。

**1.3 试验设计** 苗床试验共设8个处理,分免耕与翻耕,以及不同播期(9月8日、9月18日、9月28日)、苗床消毒、药剂浸种处理。处理1、2播种期为9月8日和9月18日,苗床免耕未进行消毒和药剂浸种;处理3、4、5、6播种期为9月18日,苗床翻耕,处理4科佳浸种,处理5苗床科佳消毒和科佳浸种,处理6苗床福帅得消毒和科佳浸种;处理7、8播种期为9月28日,处理7免耕,处理8翻耕,均未进行药剂处理。每个处理3次重复,随机排列。科佳浸种:种子用科佳2000倍浸种10min;科佳苗床消毒:苗床整理后,用科佳1500倍浇土,浇透深度约15cm即可播种;福帅得田间消毒:播种前7d,用福帅得500倍对土壤表面喷雾,待土壤风干后将20cm深的土壤上下混匀、混细。其余农事操作按常规生产技术进行。

**1.4 调查方法** 苗龄40d移栽前进行苗期根肿病发病情况田间调查。每个处理每个重复调查40株。根据分级标准对发病情况作出评价,计算病情指数及防治效果,采用Duncan's新复极差法对试验数据进行差异显著性分析。病害分级标准:将苗床内的芥菜按苗病情分为0~4级,即0级——无症状;1级——有肿瘤但小而少;2级——肿瘤多但小;3级——肿瘤大且多,侧根少;4级——肿瘤大,表面粗糙无侧根<sup>[6]</sup>。

发病率 = 发病株数 / 调查总株数 × 100%

病情指数 =  $\sum(\text{各级病株数} \times \text{该病级值}) / (\text{调查总株数})$

**基金项目** 四川省科技支撑计划项目(2013NZ0055)。

**作者简介** 刘独臣(1977-),女,四川达县人,副研究员,硕士,从事蔬菜新品种选育和示范推广研究。

**收稿日期** 2015-04-20

×最高级值) × 100

相对防治效果 = (对照病情指数 - 处理病情指数) / 对照病情指数 × 100%

## 2 结果与分析

**2.1 药剂处理对叶芥苗期根肿病的防治效果** 由表 1 可知,在叶芥根肿病药剂防治上,用药物进行苗床消毒,福帅得消毒效果优于科佳。福帅得处理苗床后的植株发病率和病情指数都低于科佳苗床处理。以同时期播种科佳浸种的处理 4(CK<sub>1</sub>)为对照,福帅得和科佳苗床消毒相对防效也分别可达 52.4% 和 36.9%。以同时期播种未进行苗床消毒和药剂浸种的处理 3(CK<sub>2</sub>)为对照,福帅得苗床处理 + 科佳浸种的相对防效为 58.3%,科佳苗床处理 + 科佳浸种的相对防效为 44.8%,单独使用科佳种子消毒的相对防效较弱,只有 12.5%。单独使用药剂防治,无论是苗床消毒还是药剂浸种,虽然都能减轻芥菜根肿病在苗床上的发生率,有一定的防效,但是其发病率和病情指数都与无药剂处理差异不显著。

表 1 药剂处理对叶芥苗期根肿病的防治效果

处理编号	苗床消毒	药剂浸种	平均发病率//%	平均病情指数	苗床消毒相对防效(CK <sub>2</sub> )//%	药剂处理相对防效(CK <sub>1</sub> )//%
3(CK <sub>2</sub> )			60.0 a	60.0 a		
4(CK <sub>1</sub> )		科佳	52.5 a	52.5 a		12.5
5	科佳	科佳	41.7 a	33.1 a	36.9	44.8
6	福帅得	科佳	30.0 a	25.0 a	52.4	58.3

注:同列数据后相同字母表示处理间在 0.05 水平差异不显著。

## 2.2 翻耕与药剂处理结合对叶芥苗期根肿病的防治效果

由表 2 可知,以同期播种免耕的处理 2(CK<sub>3</sub>)为对照,翻耕炕土后苗床植株发病率和发病指数都有所降低。在翻耕的条件下,科佳种子消毒相对防效为 26.3%,科佳苗床处理结合

科佳浸种相对防效为 53.5%,福帅得苗床处理 + 科佳浸种的相对防效为 64.9%,福帅得和科佳结合处理,田间病情指数为 25.0,显著低于对照。在该试验播种期间,眉山遭遇两场暴雨,在 9 月 18 日播种时,田间积水仍然十分严重,翻耕炕土效果并不理想,单独翻耕处理 3 与免耕处理 2 比较,发病率和病情指数差异并不显著,翻耕处理的相对防效也只有 15.8%。

表 2 翻耕与药剂处理结合对叶芥苗期根肿病的防治效果

处理号	耕作方式	苗床消毒	药剂浸种	平均发病率//%	平均病情指数	相对防效//%
2(CK <sub>3</sub> )	免耕			76.7 a	71.3 aA	
3	翻耕			60.0 a	60.0 abA	15.8
4	翻耕		科佳	52.5 a	52.5 abA	26.3
5	翻耕	科佳	科佳	41.7 a	33.1 abA	53.5
6	翻耕	福帅得	科佳	30.0 a	25.0 bA	64.9

注:同列数据后相同大、小写字母分别表示处理间在 0.01、0.05 水平差异不显著。

## 2.3 播期调整、翻耕与药剂处理结合对叶芥苗期根肿病的防治效果

由表 3 可知,以成都地区适宜播种期播种,以处理 1(CK<sub>4</sub>)为对照,播期延迟不同的天数,苗床植株发病率和发病指数也相应降低,其中处理 4、5 的发病率与对照相比差异显著,处理 6、7、8 的发病率达到极显著差异;处理 4、5、6 的发病指数与对照相比差异显著,处理 7、8 的发病指数达到极显著差异。推迟播期 10 d,处理 2 的相对防效为 20.8%;处理 3 翻耕的相对防效为 33.3%;推迟播期 20 d,处理 7 的相对防效可达 88.9%,处理 8 翻耕的相对防效达到 97.2%。由此可见,在不影响叶芥产量的情况下,适当推迟播期,辅以苗床药剂防治,对叶芥根肿病的防治效果十分显著,完全可以达到“防病重在苗床,培育壮苗,农业和化学防治相结合”的综合防治的目的。

表 3 播期调整、翻耕与药剂处理结合对叶芥苗期根肿病的防治效果

处理号	耕作方式	播种时间	苗床消毒	药剂浸种	平均发病率//%	平均病情指数	相对防效//%
1(CK <sub>4</sub> )	免耕	09-08			90.0 aA	90.0 aA	
2	免耕	09-18			76.7 abAB	71.3 abAB	20.8
3	翻耕	09-18			60.0 abcABC	60.0 abcABC	33.3
4	翻耕	09-18		科佳	52.5 bedABC	52.5 bcABCD	41.7
5	翻耕	09-18	科佳	科佳	41.7 bedeABC	33.1 cdBCD	63.2
6	翻耕	09-18	福帅得	科佳	30.0 cdeBC	25.0 cdBCD	72.2
7	免耕	09-28			10.8 deC	10.0 dCD	88.9
8	翻耕	09-28			5.0 eC	2.5 dD	97.2

注:同列数据后不同大、小写字母分别表示处理间在 0.01、0.05 水平差异显著。

## 3 结论与讨论

叶芥苗期受害植株大多感染主根,主根肿大,地上部分中午晴天失水萎蔫,移栽大田后病株生长缓慢,株型矮小,没有经济产量,损失严重。苗期受害越早,病情指数越高,后期损失也越严重,所以苗期综合防治培育壮苗和健康苗是叶芥根肿病防治的关键。这与“在茎瘤芥上,相同条件下茎瘤芥植株受根肿病菌侵染愈早,其发病愈重。不同发病程度的菜苗移栽入本田,其后期发病程度差异显著”<sup>[8]</sup>以及“在大白菜

上,整个生育期均能感染根肿病菌,以苗期感染对产量、产值影响最大,苗期是否带菌是田间发病迟早、轻重的重要因素之一”<sup>[9]</sup>的报道一致。

根肿病发病程度与当年的温度、降雨和土壤 pH 等因素有关,其中温度对根肿病的发生至关重要。不同温度条件影响根肿菌侵染寄主,而且发病的严重程度与温度有显著相关性,当温度低于 12 ℃ 或者高于 25 ℃ 时,不利于根肿病的发生<sup>[10-13]</sup>,在成都地区白露前后是叶芥的适宜播种期,平均气

温比较适宜根肿病的发生,也是成都地区多年易下暴雨或大雨的时期,增加土壤湿度,破坏土壤的透气性,导致发病严重。在该试验中,适当推迟播期,避开高温高湿季节,可以明显提高根肿病的防治效果。这和“在茎瘤芥上,提早或推迟播栽期都能有效控制病害的发生程度,尤以推迟播栽期控害效果更明显”<sup>[4]</sup>的报道一致。在该试验播种期间,眉山遭遇了两场暴雨,翻耕基本没有达到翻耕炕土的目的,但是翻耕后发病率和发病指数都有所下降,可能与根肿菌的休眠孢子囊在土壤中黑暗条件下萌发率较高也有一定关系<sup>[14]</sup>。

根肿病是十字花科蔬菜的主要病害之一,目前国内筛选出一些有效防治该病的化学农药。10% 氰霜唑悬浮剂(科佳)、50% 氟啶胺悬浮剂(福帅得)是日本石原产业株式会社在我国登记的农药产品,其防治对象主要是真菌中的卵菌。在十字花科作物根肿病的防治上,科佳和福帅得的应用都很多<sup>[15-18]</sup>。在该试验中,苗期使用科佳浸种、科佳苗床消毒防效也十分明显,同时未对叶芥幼苗产生不良影响,这与“氰霜唑对作物安全”<sup>[19]</sup>的报道相一致。福帅得杀菌速度快,具有强烈的触杀功能<sup>[20-21]</sup>,该试验采用福帅得对苗床进行消毒,防效最好,对幼苗也无伤害,是防治叶芥根肿病较理想的苗床消毒剂。

#### 参考文献

- [1] DONALD C, PORTER I. Integrated control of clubroot[J]. J Plant Growth Regul, 2009, 28: 289 - 303.
- [2] WALLENHAMMAR A C, ARWIDSSON O. Detection of *Plasmodiophora brassicae* by PCR in naturally infested soils[J]. Eur J Plant Pathol, 2001, 107: 313 - 321.
- [3] 宋元林, 孙庆才, 徐明涛, 等. 新编蔬菜病虫害防治技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 60 - 62.
- [4] 王旭祎, 高明泉, 彭洪江, 等. 榨菜根肿病可控栽培因子控害技术研究

[J]. 西南园艺, 2002, 30(4): 39.

- [5] 冷容, 沈进娟, 董战, 等. 不同药剂和肥料对涪陵茎瘤芥(榨菜)根肿病的控防效果[J]. 中国蔬菜, 2012(19): 31 - 32.
- [6] 高明泉, 彭洪江, 王旭, 等. 涪陵榨菜根肿病的危害与产量损失测定[J]. 植物保护, 2002, 28(6): 31 - 33.
- [7] 孙保亚, 沈向群, 郭海峰, 等. 十字花科植物根肿病及抗病育种研究进展[J]. 中国蔬菜, 2005(4): 34 - 37.
- [8] 王旭祎, 彭洪江, 高明泉, 等. 茎瘤芥(榨菜)根肿病病原初步鉴定及发病影响因素[J]. 西南农业学报, 2002, 15(4): 75 - 78.
- [9] 杨佩文, 尚慧, 董丽英, 等. 大白菜根肿病发病因素分析与防治技术[J]. 西南农业学报, 2009, 22(3): 663 - 666.
- [10] SHARMA K, GOSSEN B D, MCDONALD M R. Effect of temperature on cortical infection by *Plasmodiophora brassicae* and clubroot severity[J]. Phytopathology, 2011, 101(12): 1424 - 1432.
- [11] MCDONALD M R, WESTERVELD S M. Temperature prior to harvest influences the incidence and severity of clubroot on two Asian Brassica vegetables[J]. Hort Science, 2008, 43(5): 1509 - 1513.
- [12] SHARMA K, GOSSEN B D, MCDONALD M R. Effect of temperature on primary infection by *Plasmodiophora brassicae* and initiation of clubroot symptoms[J]. Plant Pathology, 2011, 60(5): 830 - 838.
- [13] 李惠明, 潘月华, 沈明龙. 十字花科根肿病发生规律及测报防治技术[J]. 蔬菜, 1999(9): 15 - 16.
- [14] 肖崇刚, 郭向华, 韩海波, 等. 涪陵榨菜根肿病病菌鉴定及主要特性[J]. 西南农业大学学报, 2002, 24(6): 539 - 541.
- [15] 尚慧, 杨佩文, 董丽英, 等. 大白菜根肿病化学防治技术[J]. 植物保护, 2009, 35(6): 157 - 159.
- [16] 曹春霞, 龙同, 刘翠君, 等. 大白菜根肿病防治药剂筛选盆栽试验[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(12): 3055 - 3056.
- [17] 高熹, 杨涓鑫, 陈春梅, 等. 灌根时间和浓度对氰霜唑防治大白菜根肿病效果的影响[J]. 现代农药, 2013, 12(5): 49 - 53.
- [18] 赵毓潮, 向祖焕, 张植敏. 氰霜唑与氟啶胺配套防治十字花科根肿病试验效果[J]. 湖北植保, 2008(4): 51 - 52.
- [19] 李志念, 王柯. 防治卵菌纲植物病害的新型杀菌剂氰霜唑(cyazofamid)[J]. 农药, 2002, 41(3): 46 - 47.
- [20] 魏英. 50% 福帅得防治结球甘蓝根肿病试验初报[J]. 北京农业, 2013(5): 122 - 123.
- [21] 林海. 福帅得防治大白菜根肿病试验初报[J]. 福建农业科技, 2011(5): 76.

(上接第 76 页)

- [9] 杨景哲, 胡大为, 王芳. 有机氯农药暴露与乳腺癌发生关系[J]. 中国公共卫生, 2012, 28(9): 1153 - 1155.
- [10] 孟庆忠, 王贵春, 李国荣, 等. 草甘膦作为棉花杀雄剂应用研究初报[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(11): 2706 - 2709.
- [11] ALEXANDER M. Biodegradation and bioremediation[M]. San Diego, California: Academic Press, 1999.
- [12] DE SOUZA M L, WACKETT L P, SADOWSKY M J. The atzACB genes encoding atrazine catabolism are located on a self-transmissible plasmid in *Pseudomonas* sp. strain ADP[J]. Appl Environ Microbiol, 1998, 64: 2323 - 2326.
- [13] 代先祝, 蒋建东, 顾立峰, 等. 阿特拉津降解菌 *Arthrobacter* sp. AG1 降解基因研究[J]. 生物工程学报, 2007, 23(5): 789 - 793.
- [14] 李顺鹏, 蒋建东. 农药污染土壤的微生物修复研究进展[J]. 土壤, 2004, 36(6): 577 - 583.
- [15] 王莉, 凌琪, 汤利华, 等. *Methylobacterium* sp. YAL-2 对乙酰甲胺磷的降解特性[J]. 应用与环境生物学报, 2012, 18(3): 438 - 443.
- [16] 韩鹏, 洪青, 何丽娟, 等. 阿特拉津降解菌 ADH-2 的分离、鉴定及其特性研究[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(2): 406 - 410.
- [17] 方玲. 降解有机氯农药的微生物菌株分离筛选及应用效果[J]. 应用生态学报, 2000, 11(2): 249 - 252.
- [18] 刘长风, 刘桂萍, 王鲁萍, 等. 开放体系下霉菌 7 对偶氮染料的吸附降解[J]. 纺织学报, 2012, 33(3): 67 - 73.
- [19] 段晓芹, 郑金伟, 张隽, 等. 3-PBA 降解菌 BA3 的降解特性及基因工程菌构建[J]. 环境科学, 2011, 32(1): 240 - 246.

- [20] 赵萍, 元文静, 王雅, 等. 两株有机磷农药降解菌的分离鉴定及降解特性[J]. 兰州理工大学学报, 2010, 36(3): 86 - 92.
- [21] 王培兰. 高效氯氟氰菊酯降解菌分离鉴定及降解性能研究[D]. 厦门: 集美大学, 2012.
- [22] 解林奇, 刘君, 高森, 等. 多菌灵降解菌系的筛选与组成分析及其对土壤中多菌灵的降解[J]. 中国农业科学, 2012, 45(23): 4826 - 4835.
- [23] 朱喜凯, 于爱丽, 朱永哲, 等. 农业耕地土壤中 114 株农药降解菌的分离与筛选[J]. 山东农业科学, 2012, 44(6): 88 - 92.
- [24] 崔中利, 崔利霞, 黄彦, 等. 农药污染微生物降解研究及应用进展[J]. 南京农业大学学报, 2012, 35(5): 93 - 102.
- [25] LUTHY R G, AIKEN G R, BRUSSEAU M L, et al. Sequestration of hydrophobic organic contaminants by geosorbents[J]. Environmental Science & Technology, 1997, 31: 3341 - 3347.
- [26] 李恋, 王保战, 周维友, 等. *Sphingobium* sp. JZ-1 对菊酯类农药的降解特性研究[J]. 土壤学报, 2011, 48(2): 389 - 396.
- [27] GAO J, ELLIS L B, WACKETT L P. The university of Minnesota biocatalysis/biodegradation database: Improving public access[J]. Nucleic Acids Research, 2010, 38: 488 - 491.
- [28] 孙纪全, 梁斌, 黄星, 等. *Sphingobium* 属细菌土壤中降解异丙隆的特性[J]. 土壤学报, 2011, 48(2): 383 - 388.
- [29] HERKOVITS J, PEREZ COLL C, HERKOVITS F D. Ecotoxicological studies of environmental samples from Buenos Aires area using a standardized amphibian embryo toxicity test (AMPHITOX)[J]. Environmental Pollution, 2002, 116(1): 177 - 183.