

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635 (2008) 06-0357-04

黑龙江省马铃薯晚疫病研究进展与综合防治

王晓丹¹, 李学湛¹, 刘爱群², 郭梅¹, 闵凡祥¹, 胡林双¹, 盛万民³, 于振民⁴

(1. 黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院, 黑龙江 哈尔滨 150086;
3. 黑龙江省农业科学院马铃薯研究所, 黑龙江 克山 161606; 4. 黑龙江省绥化地区植检植保站, 黑龙江 绥化 152054)

摘 要: 马铃薯晚疫病是马铃薯生产的主要病害之一, 每年都有不同程度的发生和流行, 已成为马铃薯产业发展的制约因素。文章重点介绍了黑龙江省在马铃薯晚疫病菌生理小种与 A2 交配型测定、马铃薯晚疫病检测技术研究、抗晚疫病育种及植物源杀菌剂研制等方面的研究进展, 同时介绍了马铃薯晚疫病综合防治的方法, 这些对今后黑龙江省开展马铃薯晚疫病的研究和防治工作具有重要的借鉴作用。

关键词: 黑龙江省; 马铃薯晚疫病; 研究进展; 综合防治

晚疫病是由致病疫霉菌 [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] 引起的一种真菌病害, 该病害是马铃薯的一种毁灭性病害。据国际马铃薯中心统计, 1996 年全球每年因此病造成的直接经济损失达到 170 亿美元^[1]。在我国, 马铃薯生产也一直受到晚疫病的危害, 特别在 50 年代到 60 年代初, 华北、东北和西北曾几次发生晚疫病大流行, 使马铃薯生产损失过半^[2]。黑龙江省每年 7~8 月间正处于马铃薯生长结薯期, 雨量充沛, 气温适宜晚疫病的发生和流行, 因此马铃薯晚疫病作为黑龙江省马

铃薯生产的主要病害之一, 每年都有不同程度的发生和流行, 在一般年份减产 20% 左右, 发生重的年份减产 50% 以上, 甚至绝产, 晚疫病已成为近年来黑龙江省马铃薯产业发展的制约因素^[3]。

1 黑龙江省马铃薯晚疫病研究进展

黑龙江省马铃薯晚疫病研究起步较早, 在马铃薯生理小种与 A2 交配型测定、检测技术与预测预报技术研究、抗病品种选育及植物源杀菌剂研制等方面都开展了很多研究, 取得了一定进展。

1.1 马铃薯晚疫病菌生理小种研究

马铃薯晚疫病菌生理小种的鉴定与划分, 通常根据“基因对基因学说”, 采用一套分别具有 R0、R1、R2、R3、R4、R5、R6、R7、R8、R9、R10、R11 的 12 个标准鉴别寄主进行活体鉴定, 根据晚疫病菌在以上鉴别寄主上的反应来确定生理小种类型^[4]。1981 年黄河等^[5]报道, 1962 年至 1967 年间中

收稿日期: 2008-03-07

基金项目: 黑龙江省科技攻关计划项目 (GB06B108-2, GB06B108-3); 2006、2007、2008 年黑龙江省农业科技创新工程项目; 黑龙江省青年基金项目 (QC05C54, QC06C083)。

作者简介: 王晓丹 (1979-), 女, 硕士研究生, 主要从事马铃薯真菌病害检测及技术研究。

* 通讯作者: E-mail: guoplum@gmail.com

~~~~~

diseases of the potato, Report of the planning conference, 1987. Lima: The international potato Center, 1989: 57-73.

[38] Liu D, Raghothama K G, Hasegawa P M, et al. Osmotin overexpression in potato delays development of disease symptoms [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1994, 91: 1888-1892.

[39] 李汝刚, 伍宁丰, 范云六, 等. 表达 Osmotin 蛋白的转基因马铃薯对晚疫病的抗性分析[J]. 生物工程学报, 1999(15): 135-140.

[40] 张立平, 杨静华, 李天然, 等. 表达葡萄糖氧化酶基因抗晚疫病马铃薯的培育[M]//陈伊里. 面向 21 世纪的中国马铃薯产业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2000.

[41] 甄伟, 陈溪, 梁浩博, 等. 转基因马铃薯中病原诱导 GO 基因的表达及其对晚疫病的抗性[J]. 科学通报, 2000(45): 1071-1075.

[42] 李汝刚, 伍宁丰, 范云六, 等. 马铃薯抗晚疫病研究进展[J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(4): 243-250.

国北部晚疫病菌的生理小种组成, 其中包括黑龙江省的部分地区, 结果表明当时黑龙江省的生理小种类型十分简单, 以小种 0 为主。但随着含有不同抗性基因的抗病品种的推广和病原菌中新致病基因及新生理小种的不断产生, 国内各地区马铃薯晚疫病菌生理小种的组成逐步趋于复杂化。20 世纪 60 年代初, 东北农学院张明厚<sup>[6]</sup>和黑龙江省农业科学院克山农业科学研究所范英<sup>[7]</sup>分别鉴定了马铃薯晚疫病菌生理小种, 结果表明, 当时黑龙江省只有 0 号、1 号、2 号、4 号、1.4 号、1.3.4 号 6 个生理小种, 存在的优势小种为 0 号和 4 号小种, 这两个小种广泛地分布在黑龙江省各市县。2003 年, 金光辉等<sup>[8]</sup>对黑龙江省 17 个区县的马铃薯晚疫病菌生理小种进行鉴定, 黑龙江省晚疫病菌生理小种已发展至 14 个, 新出现的有 10 个, 分别为 3 号、5 号、7 号、9 号、11 号、1.2 号、2.3 号、2.4 号、3.4 号和 1.2.3.4 号, 其中复合性小种类型增加 5 个。0 号和 4 号虽然仍为优势小种, 但在分布上已不如 20 世纪 60 年代初那样广泛。近两年的研究结果显示, 黑龙江省马铃薯晚疫病生理小种组成较快, 马铃薯主产区的生理小种类型较多, 而且很复杂, 而非主产区的生理小种类型较少, 相对简单<sup>[9]</sup>。

### 1.2 晚疫病菌交配型研究

晚疫病菌属于异宗配合卵菌, 其交配型有 A1 和 A2 两种<sup>[10]</sup>, A1 交配型存在历史较久, Niederhauser<sup>[11]</sup>首次在墨西哥中部生产田中的马铃薯叶片上发现了 A2 交配型及大量卵孢子, 1984 年, Hohl 与 Iselin<sup>[12]</sup>报道在瑞士发现了 A2 交配型后, 随后世界各国如加拿大、芬兰、荷兰、波兰、挪威和瑞典等国也陆续报道发现 A2 交配型。目前, A1 和 A2 两种交配型的晚疫病菌遍及南极洲以外的世界各大洲。1995 年, 河北农业大学张志铭等<sup>[13]</sup>首次报道了在中国内蒙古存在 A2 交配型; 1999 年, 赵志坚等<sup>[14]</sup>报道在云南省发现 A2 交配型; 2000 年, 朱杰华等<sup>[15]</sup>报道, 河北、云南、四川等地存在 A2 交配型。黑龙江省晚疫病菌交配型的研究也有相关报道: 1998 年, 李炜等<sup>[16]</sup>从全国部分地区采集晚疫病菌菌株的交配型, 其中黑龙江地区的所有菌株均为 A1 交配型, 未发现 A2 交配型; 2006 年, 金光辉等<sup>[17]</sup>测定黑龙江省 8 个市县的 109 个菌株的晚疫病菌交配型, 结果表明 109 个菌株均为

A1 交配型, 未见 A2 交配型。

### 1.3 马铃薯晚疫病检测技术研究

潜存于马铃薯种薯块茎中的晚疫病菌是来年晚疫病发生的最主要初侵染源<sup>[18]</sup>, 带菌种薯播种后, 病菌便在发芽形成的幼苗上沿其表皮纵向侵染, 进而使地上部表现症状, 并形成中心病株<sup>[19]</sup>, 也可能导致整片地晚疫病的发生与流行, 因此在播种前对种薯进行晚疫病菌检测, 有助于提前预测, 进而防治晚疫病的发生与流行。通常采用传统的目测和形态学方法检测马铃薯晚疫病, 这一方法已应用几十年, 但应用该方法检测晚疫病, 需进行致病力鉴定, 步骤繁杂; 病样前期培养时间长, 甚至超出样品保留允许的期限; 很难检测到潜伏期的病原菌。随着分子生物学技术的广泛应用与发展, 分子检测技术研究正在成为马铃薯晚疫病检测技术研究的热点, 该方法因其具有快速、准确、检测所需样品量较少、病原菌的总 DNA 放置半年后仍可用于检测等特点。

我国徐安传等<sup>[20]</sup>利用引物“08-3”和“08-4”可直接检测出马铃薯种薯中潜伏的晚疫病菌, 这为种薯传播晚疫病菌的分子检测提供了依据和方法。

### 1.4 抗晚疫病植物源杀菌剂研究

马铃薯晚疫病的防治目前多采用培育抗病品种和化学防治方法予以控制, 施用农药是马铃薯晚疫病的主要防治措施, 并在生产上取得了明显效果, 但长期用药, 不仅对环境造成了巨大伤害, 而且使病原菌产生了一定的抗药性, 植物源杀菌剂的研究和应用便随之产生。植物源杀菌剂是指直接利用生物活体或生物代谢过程中产生的具有生物活性的物质或从生物体提取的物质作为防治病虫草害的杀菌剂。植物源杀菌剂具有低毒、低残留、与环境相容性好、无污染、无公害、对病虫具有较好的活性、不伤及天敌、不易产生抗性等优点。

国内外众多研究者在抗菌与杀菌植物资源方面已开展了多年的研究与开发。Wilkins 等<sup>[21]</sup>曾报道, 有 1 389 种植物有可能作为杀菌剂, 植物中的抗毒素、类黄酮、罹病相关的蛋白质、有机酸和酚类化合物等均有杀菌或抗菌活性。从毛蒿植物中分离出的毛蒿素, 从南欧丹参中分离出的硬尾醇, 存在于苜蓿根部的苜蓿酸以及海红豆中的紫檀素等均表现出很强的抗真菌活性。

此外, Tahara 等<sup>[22]</sup>发现, 蒲公英中的一种倍半

拈具有抗菌活性, Chandralal 等<sup>[23]</sup>从 *Eupatorium riparicum* 中分离出具有抗菌活性的色烯。我国冯俊涛等<sup>[24]</sup>对 56 种植物进行抑菌活性筛选, 结果表明, 莴苣、苍耳、苦豆子、苦参等多种植物具有较强的抑菌作用。另外, 还发现许多植物具有较强的抑菌活性, 如茶子、花椒、某些红树以及蕨类植物等。黑龙江省由于具有丰富的植物和中药资源, 研究植物源杀菌剂具有得天独厚的优势。2007 年, 黑龙江省农科院阎凡祥等<sup>[25]</sup>利用生物测定方法, 研究了苦参等 4 种中草药提取物对马铃薯晚疫病菌的抑制作用, 比较水浸法和乙醇萃取法对中草药的提取效果, 初步筛选出对马铃薯晚疫病菌有抑制作用的 4 种中草药。

### 1.5 马铃薯抗晚疫病育种研究

研究和培育抗病品种是防治马铃薯晚疫病最经济有效的方法之一, 也是国内外历史上使用比较成功的一种措施。长期以来, 由于黑龙江省具有气候冷凉、马铃薯生育后期雨水较多的特点, 极易遭受晚疫病的危害, 因此选育抗晚疫病品种始终是黑龙江育种工作者的育种目标之一。

在广泛引种鉴定的基础上, 黑龙江省相继推广了一批可以直接应用于生产的抗晚疫病品种, 但这些品种还存在着产量不高、块茎小、品质差等缺点。20 世纪 50 年代后, 开始开展杂交育种, 选育适应黑龙江省地区栽培的抗晚疫病高产新品种, 先后育成了“克新”与“东农”等一系列抗晚疫病品种。黑龙江省现已育成马铃薯品种 43 个, 其中抗晚疫病品种 12 个。其中, “东农 303”和“东农 304”由东北农业大学育成, “东农 303”品种的块茎较抗晚疫病, “东农 304”品种的植株较抗晚疫病; “克新 12 号”、“克新 13 号”、“克新 18 号”等品种在选育的过程中, 也将抗晚疫病作为重要的育种目标之一, 这些品种的植株或块茎都有很好的抗晚疫病性状; 另外, “北薯 1 号”是 1981 年由黑龙江省北安农业学校育成的品种, 田间抗晚疫病。

抗病性分为垂直抗性和水平抗性。垂直抗性由显性基因单基因或少数基因控制, 具有小种专化性, 表现为高度抗性; 水平抗性是指寄主植株能够限制晚疫病的所有真菌株系的发生发展, 这种抗性通常被认为是由多基因控制、可持久保持的抗性<sup>[26]</sup>。生产上, 随着晚疫病菌新生理小种的发现与传播, 加之 A2 交配型在世界范围内的广泛传播,

使具有垂直抗性的品种相继丧失了抗病性, 这一结果使水平抗病品种的选育成为重要的育种目标。

随着生物技术的推广和应用, 广大马铃薯育种工作者开始应用多种育种技术, 加强常规育种与现代生物技术的结合, 建立了高效育种技术平台, 正逐步加速我省乃至全国的马铃薯抗晚疫病育种进程。

## 2 马铃薯晚疫病综合防治研究

晚疫病防治属于一项综合系统工程, 片面地强调品种的抗性或者单纯地运用药剂防治均是不足取的。因此, 晚疫病的防治要从多方面加以研究<sup>[27]</sup>。

### 2.1 选用抗病品种

马铃薯不同品种对晚疫病的抗病能力有很大差别, 选用抗病品种是目前防治晚疫病最有效、最经济、最简便的方法之一。黑龙江省广泛种植的马铃薯品种中, 块茎表现抗晚疫病的有“东农 303”、“黄麻子”、“克新 18”和“尤金”等品种, 植株表现抗晚疫病的品种有“克新 12 号”、“克新 13 号”、“克新 16 号”、“克新 18 号”和“黄麻子”等。

### 2.2 播种前严格淘汰带病种薯

为减少晚疫病菌初侵染来源, 要求播种前严格淘汰带病种薯。切种时, 用 3% 高锰酸钾或 75% 酒精严格消毒切刀, 这样可大大减少晚疫病菌的传染。切好的芽块进行药剂浸种, 可以杀死种薯内部病菌, 一定程度上降低发病病情指数和推迟晚疫病的发生, 生产上通常选用 25% 甲霜灵或者适乐时等药剂拌种。

### 2.3 加强栽培管理

秋翻整地, 深翻 18~22 cm, 整平耙细; 科学施肥, 增施腐熟的农家肥、磷钾肥, 少施氮肥; 采用大垄栽培, 垄距 90 cm, 株距 18 cm 或 24 cm; 早熟品种经催芽可适时早播; 加强田间管理, 要进行 3 次的中耕培土, 这样能够保水保墒提高地温, 促进其多层结薯, 提高产量, 也可以防止马铃薯块茎露出地面, 防止植株上的病菌落到地面上侵染块茎; 深松、灭草, 在收获前 1~2 周割除地上部茎叶或用灭生性除草剂杀灭秧苗, 并将植株运出田外。

### 2.4 加强药剂防治

当田间出现中心病株时, 立即清除中心病株, 防治晚疫病药剂有 25% 的瑞毒霉(甲霉灵) 可湿性



粉剂 500 倍液、58%瑞毒霉锰锌 500~600 倍液、80%大生可湿性粉剂 400~600 倍液、75%的百菌清克露可湿粉剂 600~800 倍液。

在病害发生前或发生初期施第一次药, 以后每隔 7~10 d 喷 1 次药。发病前可用保护剂, 发病后应用内吸治疗剂或内吸治疗剂与保护剂的复配制剂, 为减少抗药性的产生, 最好多种药剂交替使用。晚疫病对瑞毒霉已产生抗性的地区, 可改用 58%瑞毒霉锰锌。由于甲霜灵锰锌成本较低, 并含有锰和锌等多种酶的活化剂, 锌同时又是多种酶的组成成分, 该药剂可在防治晚疫病的同时兼提高植物抗性。

## 2.5 加快建立晚疫病预警系统

要积极加快晚疫病预警系统的建立, 适度集中主栽品种, 建立以省为单位或以生态区为先的晚疫病预警系统, 加强马铃薯晚疫病田间监控, 掌握病情发生、发展动态并发布预报, 做到早防早治, 流行年份开展统防统治。

## [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 宋伯符, 谢开云. CIP 的全球晚疫病防治倡议与我国的参与[J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(1): 51-55.
- [ 2 ] 唐洪明. 马铃薯育种——马铃薯抗晚疫病育种[J]. 马铃薯杂志, 1987(1): 55-60.
- [ 3 ] 陈玉萍. 黑龙江省马铃薯晚疫病的发生及防治[J]. 作物杂志, 2005(1): 29.
- [ 4 ] 朱杰华, 杨志辉, 张凤国, 等. 马铃薯晚疫病菌群体遗传结构研究进展[J]. 中国农业科学, 2007, 40(9): 1936-1942.
- [ 5 ] 黄河, 程汉清, 徐天宇. 我国北部马铃薯晚疫病菌生理小种的发生和变化[J]. 植物病理学报, 1981, 11(1): 45-49.
- [ 6 ] 张明厚. 马铃薯晚疫病菌生理分化现象的研究概况[J]. 东北农学院学报, 1964(1): 33-41.
- [ 7 ] 范英. 马铃薯晚疫病菌生理小种鉴定及品种抗病性鉴定的研究[J]. 马铃薯科学, 1984(3): 1-13.
- [ 8 ] 金光辉, 文景芝, 董传民, 等. 黑龙江省马铃薯晚疫病生理小种的类型与分布状况研究[J]. 中国马铃薯, 2003(4): 213-215.
- [ 9 ] 金光辉, 袁善奎, 吕文河, 等. 黑龙江省马铃薯晚疫病生理小种的类型及交配型研究[J]. 东北农业大学学报, 2006, 37(5): 75-78.
- [ 10 ] Smoot J J, Gough F J, Lamey H A, et al. Production and germination of oospores of *phytophthora infestans* [J]. Phytopathology, 1958, 48: 165-171.
- [ 11 ] Neiderhauser J S. The blight, the blighter, and the blighted[J]. Trans NY Acad Sci, Ser II, 1956, 19: 55-63.
- [ 12 ] Hohl H R, Iselin K. Strains of *phytophthora infestans* with A2 mating type behaviour[J]. Transaction of the British Mycological Society, 1984(83): 529-530.
- [ 13 ] 张志铭, 李玉琴, 田世民. 中国发现马铃薯晚疫病菌 (*Phytophthora infestans*) A2 交配型[J]. 河北农业大学学报, 1996, 16(4): 63-65.
- [ 14 ] 赵志坚, 何云昆, 李成云, 等. 云南省发现马铃薯晚疫病菌 (*Phytophthora infestans*) A2 交配型[J]. 西南农业学报, 1999, 12(3): 1-3.
- [ 15 ] 朱杰华, 张志铭, 李玉琴. 马铃薯晚疫病菌 (*Phytophthora infestans*) A2 交配型的分布[J]. 植物病理学报, 2000, 30(4): 375.
- [ 16 ] 李炜, 张志铭, 樊慕贞. 马铃薯晚疫病菌对瑞毒霉抗性的测定[J]. 河北农业大学学报, 1998(2): 53-60.
- [ 17 ] 金光辉, 白雅梅, 孙秀梅, 等. 黑龙江省马铃薯晚疫病菌 A2 交配型的测定[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(4): 212-214.
- [ 18 ] Zwankhuizen M J, Govers F, Zadoks J C. Development of potato late blight epidemics: disease foci, diseases gradients, and infection sources[J]. Phytopathology, 1998, 88: 754-763.
- [ 19 ] Andrivon D. Biology ecology and epidemiology of the potato late blight pathogen *phytophthora infestans* in soil[J]. Phytopathology, 1995, 85: 1053-1056.
- [ 20 ] 徐安传, 罗文富, 杨艳丽, 等. 马铃薯晚疫病种薯带菌的分子检测[J]. 中国马铃薯, 2004(2): 73-77.
- [ 21 ] 吴铁青. 使用天然抗菌化合物保护作物[J]. 农药译丛, 1996, 18(3): 9-12.
- [ 22 ] Tahara S, Hanawa F, Harada Y, et al. A fungi toxin inducibly produced by Dandelion leaves treated with Cupric Chloride[J]. Agric Biol Chem, 1988, 52(1): 2947-2948.
- [ 23 ] Chandralal M H, Veranja Karunaratne, Ratuayake B M, et al. An antifungal chromene from *Eupatorium riparium*[J]. Phytochemistry, 1992, 31(6): 1983-1985.
- [ 24 ] 冯俊涛, 石勇强, 张兴, 等. 56 种植物抑菌活性筛选试验[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2001, 29(2): 65-68.
- [ 25 ] 闵凡祥, 郭梅, 王晓丹, 等. 四种植物提取物对马铃薯晚疫病菌的抑制作用[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(6): 337-340.
- [ 26 ] 孙慧生. 马铃薯育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 162.
- [ 27 ] 金光辉, 文景芝, 丁广洲. 我国马铃薯晚疫病的研究现状和建议[J]. 黑龙江农业科学, 2002(6): 28-31.