

综述

# 我国马铃薯晚疫病的研究现状和建议\*

金光辉<sup>1</sup>,文景芝<sup>2</sup>,丁广洲<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省农科院马铃薯所,克山 161606;2. 东北农业大学农学院,哈尔滨 150030;3. 黑龙江科技报,哈尔滨 150001)

**摘要:**通过对我国马铃薯晚疫病的研究历史、现状的详细论述,认为晚疫病的防治属于综合的系统工程,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;当前我国马铃薯晚疫病的防治重点是食品加工型马铃薯品种的晚疫病防治,今后我国的马铃薯抗晚疫病育种应重点转向培育出高抗晚疫病的早熟和食品加工型品种;加强晚疫病的生物技术防治,开发无污染的生物性药剂,是今后晚疫病药剂防治的发展方向。

**关键词:** 中国; 马铃薯; 晚疫病

**中图分类号:** S 435.32   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1002-2767(2002)06-0028-04

## Suggest and Historical and Current Studies of Potato Late Blight in China

JIN Guang-hui<sup>1</sup>, WEN Jing-zhi<sup>2</sup>, DING Guang-zhou<sup>3</sup>

(Potato Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Keshan 161606)

**Abstract:** Through the analysis of historical and current studies of potato late blight in China, prevention of late blight is an integrated systematic engineering. Neither varieties resistance nor fungicides is emphasized individually. Now the importance on prevention and control late blight is fresh processing varieties. In the future potato disease resistance breeding should transferred early and fresh processing varieties of high resistance to late blight. Adopting biological technical prevention of late blight and developing biological fungicides are the goal of late blight prevention in the future.

**Key words:** china; potato late blight; history

### 1 前言

马铃薯是世界第四大粮食作物,仅次于水稻、小麦和玉米<sup>[1]</sup>。但是由致病疫霉菌 *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary 引起的马铃薯晚疫病已成为马铃薯生产中最严重的真菌性病害。1996年,据 CIP 估计,1996 年全球每年因此病造成的直接经济损失达到 170 亿美元<sup>[2]</sup>。晚疫病造成的危害性、防治难度及对社会影响已超过了水稻稻瘟病和小麦锈病被视为国际第一大作物病害<sup>[3]</sup>。1996 年国际马铃薯中心组织召集成立了 GILB,即“全球马铃薯晚疫病

防治倡议组织”。同时,国际马铃薯中心也将马铃薯晚疫病的研究列为优先研究项目<sup>[4]</sup>。近些年来,随着马铃薯食品和淀粉加工业在我国的兴起和发展,我国马铃薯的种植面积不断扩大。目前,中国已成为世界上马铃薯生产第一大国,其产量和面积均占世界第一位<sup>[5]</sup>。但我国每年也因感晚疫病造成约 80 亿元人民币的经济损失<sup>[6]</sup>。马铃薯晚疫病已经成为限制我国马铃薯生产和实现产业化的第一大障碍。

### 2 我国马铃薯晚疫病的研究历史

我国于 1940 年在四川重庆以东地区发现晚疫

\* 收稿日期: 2002-06-27

基金项目: 国家 863 项目(2001AA241134)。

第一作者简介: 金光辉(1973-),男,黑龙江省青冈县人,助研,现主要从事马铃薯育种及晚疫病的防治研究。

病,造成减产高达 80%<sup>[7]</sup>。晚疫病大流行则起始于 1950 年,当时山西、察哈尔、绥远等地损失过半,其后晚疫病不断流行蔓延,给生产造成了很大的经济损失。为此,1952 年我国政府部门专门召开座谈会,讨论制定中国马铃薯晚疫病防治策略规划<sup>[8]</sup>。其后,我国著名科学家林传光及其助手黄河等人,开始了我国马铃薯晚疫病的系统性研究。

50 年代主要进行的是晚疫病发生规律和一般防治技术的研究,在当时取得了很大成效<sup>[9,10]</sup>。60~70 年代重点为生理小种方面的研究<sup>[11,12,13]</sup>,同时开展了抗病育种工作。这期间引进或育成推广的抗晚疫病品种如米拉、虎头、跃进、晋薯 2 号、克新 2 号、克新 3 号等在生产中得到广泛应用,有效地减轻了晚疫病的危害<sup>[14]</sup>。进入 80 年代,由于生理小种的变异,原有主栽品种的抗性逐渐丧失,晚疫病再度流行,药剂防治又成为晚疫病的研究重点,许多省区都开展了药剂防治试验,其中瑞毒霉(Ridomil)及其锰锌的复配剂防效最佳,在生产中得到广泛应用<sup>[15,16,17]</sup>。90 年代后,由于 A2 交配型在我国各省区的陆续发现<sup>[18,19]</sup>,更增加了抗病育种的难度,有许多推广品种在生产中应用几年,甚至推广当年便失去抗性;同时生产中广泛使用的瑞毒霉系列药剂也出现了不同程度的晚疫病菌株的抗药性<sup>[20,21]</sup>。因此,90 年代我国马铃薯晚疫病的防治工作面临着严峻的考验。与此同时,国际上也面临着同样的难题。因此,全球性的马铃薯晚疫病防治的协作研究显得尤为重要。于是,90 年代我国的马铃薯晚疫病的研究工作也逐渐由国内自主研究转向国际合作研究的方向上来<sup>[22]</sup>。

### 3 我国马铃薯晚疫病的研究现状

#### 3.1 抗病育种

3.1.1 马铃薯晚疫病抗病机制的研究与应用 目前一般认为马铃薯对晚疫病有两种抗性,即垂直抗性和水平抗性。垂直抗性由显性 R 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;水平抗性是由微效多基因控制,具有非小种专化性,表现为对任何生理小种均有抗性,但抗性不及垂直抗性明显<sup>[23]</sup>。我国马铃薯晚疫病抗病育种所利用的抗病种质资源多数为国外引入材料,其抗性主要是垂直抗性。由于晚疫病生理小种的种类多,变异迅速。因此,极易使育成品种在短期内失去抗性。据报道,目前生产中所有品种的抗性都在逐渐丧失<sup>[24]</sup>。而 1996 年 A2 交配型在我国各省区的陆续发现,对我国马铃薯晚疫病的抗病育种又提出了新的挑战。当 A1 和 A2 交配型同时存在时,二者可通过异宗配

合进行有性生殖,这不仅加速了生理小种的变异,而且极易产生致病力更强的适应性更广的种群<sup>[25]</sup>。通过与国际马铃薯中心的合作,我国引入了一批没有 R 基因的,具有水平抗性的称为群体 B 的无性系<sup>[26]</sup>,在云南省、四川省等地进行综合评价,以期选育出具有水平抗性的高产品种。目前已经筛选出了一批具有水平抗性的、综合性状较优良的无性系<sup>[27]</sup>。

3.1.2 抗病育种方法的研究应用 常规的杂交育种方法仍然是当前我国马铃薯育种的主要育种方法,但已由单纯的品种间杂交转向为种间杂交,重点将野生种的抗病基因转移到栽培种中。但由于野生种与栽培种间存在着严重的有性生殖障碍,杂交非常困难,甚至不能杂交成功<sup>[28]</sup>。因此,近些年来我国又相继开展了生物技术育种,主要有以下几方面的研究内容:1)表达 HarpinEa 蛋白基因的转基因马铃薯植株对晚疫病的抗性<sup>[29]</sup>;2)评价胞外分泌 Osmotin 蛋白的转基因马铃薯植株对晚疫病的抗性<sup>[30]</sup>;3)葡萄糖氧化酶(Go)基因在转基因马铃薯中的表达<sup>[31]</sup>;4)将具有能激活植物自身防御系统的无毒基因转入马铃薯中,筛选出抗晚疫病植株<sup>[32]</sup>。生物技术育种能够弥补常规育种存在的缺陷和不足,对于创造新的抗性亲本材料,拓宽种质资源,具有很重要的意义。生物技术与常规育种技术相结合是未来马铃薯抗病育种的发展方向。

#### 3.2 药剂防治

3.2.1 化学药剂防治 化学药剂防治仍是当前防治马铃薯晚疫病的主要手段。目前化学药剂防治晚疫病的方法主要有种薯处理,根施颗粒剂和生长期喷药等三种。生产上常用的使用方式为生长期喷药防病,为防止晚疫病菌产生抗药性,目前多采用不同杀菌成分药剂交替使用的手段来控制病害的发生和流行。但由于受天气因素的限制,对于极易感病的品种如“鲁引 1 号”等,单纯的药剂防治是很难奏效的。只有与其它措施相结合才能取得较好的防治效果,如生育后期的杀秧、适期割秧、拔秧等措施。

3.2.2 生物防治的研究 随着我国绿色食品产业的兴起和发展,对生物性药剂的市场需求日益强烈。因此,我国也相继开展了晚疫病的生物技术防治研究。中国农科院生物防治所杨怀文等报道嗜线虫致病杆菌发酵液对马铃薯晚疫病菌有一定的抑制作用<sup>[33]</sup>。河北农业大学进行了大蒜等几种植物提取物和天然产物对马铃薯晚疫病菌的抑制作用的研究<sup>[34]</sup>。王树桐做了中草药等植物材料的提取物对菌丝生长的抑制作用的报道<sup>[35]</sup>。

### 3.3 预测预报及预警系统的研究应用

晚疫病发生与流行需要具备适宜的气候条件,其中主导因素是温度和湿度。基于流行前期对当地温湿度的观察而进行的短期的预报预测,可以确定首次喷药的时间,不仅可以减少盲目喷药和喷药不及时等问题的发生,而且具有很好的防治效果。因此,一些发达国家都已建立了先进的晚疫病预测预报系统。目前我国部分地区如河北围场县等已基本能够进行短期的预测预报,重庆市则引入了比利时的马铃薯晚疫病预警系统,并应用于生产实践,已取得了初步成效<sup>[36]</sup>。但总体上看,我国的晚疫病预测预报的研究工作相对滞后,远不及发达国家的研究水平。

### 3.4 初侵染源和生理小种等其它方面的研究现状

目前认为,马铃薯晚疫病的主要初侵染源为感病的块茎(包括种薯和废弃的病薯)。但也不排除植株病残体、卵孢子及其它如番茄等寄主成为初侵染源的可能性,这些都有待于进行试验去证实<sup>[37,38]</sup>。我国马铃薯晚疫病生理小种的研究工作起始于60年代<sup>[39]</sup>,到目前为止已鉴定出我国北方的生理小种有00,0,1,2,3,4,1.2,1.3,1.4,2.4,1.3.4,1.2.3.4等12个类型<sup>[13,40,41]</sup>;南方只有湖北恩施地区有过报道,主要有1,3,1.3和4等4个生理小种<sup>[42]</sup>。此外,我国科研工作者还开展了晚疫病生理小种异质性的研究及晚疫病菌寄生适合度测定方法的试验<sup>[43,44]</sup>。

## 4 存在的问题和建议

4.1 晚疫病的防治属于综合的系统工程,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,根据品种的熟期和抗病性的不同;种植地区的生理小种类型;当地的气候条件;所种植品种的用途来确定不同的防治方法。此外,晚疫病的预测预报研究也应急待加强。我国幅员辽阔,气候多种多样,各地区晚疫病的发生和流行程度各异。随着计算机及网络等信息技术在中国的普及,应该结合我国各地区的具体情况,研究出适于本地区的预警系统。

4.2 食品加工型马铃薯品种的晚疫病防治工作是今后我国晚疫病防治的重点,同时也是难点。近些年来,随着食品加工业的迅速兴起和发展,对炸片炸条类马铃薯品种的市场需求日益增长。由于我国食品加工类品种育种工作的相对滞后,目前尚未育出具有我国自主知识产权的、且能够被使用单位认可的品种,生产上只能从国外引入成型的品种,但这些品种均为感病品种。这不仅加大了晚疫病的防治难

度,同时也为晚疫病的发生和大流行带来了严重隐患。

4.3 应当大力加强抗晚疫病育种的研究。到目前为止,我国尚未培育出抗晚疫病的早熟品种,生产中所推广的抗病品种均为中晚熟或晚熟品种。此外,由于我国缺少培育食品加工型品种的亲本材料,目前所用亲本多为国外引入材料,而这些亲本材料也均为感病材料,因此短期内很难育出高抗晚疫病的食品加工型品种来。所以今后我国的马铃薯抗晚疫病育种应重点转向培育出高抗晚疫病的早熟和食品加工型品种上来。

4.4 由于晚疫抗病育种的难度大,短时期内药剂防治仍然为防治晚疫病的首选方式。在继续用好现有的防治晚疫病的杀菌剂同时,应大力开发新型高效低残留的杀菌剂,以及生物源杀菌剂。

### 参考文献:

- [1] 金黎平,屈东玉,纪颖彪,等.马铃薯加工型品种的选育技术[A].陈伊里.中国马铃薯研究进展[C].哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1999.1-6.
- [2] 王军,宋伯符.晚疫病研究的最新进展和策略[A].陈伊里.中国马铃薯学术研讨文集[C].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1996.210-215.
- [3] 杨艳丽,罗文富,E.Chujoy,等.马铃薯无性系对晚疫病的抗病配合力分析[J].山东农业大学学报(自然科学版),2001,32(2):147-157.
- [4] 何卫,张志铭.世界马铃薯晚疫病大会简介[J].马铃薯杂志,1999,13(3):182-183.
- [5] 孙慧生,王培伦,杨元军,等.提高种薯质量,发展马铃薯生产[A].陈伊里.马铃薯产业与西部开发[C].哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2001.111-115.
- [6] 宋伯符,王军,张志铭,等.我国马铃薯晚疫病的研究进展和建议[J].马铃薯杂志,1996,(3):138-141.
- [7] 朱杰华,张志铭,杨志辉,等.马铃薯晚疫病菌(Phytophthora infestans) A2交配型的研究进展[J].河北农业大学学报,1999,22(4):95-7.
- [8] 宋伯符,王克通.中国晚疫病发生和研究工作的历史和现状[A].王军,宋伯符中国马铃薯晚疫病防治研讨文集[C].北京:中国农业科技出版社,1993.1-3.
- [9] 林传光.马铃薯晚疫病的田间动态观察及防治试验[J].植物病理学报,1955,1(1):31-43.
- [10] 林传光.马铃薯晚疫病中心病株形成的观察[J].植物病理学报,1957,3(1):19-28.
- [11] 张明厚.马铃薯晚疫病病菌生理分化观察的研究概况[J].东北农学院学报,1964,(1):33-41.
- [12] 张明厚.马铃薯品种各生育期对于晚疫病病菌生理小种抵抗性的比较[J].植物病理学报,1965,8(1):17-22.
- [13] 黄河.我国北部马铃薯晚疫病病菌生理小种的发生和变化[J].植物病理学报,1981,11(1):45-49.
- [14] 黑龙江省农科院马铃薯研究所.中国马铃薯栽培学[M].北

- 京:农业出版社,1994.
- [15] 林长春. 防治马铃薯晚疫病的药剂筛选试验[J]. 马铃薯杂志, 1988,2(1):33.
- [16] 灵提多,张振武. 马铃薯晚疫病药剂田间试验[J]. 马铃薯杂志, 1990,4(2):100-104.
- [17] 刘介民,谢丛华,黄元勋,等. 瑞毒霉(Ridomil)防治马铃薯晚疫病试验示范[A]. 王军,宋佰符. 中国马铃薯晚疫病研讨会文集[C]. 北京:中国农业科技出版社,1993.
- [18] Zhang ZH M, Li Y Q, et al. The occurrence of potato Late Blight pathogen (*Phytophthora infestans*) A2 mating type in China[J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 1996,19(4):62-65.
- [19] 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.
- [20] Zhang ZH M. Research on Biology of *Phytophthora infestans* [J]. CIP-CHINA 1999 MEETING, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 1999,19(4):90-93.
- [21] 袁明山. 浅谈马铃薯晚疫病化学药剂防治的抗药性[J]. 马铃薯杂志,1999,13(4):249-250.
- [22] 宋佰符,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.
- [23] Landeo J A. Late blight breeding strategy at CIP[C]. In Fungal diseases of the potato, Report of the planning conference, 1987. The International potato Center, Lima, Peru, 1989,57-73.
- [24] 何卫,王军, E. Chujoy, 等. 我国马铃薯晚疫病研究概况[A]. 陈伊里. 中国马铃薯研究进展[C]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1999. 261-265.
- [25] CIP. Late Blight: A global initiative. Convenor: International potato Center. 1996,21.
- [26] Juan Landeo A. 缺乏主基因的马铃薯晚疫病水平抗性的培育[A]. 王军,宋佰符. 中国马铃薯晚疫病防治研讨会文集[C]. 北京:中国农业科技出版社,1993.
- [27] 何卫,杨艳丽,王军,等. 马铃薯晚疫病水平抗性新群体材料研究[A]. 陈伊里. 马铃薯产业与西部开发[C]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2001. 198-201.
- [28] 李先平,何云昆,赵志坚,等. 马铃薯抗晚疫病育种研究进展[J]. 中国马铃薯,2001,15(5):290-295.
- [29] 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.
- [30] 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(20):135-139.
- [31] 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[A]. 陈伊里. 面向 21 世纪的中国马铃薯产业[C]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2000. 108-117.
- [32] Yang Xi-cai, Liu Guo-sheng, et al. Study on resistance of potato with transferred avirulent genes to *Phytophthora infestans*[J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2001,24(2):69-70.
- [33] 杨怀文,张志铭,杨秀芬,等. 嗜线虫致病杆菌代谢物对马铃薯晚疫病的抑制作用[J]. 中国生物防治,2000,16(3):111-113.
- [34] Cao Ke-qiang, Ariena H Van Bruggen. Inhibitory efficacy of several plant extracts and plant products on *Phytophthora infestans*[J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2001,24(2):91-96.
- [35] Wang Shu-tong, Wang Xiao yan, et al. Screening of Chinese herbs for the fungitoxicity against *Phytophthora infestans*[J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2001,24(2):101-107.
- [36] 谢开云,车兴壁. 比利时马铃薯晚疫病预警系统及其在我国的应用[J]. 中国马铃薯,2001,15(2):67-71.
- [37] 张志铭. 中国马铃薯晚疫病的研究进展与综合防治[A]. 陈伊里. 马铃薯产业与西部开发[C]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2001. 198-201.
- [38] 李克来. 马铃薯晚疫病及抗晚疫病育种进展[J]. 马铃薯科学, 1983,(3):41-48.
- [39] 唐洪明. 马铃薯抗晚疫病育种[J]. 马铃薯杂志,1987,1(1):55-60.
- [40] 范英. 马铃薯晚疫病菌生理小种鉴定和品种抗病性鉴定的研究[J]. 马铃薯科学,1984,(3):1-12.
- [41] 李克来. 呼和浩特晚疫病菌生理小种组成及块茎生理小种毒性与感病关系[J]. 内蒙古大学学报(自然),1988,19(1):178.
- [42] 刘晓鹏,谢从华,宋佰符,等. 湖北恩施地区马铃薯晚疫病菌生理小种的组成及分布[J]. 马铃薯杂志,1995,9(2):81-83.
- [43] 袁军海,姚裕琪. 马铃薯晚疫病菌生理小种的异质性研究[J]. 中国马铃薯,2001,15(4):200-203.
- [44] 袁军海,赵美琦,姚裕琪. 马铃薯晚疫病菌寄生适合度测定方法的研究 I 田间试验[J]. 中国马铃薯,2001,(1):9-13.

(上接第 8 页)

### 3 结论

微区试验结果表明,增施有机肥料可提高土壤有机态氮组分含量,并可提高次年水稻产量和吸氮量。沸石可缓解速效氮肥的释放速度,减少化肥氮损失,为来年水稻生长提供氮肥。

#### 参考文献:

- [1] 朱兆良. 我国土壤供氮和化肥氮去向研究的进展[J]. 土壤,

1985,(1):2-9.

- [2] Bremner, J. M. Organic forms of nitrogen. In methods of soil Analysis C. A [J]. Black (ed) Agronomy. Am. Soc. Of Agron, Madison. Was. 1965,(9):1148-1178.
- [3] Bremner, J. M. Nitrogen Compounds. In soil biochemistry A. D. McLaren and G. H [J]. Petersen (ed) Marced Dekker, Inc, New York, 1967,312.