

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2007)06-0360-03

我国马铃薯晚疫病群体结构研究进展

雷 崇 艺

(云南省昭通农业学校, 云南 昭通 657000)

摘 要: 综述了马铃薯晚疫病生理小种、抗甲霜灵菌株、 A_2 交配型等方面的研究情况, 对其产生原因及危害进行了分析总结, 并针对抗病育种、化学药剂的研制和使用以及种薯选用等方面从理论上提出了相应的防治对策。

关键词: 马铃薯; 晚疫病菌; 群体结构; 防治

20 世纪 80 年代以后, 世界各地马铃薯晚疫病再次严重流行。国内外许多专家学者通过研究发现晚疫病再次流行的一个主要原因是晚疫病菌种群结构发生了巨大变化。新的生理小种越来越多, 抗甲霜灵菌株、 A_2 交配型和自育菌株也相继出现。这给马铃薯晚疫病的防治带来更大的困难。现将我国目前的马铃薯晚疫病病原菌群体结构组成情况进行了综述并提出了相应的对策措施。

1 群体结构组成研究进展

1.1 生理小种组成研究

当前生产上所应用的垂直抗病品种其抗病能力丧失越来越快, 生产应用年限逐渐缩短, 这引起了众多学者的高度关注。研究表明其原因是晚疫病菌变异性和对抗病基因的适应性愈来愈强, 新的生理小种越来越多, 晚疫病群体结构日益复杂。在 20 世纪 60 年代我国华北和西北地区晚疫病菌生理小种共有 00, 0, 1, 4, 1.4, 2.4 和 1.3.4 七种, 以 4 号小种为主, 在所收集的 193 个菌株中占 63%^[1]。李克来^[2] 从 1969~1985 年测定呼和浩特郊区晚疫病受抑制的年份, 鉴定出的生理小种中以 1, 4, 1.4 占优势。姚裕琪等^[3] 于 1995 年对内蒙古的马铃薯晚疫病生理小种进行测定结果为, 呼盟扎兰屯市存在 1, 3, 1.3, 2.3 四种晚疫病生理小种。在呼市地区存在 1, 3, 4, 1.3, 3.4 五种生理小种。1995 年报道了湖北恩施地区马铃薯晚疫病菌生理小种由

1, 3, 1.3, 4 组成, 以 3 和 1.3 号为主^[1]。Ryu 等^[4] 报道, 云南省马铃薯晚疫病生理小种有 3.4, 0, 3, 4 共 4 种类型, 分别占被测菌株总数的 48.0%、32.5%、15.6%和 3.9%。金光辉等^[5] 报道, 黑龙江省马铃薯晚疫病菌生理小种有 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 1.2, 2.3, 2.4, 3.4, 1.2.3.4 共 14 种, 其中分布最为普遍是 0, 4, 11 号生理小种。与 60 年代相比, 新出现 10 个生理小种分别为 3, 5, 7, 9, 11, 1.2, 2.3, 2.4, 3.4 和 1.2.3.4。1.2 抗甲霜灵菌株研究

目前在生产上化学药剂仍是防治马铃薯晚疫病的主要措施。但长期大范围高剂量频繁使用同类杀菌剂, 特别是作用位点单一的内吸性杀菌剂如甲霜灵, 病菌容易产生抗性突变体, 使病原菌产生抗药性。甲霜灵又称瑞毒霉, 是酰苯胺类杀菌剂, 欧洲最早用于马铃薯晚疫病防治, 后因其防治效果突出, 世界各地也相继应用, 曾经是防治晚疫病的特效药剂。但使用不久, 1981 年首先在荷兰发现了抗甲霜灵菌株之后, 在世界其他地区也发现了抗甲霜灵菌株。1987~1989 年波兰抗性群体从 0%上升到 55.5%。1989 年前后, 墨西哥西北部晚疫病菌的抗性频率几乎达到 100%^[6]。我国在 90 年代初也相继发现抗甲霜灵菌株。李炜等^[7]1994 年从河北、黑龙江、山西等地采集的马铃薯晚疫病标样中分离出 66 个菌株, 在实验室条件下, 测定其对甲霜灵的抗药性。结果表明, 有 33.3%的菌株对甲霜灵有高度抗性, 43.9%的菌株表现为中度抗性。王英华等^[8]1997~2001 年在内蒙古自治区和甘肃省马铃薯主产区采集马铃薯晚疫病菌进行对甲霜灵的敏感性测定显示: 内蒙古菌株中有 50.8%表现高度抗性、

收稿日期: 2006-08-26

作者简介: 雷崇艺 (1973-), 男, 硕士, 中专讲师, 从事教学和马铃薯晚疫病研究。

42.5%表现中度抗性、只有 6.7%表现敏感,说明内蒙古马铃薯主产区的晚疫病菌普遍对甲霜灵具有了抗性;甘肃的菌株中,26.8%表现高度抗性、29.3%表现中度抗性、43.9%表现敏感。张志铭等^[9]2002~2003 年通过呼伦贝尔地区马铃薯晚疫病菌对甲霜灵抗性测定,其中高度抗性菌株占 57.1%,中度抗性菌株占 1.2%。Ryu 等^[4]报道,对来自昆明、曲靖等地的 83 个晚疫病菌株进行甲霜灵的抗药性测定,结果有 12.0% 的菌株对瑞毒霉表现抗性,16.9%表现中抗,71.1%表现敏感。从全国范围来看,北方的晚疫病甲霜灵抗性菌株所占比例高于南方。

1.3 A_2 交配型的发现与分布研究

马铃薯晚疫病菌是异宗配合的卵菌,但一般情况下大田马铃薯晚疫病菌主要是通过无性繁殖,只有当 A_1 和 A_2 两种菌丝相互作用才能进行有性生殖并产生孢子。Niederhauser^[10]首次在墨西哥中部生产田中的马铃薯叶片上发现了 A_2 交配型及大量孢子。除墨西哥外,直到 20 世纪 70 年代初期,其他国家一直没有发现 A_2 交配型。然而在 20 世纪 80 年代初 Hohl 和 Iselin^[11] 在瑞士发现了 A_2 交配型,此发现激发了世界上许多植物病理学家分析国内外的马铃薯晚疫病菌群体组成的热潮,结果在北美洲、欧洲、非洲、亚洲的许多国家都先后发现了 A_2 交配型。在我国, Zhang 等^[12]首次报道在我国内蒙和山西发现晚疫病菌 A_2 交配型菌株。赵志坚等^[13]也报道在云南发现晚疫病菌 A_2 交配型,但尚不明确晚疫病菌 A_2 交配型菌株的具体存在地点。2000 年 Ryu 等^[4]对云南省陆良、建水、南涧三个县的秋播马铃薯的 124 个及昆明和曲靖的 10 个晚疫病菌株进行测定,结果发现陆良县有三株(老眉毛山 2 株和薛官堡 1 株) A_2 交配型菌株。赵志坚等^[14]报道,从云南省的 12 个马铃薯产区分离到的 253 个晚疫病菌株,经交配测定,其中 A_2 交配型菌株 41 株,发生频率为 16.2%,除昭通、沾益、嵩明、寻甸和大理外,其余 7 个产区均有分布。 A_2 交配型菌株在各产区的发生频率有所不同,约在 10.7%~35%之间。Zhang 等^[15]又对 1995~1998 年采自河北、内蒙、云南、四川、重庆等的 142 个菌株的 A_2 交配型进行测定,共发现 28 个 A_2 交配型菌株,在河北和四川等省也发现了 A_2 交配型菌株,可见目前 A_2 交配型菌株已在世界各地普遍存在。

A_2 交配型在世界各地普遍存在的原因有多种

说法,但主张迁移说法的居多,本文不详细介绍。 A_2 交配型出现造成的后果大致有:孢子的出现可以使晚疫病菌在土壤中顺利越冬,成为新的初侵染来源,使病害流行的可能性更大;有性繁殖造成基因的重组,在繁殖后代中可能会产生致病力更强的菌系或生理小种。Tooley 等^[16]报道有性群体中的毒力因子多于无性群体,且有性菌株引起的病斑面积大,病菌的寄生适合度也大。杨绪旺^[17]研究也表明,有性 F1 代菌株系的致病性比原有群体的致病性强。可见 A_2 交配型菌株后代毒力更强。这将给病害的防治带来更大的困难,应值得大家的高度关注。

1.4 自育株的发现

目前,在我国陆续有发现自育菌株的报道。1964 年黄河首次从甘肃岷县隆安马铃薯病薯上分离到晚疫病菌自育菌株,并在 1979 年北京植病学会年会上介绍过,但没有提供详细资料,2002 年在植物病理学报再次进行了详细报道^[18]。赵志坚等^[14]2001 年报道从宣威、禄劝和楚雄的马铃薯晚疫病菌中发现了 8 个自育型菌株(单独培养产生典型穿雄生的孢子)。王英华等^[8]报道,在对来自内蒙和甘肃的马铃薯晚疫病菌株进行测定时分别发 3 株和 1 株自育株。但自育菌株产生的原因、能否在田间形成孢子以及在病害循环中的作用还未见报道,有待进一步研究。

2 防治对策

2.1 加快新品种的培育

病原菌群体结构日益复杂和品种抗性丧失速度的加快,为抗病育种工作提出了更高的要求,希望能培育出持久抗性的新品种。在育种界中以 R 基因为主要研究对象的传统抗病育种方法受到了越来越多育种工作者的置疑,抗病育种研究主流也由垂直抗性转向水平抗性,在近几年来也取得了一定的成效。国际马铃薯中心(CIP)为代表的育种机构从 20 世纪 80 年代以来一直在排除 R 基因的干扰方面作了大量的工作,用不带 R 基因的材料或从已污染的基因库中提取出不带 R 基因的无性系,培育出由微效多基因控制的对晚疫病具有水平抗性的材料,到现在为止已取得初步成效,前景较为乐观。云南农业大学杨艳丽博士利用国际马铃薯中心提供的材料成功培育出以“滇薯 6 号”为代表的一系列水平抗性品种,现已进入大田推广阶段。我国南方马

铃薯研究中心与 CIP 合作培育的水平抗性优良品系“395049.62”也已进入栽培试验阶段^[19]。但是, 笔者认为垂直抗性并不是毫无研究价值, 我们可以另辟蹊径找到新的方法。比如利用基因工程技术改良植物 genetically modified organism (GMO) 策略, 充分利用不同的抗病 R 基因构建抗病基因近等混合系^[20](R gene polyculture), 该系除抗病基因不同外, 控制其他性状的基因相近。为实现马铃薯田间抗晚疫病基因多态性提供原材料, 从而达到马铃薯晚疫病的持久抗性, 也是一种值得尝试的新方法。另外还可以寻找新的垂直抗病基因或培育转基因的抗病品种。所以, 我们既要通过与国际马铃薯中心合作加强水平抗性品种的培育工作, 又不能放弃对垂直抗性品种的研究工作。这样才能使我国抗马铃薯晚疫病育种工作具有可持续性, 才能培育出更多更优秀的抗病新品种, 不断应用于大田生产。

2.2 加快新农药研发及科学应用

从全国范围来看, 对甲霜灵产生抗性的马铃薯晚疫病抗性菌株已遍及各大马铃薯种植区, 抗性菌株的产生主要是由于长期大范围高剂量频繁使用甲霜灵, 甲霜灵对病菌作用位点单一和抗性菌株迁移等原因所致。所以在农药的研发方面应该加快开发新的化学杀菌剂, 同时我们还可将农药的研究开发与生物技术更紧密地结合起来, 如充分利用微生物及其分泌物和植物提取液对病原菌的抑制作用开发生物农药, 既可降低病原菌抗性产生的风险, 又能提高农药使用的安全性。在农药的使用方面, 注意不同类型农药的交替使用, 同时加强病害的预测预报工作, 避免盲目用药以减少喷药次数, 减轻外界环境对病原菌群体的选择压力, 达到抑制抗性菌株产生的目的, 进而延长药剂的使用寿命。

2.3 合理布局, 加强种薯管理

在大田生产方面, 首先注意采用不同抗性的品种进行品种的合理布局, 以稳定病原菌生理小种, 抑制新小种和优势生理小种的形成, 延长品种的使用年限, 充分发挥品种的增产效益。其次, 因带菌种薯是主要的初侵染源, 生产上应加强种薯管理, 建立无病种薯基地, 有组织地进行种薯调运, 能有效地防止病原菌中 A₂ 交配型和不同生理小种在不同地区间的扩散蔓延。

[参 考 文 献]

[1] 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, 10(3): 138-141.

- [2] 李克来. 呼和浩特马铃薯晚疫病病菌生理小种组成及块茎生理小种毒性与植株感病关系[J]. 内蒙古大学学报(自然版). 1988, 9(1): 179-183.
- [3] 姚裕琪, 梁德霖, 梁东超. 内蒙古马铃薯晚疫病病菌生理小种的组成及分布[J]. 内蒙古农业科技, 1996, 1: 17-18.
- [4] Ryu K Y, 罗文富, 杨艳丽, 等. 云南省马铃薯晚疫病病菌的交配型、抗药性及生理小种分布研究[J]. 植物病理学报, 2003, 33(2): 126-131.
- [5] 金光辉, 文景芝, 董传民. 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, 17(4): 213-215.
- [6] Goodwin S B, Sujkowski L S, Fry W E. Widespread distribution and probable origin of resistance to metalaxyl in clonal genotypes of *Phytophthora infestans* in the United States and Western Canada [J]. *Phytopathology*, 1996, 86: 793-800.
- [7] 李 炜, 张志铭, 李川. 马铃薯晚疫病菌对瑞毒霉抗性的研究[J]. 河北农业大学学报, 1998, 21(3): 53-59.
- [8] 王英华, 国立耘, 梁德霖, 等. 马铃薯晚疫病菌在内蒙古和甘肃的交配型分布及对几种杀菌剂的敏感性[J]. 中国农业大学学报, 2003, 8(1): 78-82.
- [9] 张志铭, 曹晨光, 王慧生, 等. 呼伦贝尔市马铃薯晚疫病(*Phytophthora infestans*)对甲霜灵抗药性的研究[J]. 中国马铃薯, 2004, 18(5): 272-273.
- [10] Niederhauser J S. The blight, the blighter, and the blighted[J]. *Transactions of the New York Academy of Science*, 1956, 19: 55-63.
- [11] Hohl H R, Lselin K. Strains of *Phytophthora infestans* from Switzerland with A₂ mating type behavior[J]. *Trans Br Mycol Soc* 1984, 83(3): 529-530.
- [12] Zhang Z M, Li Y Q, Tian S M, 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.
- [13] 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.
- [14] 赵志坚, 王淑芬, 李成云, 等. 云南省马铃薯晚疫病菌交配型分布及发生频率[J]. 西南农业学报, 2001, 14(4): 55-57.
- [15] Zhang Z M, Zhu J H, Song B F, et al. The further investigation on A₂ mating type of *Phytophthora infestans* in China[J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2001, 24(2): 32-37.
- [16] Tooley P W, Sweigard, Fry. Fitness and virulence of *Phytophthora infestans* isolates from sexual and asexual populations[J]. *Phytopathology*, 1986, 76(11): 1209-1212.
- [17] 杨绪旺. 致病疫霉有性群体繁育系及无性群体的致病性变异研究[D]. 云南农业大学硕士论文, 2005.
- [18] 黄河. 同宗配合的马铃薯晚疫病菌曾在中国被发现 [J]. 植物病理学报, 2002, 32(4): 347-349.
- [19] 程群, 吴承金, 李大春. 马铃薯晚疫病水平抗性优良品系“395049.62”栽培技术研究[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(4): 225-227.
- [20] 徐建飞, 辛翠花, 黄三文. 利用田间抗病基因近等混合系防治马铃薯晚疫病[J]. 中国农业科技导报, 2006, 8(4): 8-13.