

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2015)03-0171-04

黑龙江省发现马铃薯晚疫病菌(*Phytophthora infestans*) A2 交配型

郭 梅¹, César Vincent², 闵凡祥¹, 吕 军^{3*}, 高云飞¹, 杨 帅¹,
王晓丹¹, Rolot Jean-louis²

(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. Walloon Agricultural Research Center, Gembloux Belgium 5030 ; 3. 黑龙江大学农业资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘 要: 对 2005~2012 年间采集自黑龙江省哈尔滨、望奎、漠河、塔河、呼玛、加格达奇、嫩江、克山、甘南、鹤岗、肇东、林口 12 个市县的 133 个马铃薯晚疫病菌株进行了交配型鉴定。结果表明, 采集自 2005~2010 年间的 51 个菌株均为 A1 交配型, 未发现 A2 交配型; 采集自 2011 年的 52 个菌株中 12 个为 A2 交配型, 占 23.08%; 2012 年鉴定的 30 个菌株中 9 个为 A2 交配型, 占 30%。这是自 2004 年朱杰华报道发现一株 A2 交配型六年后, 黑龙江省首次确认在甘南、哈尔滨、肇东发现马铃薯晚疫病菌 A2 交配型。

关键词: 马铃薯; 晚疫病; 致病疫霉; A2 交配型

Presence of A2 Mating-type of *Phytophthora infestans* in Heilongjiang Province is Confirmed

GUO Mei¹, CÉSAR Vincent², MIN Fanxiang¹, LU Jun^{3*}, GAO Yunfei¹, YANG Shuai¹, WANG Xiaodan¹, ROLOT Jean-louis²

(1. Virus-free Seedling Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China;
2. Walloon Agricultural Research Center, Gembloux Belgium 5030; 3. College of Agricultural Resources and Environment, Heilongjiang University, Harbin, Heilongjiang 150080, China)

Abstract: A total of 133 isolates of *Phytophthora infestans* collected from Harbin, Wangkui, Mohe, Tahe, Huma, Jiagedaqi, Nenjiang, Keshan, Gannan, Hegang, Zhaodong and Linkou from 2005 to 2012 were tested for mating type. All 51 isolates collected from 2005 to 2010 are A1 mating type, and no A2 mating type was detected. Among the 52 isolates collected from 2011, 12 isolates (23.08%) were A2 mating type. Among the 30 isolates tested in 2012, nine isolates (30%) were A2 mating type. No report was available about the presence of A2 mating type in Heilongjian Province until 2010 when Jiehua Zhu reported the presence of A2 mating type in 2004. This is the first report after six years of Zhu's report that confirms the A2 mating type presence in Gannan, Harbin and Zhaodong in Heilongjiang Province.

Key Words: potato late blight; *Phytophthora infestans*; A2 mating type

由致病疫霉 (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary) 引起的马铃薯晚疫病是一种世界性的毁灭性病害, 也是黑龙江省马铃薯生产中造成损失最为严

重的马铃薯病害。1922 年发现晚疫病菌存在性分化现象, 即马铃薯晚疫病菌存在 A1 和 A2 两种交配型。1956 年, 首次在墨西哥马铃薯生产田中发现大

收稿日期: 2015-05-07

基金项目: 科技部国际科技合作与交流专项 (2010DFA32810 ; 2014DFG2260) ; 国家科技支撑计划项目 (2012BAD06B02)。

作者简介: 郭梅 (1968-), 女, 硕士, 研究员, 从事马铃薯病理学研究。

*通信作者 (Corresponding author) : 吕军, 讲师, 博士, 主要从事植物病理学研究, E-mail: jun_lv@163.com。

量卵孢子^[1], 确认自然界存在 A2 交配型。此后一直认为只有墨西哥存在 A2 交配型。1984 年, 首次报道瑞士发现 A2 交配型^[2], 之后, 在欧洲的英国、荷兰、瑞典、西德、东德、波兰相继发现 A2 交配型, 美洲、亚洲及非洲各国也都陆续报道发现了 A2 交配型。

20 世纪 80 年代后, 马铃薯晚疫病在世界范围内再度流行, 且流行频率日益提高。据分析, 这与 A2 交配型的产生及全球迁移极为相关。20 世纪 90 年代末, A2 交配型在除大洋洲外的绝大部分国家均有分布^[3,4], 但 A1 和 A2 交配型在各国发生比例有很大差异, 墨西哥中部及东北地区, 荷兰南部地区, 两种交配型发生比例在 50% 左右, 其他国家则 A1 交配型比例较高, 而韩国、日本、乌拉圭、巴西等几个国家, A2 交配型比例非常高, 占所测群体 80% 以上, 且 A1 和 A2 交配型比例年度间差异较大^[5-7]。

中国于 1965 年对马铃薯晚疫病菌进行了交配型研究, 在采自甘肃岷县的晚疫病菌株中发现同宗配合现象^[8], 并在 1979 年召开的北京植物病理学年会上进行了介绍, 但直到 2002 年才正式发表文章。中国最早报道发现 A2 交配型是在内蒙和山西^[9]。此后, 在云南^[10]、河北^[11]、四川^[11]、重庆^[12]、黑龙江^[13]、福建^[14]、甘肃^[15]陆续报道发现 A2 交配型。黑龙江省是中国重要的马铃薯种薯及商品薯生产基地, A2 交配型的发生和分布是影响晚疫病防治的重要因素, 本研究的目的是监测黑龙江省马铃薯晚疫病菌 A2 交配型的发生分布情况, 为晚疫病防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 标准菌株

A1 交配型标准菌株 (POX67, EC-1, A1 复合型小种) 由国际马铃薯中心 (秘鲁) 提供, A2 交配型标准菌株来自比利时瓦隆农业研究中心。

1.2 交配型测定培养基

黑麦培养基: 60 g 黑麦, 清水浸泡 24 h, 打碎, 离心, 留取上清液, 加琼脂粉、蔗糖各 15 g, 加水定容至 1 L, 分装, 灭菌 15 min, 制成平板培养基, 待用。

1.3 交配型测定方法

采用对峙培养法。每处理重复 3 次。

(1) 标准菌株和待测菌株分别进行预培养, 约 2 周后菌丝长满平板。

(2) A1 标准菌株和待测菌株、A2 标准菌株和待测菌株、待测菌株自身分别对峙接种于 9 cm 的黑麦平板上, 菌丝块间距离 1.5 cm。

(3) 18 ℃ 条件下暗培养约 2 周, 于倒置显微镜下观察菌丝体交接处是否产生卵孢子。

1.4 交配型判定标准

(1) 待测菌株与 A2 标准菌株产生卵孢子, 判定待测菌株为 A1 交配型。

(2) 待测菌株与 A1 标准菌株产生卵孢子, 判定待测菌株为 A2 交配型。

(3) 待测菌株与 A1 和 A2 标准菌株均能产生卵孢子, 判定待测菌株为 A1A2 交配型。

(4) 自身对峙培养产生卵孢子, 判定待测菌株为自育型。

2 结果与分析

2.1 对峙培养法检测结果

待测菌株菌丝块分别与 A1 交配型标准菌株、A2 交配型标准菌株及自身进行对峙培养, 菌丝块间距离 1.5 cm (图 1)。18 ℃ 条件下暗培养 2 周, 于倒置显微镜下观察菌丝体交接处, 可见部分待测菌株与 A1 交配型标准菌株产生卵孢子 (图 2)。

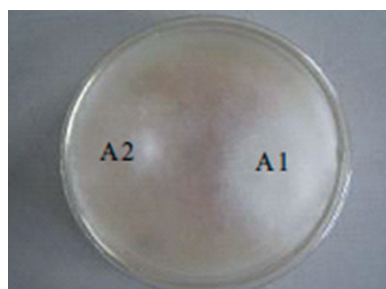


图1 对峙培养法鉴定交配型

Figure 1 Dual culture for mating type identification

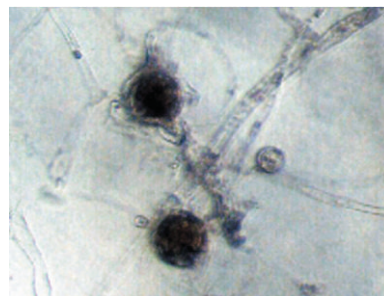


图2 对峙培养产生的卵孢子

Figure 2 Sexual oospores produced when both A1 and A2 mating type are present in dual culture

表1 马铃薯晚疫病病菌交配型鉴定结果(2005~2012)
Table 1 Identification of the mating type of *P. infestans* isolates collected in 2005–2012

年份 Year	采集地点 Location	菌株数 Number of isolate	交配型 (A2/A1) Mating type
2005	巴彦	1	0/1
	克山	1	0/1
	林口	1	0/1
	大兴安岭	1	0/1
2006	望奎	1	0/1
	巴彦	1	0/1
	克山	1	0/1
	哈尔滨	1	0/1
2007	哈尔滨	4	0/4
2008	哈尔滨	4	0/4
	大兴安岭	2	0/2
2010	大兴安岭	14	0/14
	克山	9	0/9
	哈尔滨	10	0/10
2011	漠河	5	0/5
	克山	5	0/5
	嫩江	1	0/1
	甘南	10	1/9
	鹤岗	4	0/4
	哈尔滨	25	10/15
	肇东	2	1/1
2012	依安	5	0/5
	嫩江	3	0/3
	哈尔滨	22	9/13

2.2 马铃薯晚疫病病菌交配型测定结果

由表1可知，在2010年以前未鉴定出A2交配型。2011年，在采自甘南的10个菌株中发现1株A2交配型菌株；采自哈尔滨的25个菌株中有10株为A2交配型，其中1个菌株采集自哈尔滨市呼兰区白奎镇庆平村，另9个菌株采集自哈尔滨市民主乡；采集自肇东的2个菌株中有1株鉴定为A2交配型。2012年，采集自哈尔滨的22个菌株中有9株被鉴定为A2交配型，其中4株来自哈尔滨市呼兰区白奎镇庆平村，5株来自哈尔滨市民主乡。

3 讨 论

从2000年开始，国内陆续有研究人员报道黑龙江省马铃薯晚疫病病菌A2交配型研究结果。2000

年采自望奎、克山、大兴安岭、哈尔滨的45株晚疫病病菌中，发现1株为A2交配型，这是首次报道在黑龙江省发现A2交配型^[13]，此后的研究中再未发现A2交配型^[16–20]。综合国内的研究报道，截至2010年，黑龙江省已经测定马铃薯晚疫病菌株646株，来自20个地点，仅有A2交配型1株^[21]。

2011年，黑龙江省开始出现多个A2交配型菌株，占被测菌株的23.08%；2012年，A2交配型占被测菌株的30%。对于黑龙江省A2交配型的来源还有待进一步调查研究，同时需持续监测A2交配型在黑龙江省其他马铃薯产区的发生和分布情况。

A2交配型的出现可能会导致如下后果，易形成致病力更强的生理小种，使当前的抗性品种应用面临更大的挑战；易形成抗药性强的菌株，降低药剂的防治效果；A2与A1交配型同时存在使病菌可进行有性生殖形成卵孢子，卵孢子具有高抗逆性，能够在土壤中生存和越冬，增加了晚疫病初侵染源，可能使病害的发病期提前，病菌的繁殖和传播速度加快。随着A2交配型的传播和扩散，黑龙江省马铃薯晚疫病防治将面临更为严峻的挑战。

[参 考 文 献]

[1] Gallegly M E, Galindo J. Mating types and oospores of *Phytophthora infestans* in nature in Mexico [J]. *Phytopathology*, 1958, 48: 274–277.

[2] Hohl H R, Iselin K. Strains of *Phytophthora infestans* from Switzerland with A2 mating type behaviour [J]. *Transactions of the British Mycological Society*, 1984, 83(3): 529–530.

[3] Fry W E, Goodwin S B, Dyer A T, *et al.* Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans*: chronology, pathway, and implications [J]. *Plant Disease*, 1993, 77: 653–661.

[4] Goodwin S B, Drenth A. Origin of the A2 mating type of *Phytophthora infestans* outside Mexico [J]. *Phytopathology*, 1997, 87: 992–999.

[5] Nishimura R, Sato K, Lee W, *et al.* Distribution of *Phytophthora infestans* populations in seven Asian countries [J]. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 1999, 65: 163–170.

[6] Deahl K L, Pagani M C, Vilaro F L, *et al.* Characteristics of *Phytophthora infestans* isolates from Uruguay [J]. *European Journal of Plant Pathology*, 2003, 109(3): 277–281.

[7] Reis A, Smart C D, Fry W E, *et al.* Characterization of isolates of

- Phytophthora infestans* from southern and southeastern Brazil from 1998 to 2000 [J]. Plant Disease, 2003, 87: 896-900.
- [8] 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): 347-350.
- [9] 赵志坚, 何云昆. 马铃薯晚疫病菌 A2 交配型的发生及其危害 [J]. 云南农业科技, 1999(6): 10-15.
- [10] 张志铭, 李玉琴, 田世民, 等. 中国发生马铃薯晚疫病菌 (*Phytophthora infestans*) A2 交配型 [J]. 河北农业大学学报, 1996, 19(4): 62-65.
- [11] 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.
- [12] 张志铭, 朱杰华, 宋伯符, 等. 中国马铃薯晚疫病菌 A2 交配型的进一步研究 [J]. 河北农业大学学报, 2001, 24(2): 32-37.
- [13] 朱杰华. 中国马铃薯晚疫病菌群体遗传结构研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2004.
- [14] 陈庆河, 翁后勇, 谢世勇, 等. 福建省致病疫霉交配型分布及对甲霜灵的抗药性 [J]. 植物保护学报, 2004, 31(2): 151-156.
- [15] 吕伟. 甘肃马铃薯晚疫病菌生物学特性和交配型初步研究 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010.
- [16] 朱小琼, 车兴璧, 国立耘, 等. 六省市致病疫霉交配型及其对几种杀菌剂的敏感性 [J]. 植物保护, 2004, 30(4): 20-23.
- [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] 徐生军. 马铃薯晚疫病菌的表现型与基因型的研究 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2010.
- [19] 闵凡祥, 王晓丹, 胡林双, 等. 黑龙江省马铃薯晚疫病菌交配型的研究 [J]. 中国马铃薯, 2010, 24(1): 47-49.
- [20] 王鹤. 2009 中国 4 省马铃薯晚疫病菌群体特性分析及其交配型分子标记的开发 [D]. 河北: 河北农业大学, 2011.
- [21] 郭梅. 黑龙江省马铃薯晚疫病菌表型特性研究 [D]. 北京: 中国农业科学院研究生院, 2012.

《中国马铃薯》杂志约稿函

《中国马铃薯》杂志是目前全国唯一的马铃薯专业科技期刊, 国际刊号: ISSN 1672-3635, 国内刊号: CN 23-1477/S, 邮发代号: 14-167, 国内外公开发行人。它以繁荣我国马铃薯产业为办刊宗旨, 积极报道国内外有关马铃薯的学术研究、科研动态和各种实用技术的最新消息。该刊由东北农业大学和中国作物学会主管, 由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办。《中国马铃薯》(原名《马铃薯杂志》) 创刊于 1987 年。2000 年经申请报国家新闻出版总署审批, 更名为《中国马铃薯》, 同年改为大 16 开本, 并增加彩色广告。2001 年《中国马铃薯》经报黑龙江省科委及省新闻出版局批准, 将原来的季刊改为双月刊。

《中国马铃薯》立足国内, 并刊登一些其他国家作者的英文稿件。它集学术性和技术性于一体, 是马铃薯科研、生产、经销单位和用户之间信息交流的一个平台。《中国马铃薯》不同于其他园艺类期刊, 刊登的文章全部是有关马铃薯的, 主要栏目包括: 遗传育种、栽培生理、病虫害防治、土壤肥料、产业开发、品种介绍、综述及其他。

该刊于 2008 年 1 月 1 日起开始执行作者在线投稿, 进一步提高了工作效率和办公自动化水平, 方便作者查询。欢迎专业委员会各位委员及广大读者踊跃投稿, 投稿时请登录《中国马铃薯》稿件远程处理系统。

网址: <http://mlsz.cbpt.cnki.net/WKA2/WebPublication/index.aspx?mid=mlsz>。

《中国马铃薯》杂志编辑部