Растителна защита
електронно списание за растителна защита
семена, торове и земеделие
ISSN 2815-522X

马铃薯晚疫病——一种具有全球重要性的动态病原体

гл. ас. д-р Катя Василева, ИЗК "Марица" - Пловдив

日期 20.08.2026 | **期号** 8/2026 | **ISSN** 2815-522X | **语言** ZH
www.plant-protection.com/article/2456?lang=zh



摘要

*致病疫霉*是一种高度侵袭性的卵菌，引起马铃薯晚疫病——农业上最具破坏性的病害之一。该病原体具有极短的侵染周期、大量产孢的特点，在潮湿凉爽的天气条件下可在7至10天内摧毁作物。其特征是具有高进化潜力、双重生殖模式以及对多种杀菌剂的抗性。防治依赖于农艺措施、杀菌剂、预测模型和抗性品种的综合运用。

由卵菌*致病疫霉*引起的马铃薯晚疫病，是农业史上最重要的病害之一。该病原体以在数天内摧毁整片作物的能力及其对社会的巨大影响而闻名——最显著的例子是1845年至1852年的爱尔兰饥荒，当时数百万人因马铃薯歉收而死亡或移民。该病害于1843年在北美出现，仅两年后就传入欧洲，当地的条件——凉爽潮湿的天气、马铃薯单一种植以及缺乏抗性品种——使病原体以前所未有的速度传播（Yuen, 2021; Nowicki et al., 2012）。

*致病疫霉*在数天内摧毁整片作物的能力源于其极短的侵染周期。孢子囊在叶片上大量产生，通过风和雨水传播，并可在3至4天内引起新的侵染。在有利条件下——高湿度和适中温度——整片作物可在7至10天内毁灭（Nowicki et al., 2012; Arora et al., 2014）。这一生物学特性使该病原体成为理想的“流行病引擎”，在1845年至1852年间导致了欧洲历史上最严重的农业灾难——爱尔兰饥荒（Yuen, 2021）。

其社会后果如此深远，以至于爱尔兰的人口结构被永久改变——人口再也没有恢复到饥荒前的水平（Yuen, 2021）。

*致病疫霉*是一种卵菌，属于与褐藻相关的真核微生物群，而非真正的真菌（Arora et al., 2014）。这一特征解释了为什么许多经典杀菌剂对其无效。该病原体既能无性生殖也能有性生殖，赋予其极高的进化潜力。无性孢子囊在叶片上大量产生，可在3至4天内侵染新植株。在较低温度下，孢子囊释放出游动孢子，它们在水膜中移动并引起新的侵染（Nowicki et al., 2012）。当两种交配型——A1和A2——同时存在时，会形成卵孢子，它们可在土壤中存活数年，并作为后续季节的初侵染源（Arora et al., 2014; Njoroge et al., 2019）。

自20世纪80年代以来，在许多地区观察到A2交配型的广泛分布，导致更具侵袭性的基因型出现、生命周期缩短以及对杀菌剂的抗性增强。最初的症状是叶片上水浸状、淡绿色的病斑，随后迅速变暗（图1）。叶片背面出现白色的孢囊梗生长。茎部出现延长的褐色病斑并容易折断。在有利条件下，整个地上部分可在一周内枯

ISSN 2815-522X

死。块茎上出现铅灰色病斑，内部形成锈褐色坏死。通常，次生细菌在贮藏期间引起软腐病（Kromann et al., 2008; Arora et al., 2014; Coomber et al., 2024）。



图1. 马铃薯晚疫病症状

病害发展高度依赖于湿度、降雨量和温度。产孢主要发生在夜间，而光照抑制产孢（Kim and Mutschler, 2006; Arora et al., 2014）。

已开发出众多预测模型——Beaumont、BLITECAST、NegFry——它们可以优化杀菌剂施用并降低成本（Yuen, 2021）。

病害综合治理措施包括：

农艺措施

农艺措施是第一道防线，在减少初侵染源方面发挥着关键作用。卵孢子可存活数年并引起早期侵染，包括地下茎的侵染——这一现象在斯堪的纳维亚地区有观察到（Yuen, 2021）。因此，以下措施至关重要：销毁植物残体；避免在同一地点连作马铃薯；清除上一季的自生苗。短轮作会增加卵孢子积累的风险。建议同一地块至少3至4年不种植马铃薯（Arora et al., 2014）。良好的土壤排水——自由水对游动孢子至关重要。避免过量施用氮肥——过量氮肥会刺激柔嫩、易感的叶片生长。种植经过认证的健康种薯（May and Ristaino, 2004）。

化学措施

化学保护仍然是病害管理的关键要素，尤其是在高湿度地区。**触杀性杀菌剂** - 在季节早期风险较低时使用：二硫代氨基甲酸酯类（代森锰锌）、百菌清。它们可预防侵染，但不能治愈已受侵染的组织。**内吸性及内吸触杀性杀菌剂** - 在风险增加或出现初期症状时使用：苯基酰胺类（甲霜灵）、霜脲氰、烯酰吗啉、双炔酰菌胺、氟啶胺、氰霜唑、三乙膦酸铝（Arora et al., 2014）。甲霜灵极为有效，但抗性发展迅速——在某些地区，超过60%的分离株已产生抗性（Arora et al., 2014）。

适合病害防治的产品有：RIDOMIL GOLD R WG（甲霜灵-M – 20克/千克 王铜 – 141.9克/千克）- 500克/公顷，SIVAR GOLD（膦酸钾 – 255克/升 + 嘧菌酯 – 62.5克/升）- 300毫升制剂/公顷，FUNGURAN OH 50 WP（77% 氢氧化铜（50% 铜））- 150克/公顷，CYMbal 45 WG（霜脲氰 – 450克/千克）- 25克/公顷，VITENE TRIPLO R（霜脲氰 – 28.5克/千克 三乙膦酸铝 – 300克/千克 铜 – 160克/千克（以王铜形式存在））- 400 - 450克/公顷。

预测模型

诸如 Beaumont、BLITECAST、NegFry 和 JHULSACAST 等模型可以优化喷药安排（Yuen, 2021）。它们利用：温度、湿度、叶片湿润持续时间和降雨量。这减少了不必要的处理次数，并防止可能导致作物完全毁灭的防治空档。

生物措施

生物制剂具有潜力，但其田间防效有限。

拮抗微生物：*木霉属*、*假单胞菌属*、*芽孢杆菌属*在实验室条件下表现出对病原体的抑制作用，但田间结果不稳定（Gupta et al., 2004; Arora et al., 2014）。

晚疫病仍然是马铃薯生产中最重大的挑战之一。该病原体极具动态性，进化迅速，并能够突破遗传和化学屏障。分子研究、抗性品种、预测系统和综合实践的结合是可持续病害管理的关键。如今，*致病疫霉*仍然是全球性威胁。在许多国家，马铃薯是主食，而该病原体持续适应、发展出新小种，并克服品种抗性和杀菌剂的效力。其进化潜力如此之高，以至于即使是现代遗传学研究也表明：19世纪的历史分离株已经拥有能够克服R基因的效应因子，而育种家直到20世纪才引入这些R基因（Liu et al., 2005; Coomber et al., 2024）。

更多相关主题：

气候变化条件下蔬菜作物病害诊断与防治的现代方法

参考文献

[1] Arora, R. K., Sharma, S., & Singh, B. P. (2014). Late blight disease of potato and its management. Potato Journal, 41(1), 16.

[2] Coomber, A., Saville, A., & Ristaino, J.B. (2024). Evolution of Phytophthora infestans on its potato host since the Irish potato famine. Nature Communications, 15, 6488.

[3] Gupta H, Singh BP and Mohan J (2004) Biocontrol of late blight of potato. Potato J 31: 39-42

[4] Kim, M. J., and Mutschler, M. A. 2006. Characterization of late blight resistance derived from Solanum pimpinellifolium L3708 against multiple isolates of the pathogen Phytophthora infestans. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 131:637-645.

[5] Kromann P, Taipe A, Andrade-Piedra JL, Munk L and Forbes GA (2008) Pre-emergence infection of potato sprouts by Phytophthora infestans in the highlands tropics of Ecuador. Plant Dis **92**: 569-74

[6] Liu, Z., Bos, J. I. B., Armstrong, M., Whisson, S. C., da Cunha, L., TortoAlalibo, T., Win, J., Avrova, A. O., Wright, F., Birch, P. R. J., and Kamoun, S. 2005. Patterns of diversifying selection in the phytotoxin-like scr74 gene family of Phytophthora infestans. Mol. Biol. Evol. 22:659-672.

[7] May KJ and Ristaino JB (2004) Identity of the mtDNA haplotype(s) of Phytophthora infestans in historical specimens from the Irish potato famine. Mycol Res **108**: 471-79

[8] Njoroge, A. W., Andersson, B., Lees, A. K., Mutai, C., Forbes, G. A., Yuen, J. E., & Pelle, R. (2019). Genotyping of Phytophthora infestans in eastern Africa reveals a dominating invasive European lineage. Phytopathology, 109(4), 670–680. https://doi.org/10.1094/ PHYTO-07-18-0234-R.

[9] Nowicki, M., Foolad, M.R., Nowakowska, M., & Kozik, E.U. (2012). Potato and tomato late blight caused by Phytophthora infestans: An overview of pathology and resistance breeding. Plant Disease, 96(1), 4–17.

[10] Rana RK, Sharma N, Arya S, Singh BP, Kadian MS, Chaturvedi R and Pandey SK (2013) Tackling moisture stress with drought-tolerant potato (Solanum tuberosum) varieties: Perception of Karnataka farmers. Indian J Agric Sci **83**(2): 216-22

[11] Yuen, J. (2021). Pathogens which threaten food security: Phytophthora infestans, the potato late blight pathogen. Food Security, 13, 247–253.

[12] Yuen, J. E., & Andersson, B. (2013). What is the evidence for sexual reproduction of Phytophthora infestans in Europe? Plant Pathology, 62, 485–491. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2012.02685.x.