Растителна защита

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

Фитоплазмоз картофеля – динамичный патоген, имеющий глобальное значение

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

Дата 20.08.2026 | **Выпуск** 8/2026 | **ISSN** 2815-522X | **Язык** RU
www.plant-protection.com/article/2456?lang=ru



Резюме

Phytophthora infestans — это высокоагрессивный оомицет, вызывающий фитофтороз картофеля — одно из самых разрушительных заболеваний в сельском хозяйстве. Патоген имеет очень короткий цикл заражения, массовое спороношение и может уничтожить урожай в течение 7–10 дней при влажной и прохладной погоде. Он характеризуется высоким эволюционным потенциалом, двойным способом размножения и устойчивостью к ряду фунгицидов. Борьба основывается на сочетании хороших агротехнических приемов, фунгицидов, прогностических моделей и устойчивых сортов.

Фитофтороз картофеля, вызываемый оомицетом *Phytophthora infestans*, является одним из самых значимых заболеваний в истории сельского хозяйства. Патоген известен своей способностью уничтожать целые посевы в течение нескольких дней и своим огромным влиянием на общество — самым драматичным примером является ирландский голод 1845–1852 годов, когда миллионы людей умерли или эмигрировали в результате неурожая картофеля. Заболевание появилось в Северной Америке в 1843 году, и всего через два года достигло Европы, где условия — прохладная и влажная погода, монокультурное выращивание картофеля и отсутствие устойчивых сортов — позволили патогену распространяться с беспрецедентной скоростью (Yuen, 2021; Nowicki et al., 2012).

Способность *Ph. infestans* уничтожать целые посевы в течение нескольких дней обусловлена его чрезвычайно коротким циклом заражения. Спорангии массово образуются на листьях, распространяются ветром и дождем и могут вызывать новые заражения в течение 3–4 дней. При благоприятных условиях — высокой влажности и умеренных температурах — весь урожай может погибнуть в течение 7–10 дней (Nowicki et al., 2012; Arora et al., 2014). Эта биологическая особенность превращает патоген в идеальную «эпидемиологическую машину», которая в 1845–1852 годах привела к самой тяжелой сельскохозяйственной катастрофе в европейской истории — ирландскому голоду (Yuen, 2021).

ISSN 2815-522X

Социальные последствия были настолько глубокими, что демографическая структура Ирландии осталась навсегда измененной — население так и не достигло уровня, предшествовавшего голоду (Yuen, 2021).

Ph. infestans — это оомицет, принадлежащий к группе эукариотических микроорганизмов, родственных бурым водорослям, а не настоящим грибам (Arora et al., 2014). Эта особенность объясняет, почему многие классические фунгициды неэффективны против него. Патоген размножается как бесполым, так и половым путем, что дает ему исключительно высокий эволюционный потенциал. Бесполые спорангии массово образуются на листьях и могут заражать новые растения в течение 3–4 дней. При более низких температурах спорангии высвобождают подвижные зооспоры, которые передвигаются в пленке воды и вызывают новые заражения (Nowicki et al., 2012). Когда присутствуют оба типа спаривания — A1 и A2 — образуются ооспоры, которые выживают в почве в течение многих лет и служат первичным инокулюмом в последующие сезоны (Arora et al., 2014; Njoroge et al., 2019).

С 1980-х годов во многих регионах наблюдается широкое распространение типа спаривания A2, что привело к появлению более агрессивных генотипов, сокращению жизненного цикла и повышению устойчивости к фунгицидам. Первые симптомы — водянистые, бледно-зеленые поражения на листьях, которые быстро темнеют (Рисунок 1). На нижней стороне появляется белый налет спорангиеносцев. На стеблях развиваются вытянутые коричневые поражения, и они легко ломаются. При благоприятных условиях вся листва может погибнуть в течение недели. На клубнях развиваются свинцово-серые поражения, внутри образуется ржаво-коричневый некроз. Часто вторичные бактерии вызывают мягкую гниль при хранении (Kromann et al., 2008; Arora et al., 2014; Coomber et al., 2024).



Рисунок 1. Симптомы фитофтороза картофеля

Развитие заболевания сильно зависит от влажности, осадков и температуры. Спороношение происходит в основном ночью, в то время как свет подавляет его (Kim and Mutschler, 2006; Arora et al., 2014).

Было разработано множество прогностических моделей — Beaumont, BLITECAST, NegFry — которые позволяют оптимизировать применение фунгицидов и снизить затраты (Yuen, 2021).

Комплексные меры борьбы с заболеванием включают:

Агротехнические меры

Агротехнические приемы являются первой линией защиты и играют ключевую роль в снижении первичного инокулюма. Ооспоры могут выживать в течение многих лет и вызывать ранние заражения, в том числе на подземных стеблях — явление, наблюдаемое в Скандинавии (Yuen, 2021). Поэтому крайне важно: уничтожать растительные остатки; избегать выращивания картофеля на одном и том же месте; удалять падалицу с предыдущих сезонов. Короткие севообороты увеличивают риск накопления ооспор. Рекомендуется минимум 3–4 года без картофеля на одном и том же поле (Arora et al., 2014). Хороший дренаж почвы — свободная вода критически важна для зооспор. Избегайте чрезмерного внесения азотных удобрений — оно стимулирует рост нежной, восприимчивой листвы. Посадка сертифицированного, здорового семенного материала (May and Ristaino, 2004).

Химические меры

Химическая защита остается ключевым элементом в борьбе с заболеванием, особенно в регионах с высокой влажностью. **Контактные фунгициды** — используются в начале сезона, когда риск ниже: дитиокарбаматы (манкоцеб), хлороталонил.

Они предотвращают заражение, но не лечат уже зараженные ткани. **Системные и системно-контактные фунгициды** — используются при повышенном риске или при появлении первых симптомов: фениламиды (металаксил), цимоксанил, диметоморф, мандипропамид, флуазинам, циазофамид, фосетил-алюминий (Arora et al., 2014). Металаксил чрезвычайно эффективен, но устойчивость развивается быстро — в некоторых регионах более 60% изолятов устойчивы (Arora et al., 2014).

Подходящие продукты для борьбы с заболеванием: RIDOMIL GOLD R WG (металаксил-М — 20 г/кг хлорокись меди — 141,9 г/кг) — 500 г/га, SIVAR GOLD (фосфонат калия — 255 г/л + азоксистробин — 62,5 г/л) — 300 мл продукта/га, FUNGURAN OH 50 WP (77% гидроксид меди (50% Cu)) — 150 г/га, CYMbal 45 WG (цимоксанил — 450 г/кг) — 25 г/га, VITENE TRIPLO R (цимоксанил — 28,5 г/кг фосетил-алюминий — 300 г/кг медь — 160 г/кг (в форме хлорокиси меди)) — 400–450 г/га.

Прогностические модели

Такие модели, как Beaumont, BLITECAST, NegFry и JHULSACAST, позволяют оптимизировать опрыскивания (Yuen, 2021). Они используют: температуру, влажность, продолжительность увлажнения листьев, осадки. Это снижает количество ненужных обработок и предотвращает пробелы, которые могут привести к полному уничтожению урожая.

Биологические меры

Биологические агенты имеют потенциал, но их полевая эффективность ограничена.

Антагонистические микроорганизмы: *Trichoderma* spp., *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp. проявляют ингибирование патогена в лабораторных условиях, но полевые результаты нестабильны (Gupta et al., 2004; Arora et al., 2014).

Фитофтороз остается одной из самых больших проблем в производстве картофеля. Патоген чрезвычайно динамичен, быстро эволюционирует и преодолевает как генетические, так и химические барьеры. Сочетание молекулярных исследований, устойчивых сортов, прогностических систем и комплексных методов является ключом к устойчивой борьбе с заболеванием. Сегодня *Ph. infestans* остается глобальной угрозой. Во многих странах картофель является основным продуктом питания, и патоген продолжает адаптироваться, развивать новые расы и преодолевать устойчивость сортов и фунгицидов. Его эволюционный потенциал настолько высок, что даже современные генетические исследования показывают: исторические изоляты XIX века уже обладали эффекторами, способными преодолевать R-гены, которые селекционеры ввели только в XX веке (Liu et al., 2005; Coomber et al., 2024).

Подробнее по теме:

Современные подходы к диагностике и борьбе с болезнями овощных культур в условиях изменения климата

Литература

[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.