



Fungi Parasitic Viruses

EISA NAZERIAN¹✉ and SAHAR SAYAD²

1-Agricultural Research Institute of Markazi Province, Flowers and Ornamental Plants Institute, Mahallat, 2-The Union of Flowers and Ornamental Plants of Tonekabon, Iran
(✉Corresponding author: amir_yas63@yahoo.com)

Received: 08.01.2017

Accepted: 29.05.2017

Nazerian E. and Sayad S. 2017. Fungi parasitic viruses. *Plant Pathology Science* 6(2):97-103.

Abstract: Several viruses have been identified as parasites of some fungal isolates that cause chestnut blight, canola stem rot, wheat head blight, corn smut, and a number of molds and yeasts. These mycoviruses reduce growth, proliferation and pathogenicity and cause abnormal pigmentation in the mycelium, or mutations in the host fungus. These viruses can be transmitted to other isolates of the same fungus or other fungi by hyphen anastomosis. Therefore, identification of hypovirulent and infected isolates of pathogenic fungi to viruses and their use for plant protection against highly pathogenic isolates and plant diseases management is recommended.

Key words: Mycovirus, Hypovirulent, *Cryphonecteria*

ویروس‌های انگل قارچ‌ها

عیسی ناظریان ✉ و سحر صیاد

سازمان تحقیقات کشاورزی استان مرکزی، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، محلات
و اتحادیه گل و گیاهان زینتی تنکابن

پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۰۸

دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۹

ناظریان ع. و صیاد س. ۱۳۹۶. ویروس‌های انگل قارچ‌ها. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۶(۲): ۹۷-۱۰۳.

چکیده: چندین ویروس به عنوان انگل جدایه‌هایی از قارچ‌های عامل سوختگی شاه‌بلوط، پوسیدگی ساقه کلزا، سوختگی سنبله گندم، سیاهک ذرت و تعدادی از کپک‌ها و مخمرها شناخته شده‌اند. این ویروس‌های قارچی موجب کاهش رشد، تکثیر و قدرت بیماری‌زایی، تولید رنگدانه‌های غیر طبیعی در میسلیوم، یا ایجاد جهش در قارچ میزبان می‌شوند. این ویروس‌ها می‌توانند از راه جوش ریشه‌ای به جدایه‌های دیگر همان قارچ یا قارچ دیگری منتقل شوند و باعث بروز بیماری مشابهی در آن‌ها گردند. بنابراین شناسایی جدایه‌های کم‌آزار و آلوده به ویروس، قارچ‌های بیمارگر و استفاده از آن‌ها برای حفاظت گیاهان در برابر جدایه‌های پرآزار و مدیریت بیماری‌های گیاهی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کم‌آزار، ویروس قارچی، *Cryphonecteria*

✉ مسئول مکاتبه: amir_yas63@yahoo.com

مقدمه

ویروس‌های انگل قارچ‌ها (Mycoviruses)، ویروس‌هایی هستند که در سلول‌های قارچ‌ها تکثیر می‌یابند. آن‌ها اولین بار از قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید و گونه‌هایی از *Penicillium* شناسایی شدند (Kleinschmidt & Ellis 1968). ویروس‌ها قادر به آلوده‌سازی قارچ‌هایی از شاخه‌های *Chytridiomycota*, *Ascomycota*, *Zygomycota* و *Basidiomycota* هستند و پس از ایجاد آلودگی ممکن است به صورت نهفته در میزبان بسر برده و یا سبب بروز بیماری در قارچ گردند (Pearson *et al.* 2009). اولین گزارش از تاثیر ویروس قارچ‌ها بصورت تغییر رنگ، شکل و کاهش محصول قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید در سال ۱۹۵۲ منتشر شد (Ghabrial *et al.* 2015).

۱- معرفی ویروس‌های قارچی

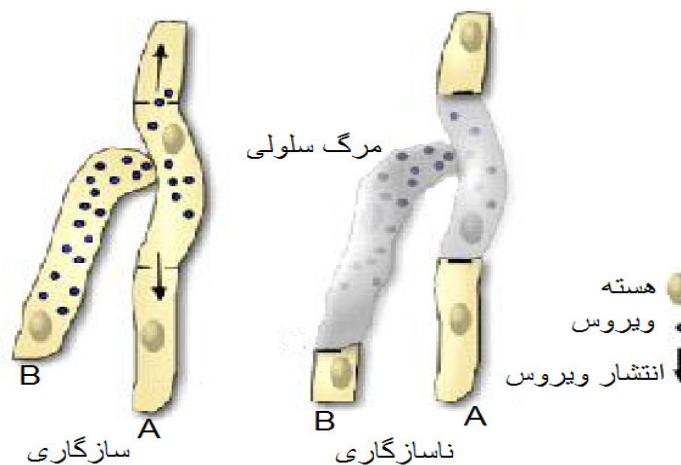
ژنوم بیشتر ویروس‌های قارچی شامل آر-ان-ای دو رشته‌ای (Double – Stranded RNA) است و تنها ژنوم حدود ۳۰ درصد از این ویروس‌ها از RNA مثبت تک رشته‌ای (positive single stranded RNA) تشکیل شده است (Castro *et al.* 2003). ویروس قارچ‌ها دارای خصوصیتی مشترک و متمایز کننده از ویروس‌های گیاهی و جانوری می‌باشند. آن‌ها فاقد فاز خارج از سلولی برای آلوده سازی بوده و صرفاً به صورت بین سلولی در زمان‌های تقسیم سلولی و هاگ‌زایی و ادغام سلولی، بدون حضور پروتیین مسئول در انتقال سلول به سلول، منتقل می‌شوند، ولی وجود این پروتیین‌ها در چرخه زندگی ویروس‌های جانوری و گیاهی ضروری هستند (Sinha & Tarafdar 2007, Kotakadi *et al.* 2012). ویروس‌ها در جدایه‌هایی از قارچ‌های *Diaporthe ambigua*, *Cryphonectria parasitica*, *Rosellinia necatrix*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis* spp., *Saccaromyces cerevisiae*, *Colletotrichum* spp., *Ustilago maydis*, *Penicillium* spp., *Fusarium graminearum* و *Magnaporthe oryzae* شناخته شده‌اند (Nuss 2005, Xie & Jiang 2014).

۲- تاثیر ویروس‌ها بر قارچ‌ها

تعدادی از ویروس قارچ‌ها سبب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در میزبانان‌شان می‌شوند. رشد نامنظم، تولید رنگدانه‌های غیر طبیعی و ایجاد جهش در تولید مثل جنسی قارچ‌ها، از مهمترین اثرهای ویروس‌ها بر قارچ‌های میزبان می‌باشند (Pearson *et al.* 2009, Nuss 2005). ویروس قارچ‌ها قادر هستند، پروتیین‌هایی را

تولید نمایند که برای گونه‌های نزدیک و یا سایر جدایه‌های آن قارچ کشنده باشد، پدیده‌ای که از آن به نام "پدیده کشندگی" یاد می‌شود (Kumar & Chandel 2016). پدیده کشندگی اولین بار توسط لوئی پاستور در قارچ *Saccharomyces cerevisiae* یا مخمر نان مشاهده گردید. در ابتدا باور بر این بود که پدیده کشندگی در قارچ مذکور در اثر خصوصیات ژنتیکی موجود در مخمر ایجاد می‌گردد ولی بعدها وجود ویروسی با dsRNA در مخمر، عامل آن معرفی گردید. تاکنون وجود پدیده کشندگی در بعضی قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی نظیر *Ustilago maydis* و *Colletotrichum sublineolum*, *Colletotrichum graminicola* گیاهان و سیاهک ذرت، مورد شناسایی قرار گرفته است (Kumar & Chandel 2016). در طی دهه ۱۹۷۰ کشف پدیده کم‌آزاری در بعضی جدایه‌های قارچ عامل بیماری سوختگی شاه بلوط سبب گسترش زمینه‌های تحقیق در خصوص ویروس‌های قارچی گردید. بهترین حالت ویروس‌های قارچی، بروز پدیده کم‌آزاری یا کاهش توان بیماری‌زایی قارچ‌ها است. کم‌آزاری ناشی از آلودگی به ویروس‌ها در قارچ‌های *Cryphonectria parasitica*, *Rosellinia necatrix*, *Rhizoctonia solani*, *Diaporthe ambigua*, *Botrytis* spp. و *Magnaporthe oryzae* شناخته شده‌اند (Nuss 2005, Xie & Jiang 2014). کم‌آزاری *Sclerotinia sclerotiorum* مرتبط با DNA virus 1 به صورت سوسپانسیونی از ذرات ویروسی یا ریسه‌های آلوده به ویروس این قارچ برای مدیریت بیماری پوسیدگی ساقه کلزا استفاده شده و سبب کاهش قابل توجه شدت بیماری شده است (Jiang & Ghabrial 2013, Xie & Jiang 2014). نتایج تحقیقی در مورد کم‌آزاری جدایه‌ای از *Cryphonectria parasitica*، عامل سوختگی شاه بلوط نشان داده که آلودگی به ویروس CHV1 سبب تولید رنگدانه‌های غیر طبیعی قهوه‌ای در پرگنه سفیدرنگ و کاهش رشد و قدرت بیماری‌زایی قارچ می‌شود (Nuss 2005, Craven et al. 1993). بروز پدیده کم‌آزاری در اثر ویروس Fgv1 در قارچ *Fusarium graminearum* عامل سوختگی سنبله گندم نیز شناخته شده است. این ویروس سبب کاهش رشد رویشی و تولید میکوتوکسین و تولید رنگدانه‌های غیرطبیعی در پرگنه این قارچ مهم بیمارگر می‌شود (Chu et al. 2002, King et al. 2011). چند ویروس dsRNA و ssRNA از مخمرها نیز گزارش شده است (Wickner et al. 2013).

ویروس‌های قارچی قادر به انتقال بین سلولی از طریق جوش‌ریسه‌ای (Anastomosis) به جدایه‌های دیگر همان قارچ، یا قارچ دیگری هستند. انتقال ویروس بین جدایه‌های مختلف یک قارچ ممکن است در اثر وجود ناسازگاری رویشی در آن‌ها روی ندهد. ناسازگاری رویشی یکی از عوامل محدود کننده در استفاده از ویروس‌قارچ‌ها به‌عنوان عامل مهارزیستی است (شکل ۱). تحقیقی وجود هفت ژن VIC در ۵ یا ۶ ناحیه ژنی در جدایه‌های قارچ *C. parasitica* را در بروز ناسازگاری رویشی و همچنین انتقال ویروس‌ها موثر شناخته است (Choi *et al.* 2012). از آنجاییکه ویروس‌های قارچی فاقد فاز خارج از سلولی هستند، بنابراین محققین با استفاده از خالص‌سازی پیکره‌های ویروسی و طول کل DNA ویروسی و رونوشت RNA آزمایشگاهی، روشهای انتقال آنها را بررسی می‌نمایند. این روش‌های سنجش آلودگی باعث آسان‌تر شدن شناسایی ویروس‌ها و تعیین دامنه میزبانی آن‌ها شده‌اند. حضور ویروس‌ها در قارچ‌های میزبان‌شان از روی خصوصیات ایجاد شده در قارچ، نظیر کاهش نرخ رشد میسلیوم روی محیط آگاردار، بروز رنگدانه‌های غیرطبیعی، کاهش قدرت بیماری‌زایی، مشاهده مستقیم توسط میکروسکوپ الکترونی (EM)، الکتروفورز روی ژل پلی‌اکریل‌آمید (PAGE) و الیزا (ELISA) قابل ردیابی خواهند بود (Allen & Dawe 2003, Choi *et al.* 2012).



شکل ۱- پدیده ناسازگاری رویشی و مرگ سلولی و جلوگیری از انتشار ویروس در میسلیوم قارچ (راست)، سازگاری رویشی و انتشار ویروس در میسلیوم قارچ (چپ).

Figure 1- Vegetative incompatibility phenomenon and cellular death and inhibition of virus dissemination in fungal mycelium (Right), Vegetative compatibility and virus dissemination in fungal mycelium (Left).

نتیجه گیری و پیشنهاد

چندین ویروس به عنوان انگل جدایه‌هایی از قارچ‌های عامل سوختگی شاه‌بلوط، پوسیدگی ساقه کلزا، سوختگی سنبله گندم، سیاهک ذرت و تعدادی از کپک‌ها و مخمرها شناخته شده‌اند. این ویروس‌های قارچی موجب کاهش رشد، تکثیر و قدرت بیماری‌زایی، تولید رنگدانه‌های غیر طبیعی در میسلیم، یا ایجاد جهش در قارچ میزبان می‌شوند. این ویروس‌ها می‌توانند از راه جوش ریشه‌ای به جدایه‌های دیگر همان قارچ یا قارچ دیگری منتقل شوند و باعث بروز بیماری مشابهی در آن‌ها گردند. بنابراین شناسایی جدایه‌های کم‌آزار و آلوده به ویروس، قارچ‌های بیمارگر و استفاده از آن‌ها برای حفاظت گیاهان در برابر جدایه‌های پرآزار و مدیریت بیماری‌های گیاهی پیشنهاد می‌شود.

References

منابع

1. Allen T. D. & Dawe A. L. 2003. Use of cDNA microarrays to monitor transcriptional responses of the chestnut blight fungus *Cryphonectria parasitica* to infection by virulence-attenuating hypoviruses. *Eukaryotic Cell* 2:1253-1265.
2. Anagnostakis S. L. 1982. Biological control of chestnut blight. *Science* 215(4532): 466-471.
3. Biraghi A. 1953. Possible active resistance to *Endothia parasitica* in *Castanea sativa*. In Report Congress International Union Forest Research Organization 11: 149-157.
4. Boine B., Kingston R. L. & Pearson M. N. 2012. Recombinant expression of the coat protein of Botrytis virus X and development of an immunofluorescence detection method to study its intracellular distribution in *Botrytis cinerea*. *Journal of General Virology* 93(11): 2502-2511.
5. Castro M., Kramer K., Valdivia L., Ortiz S. & Castillo A. 2003. A double-stranded RNA mycovirus confers hypovirulence-associated traits to *Botrytis cinerea*. *FEMS Microbiology* 228(1): 87-91.
6. Chang S. S., Zhang Z. & Liu Y. 2012. RNA interference pathways in fungi: Mechanisms and functions. *Annual Review of Microbiology* 66: 305-323.
7. Cho W. K., Yu J., Lee K. M., Son M., Min K. & et al. 2012. Genome-wide expression profiling shows transcriptional reprogramming in *Fusarium graminearum* by *Fusarium graminearum* virus 1-DK21 infection. *BMC Genomics* 13: 173-188.

8. Choi G. H., Dawe A. L., Churbanov A., Smith M. L., Milgroom M. G. & Nuss D. L. 2012. Molecular characterization of vegetative incompatibility genes that restrict hypovirus transmission in the chestnut blight fungus *Cryphonectria parasitica*. *Genetics*, 190(1): 113-127.
9. Chu Y. M., Jeon J. J., Yea S. J., Kim Y. H., Yun S. H., Lee Y. W. & Kim, K.H. 2002. Double-stranded RNA mycovirus from *Fusarium graminearum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(5): 2529-2534.
10. Graven M., Pawlyk D., Choi G. H. & Nuss D. L. 1993. Papain-like protease p29 as a symptom determinant encoded by a hypovirulence-associated virus of the chestnut blight fungus. *Journal of Virology* 67: 6513-6521.
11. Ghabrial S. A., Caston J. R., Jiang D., Nibert M. L. & Suzuki N. 2015. 50-plus years of fungal viruses. *Virology* 479: 356-68.
12. Heiniger U. & Rigling D. 1994. Biological control of chestnut blight in Europe. *Annual review of phytopathology* 32(1): 581-599.
13. Howitt R., Beever R. E., Pearson M. N. & Forster R. L. 1995. Presence of double-stranded RNA and virus like particles in *Botrytis cinerea*. *Mycological Research* 99 (12): 1472-1478.
14. Jiang D., Fu Y. & Ghabrial S. A. 2013. Mycoviruses: Chapter eight-Viruses of the plant pathogenic fungus *Sclerotinia sclerotiorum*. *Advanced Virus Research* 86: 215-248.
15. King A. M., Adams M. J. & Lefkowitz E. J. 2011. Virus taxonomy: Classification and nomenclature of viruses: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses: Elsevier.
16. Kleinschmidt W. J. & Ellis, L. F. 1968. Statolon, as an inducer of interferon. In Ciba Foundation Symposium-Interferon (pp. 39-49). John Wiley & Sons, Ltd..
17. Kotakadi V. S., Gaddam S. & Sai Gopal D. V. R. 2012. Serological tests for detection of sunflower necrosis Tospo virus causing necrosis disease of sunflower (*Helianthus annuus*). *The Bioscan* 7(3): 543-545.
18. Kumar V. & Chandel. S. 2016. Mycoviruses and their role in biological control of plant diseases. *International Journal of Plant Science* 11 (2): 375-382.
19. Kwon S. J., Lim W. S., Park S. H. & Park M. R. 2007. Molecular characterization of a dsRNA mycovirus, *Fusarium graminearum* virus-DK21, which is phylogenetically related to hypoviruses but has a genome organization and gene expression strategy resembling those of plant potex-like viruses. *Molecules and Cell* 23: 304-315.

20. Lee K.M., Cho W.K., Yu J., Son M., Choi H., Min K., Lee Y.W. & Kim K.H. 2014. A comparison of transcriptional patterns and mycological phenotypes following infection of *Fusarium graminearum* by four mycoviruses. *PLoS one*, 9(6), p.e100989.
21. Llorens E., Fernandez-Crespo E., Vicedo B., Lapena L. & Garcia-Agustin P. 2013. Enhancement of the citrus immune system provides effective resistance against *Alternaria* brown spot disease. *Journal of Plant Physiology* 170: 146-154.
22. Li G., Wang D., Jiang D. & Huang H. C. 2000. First report of *Sclerotinia nivalis* on lettuce in central China. *Mycological Research* 104(2): 232-237.
23. Nibert M. L., Ghabrial S. A., Maiss E., Lesker T., Vainio E. J. & et al. 2014. Taxonomic reorganization of family Partitiviridae and other recent progress in partitivirus research. *Virus Research* 188: 128-141.
24. Nuss D. L. 2005. Hypovirulence: Mycoviruses at the fungal-plant interface. *Nature Reviews. Microbiology* 3: 632-642.
25. Pearson M. N., Beever R. E., Boine B. & Arthur K. 2009. Mycoviruses of filamentous fungi and their relevance to plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 10: 115-128.
26. Pudelko K. 2010. Mushroom VirusX (Mvx): A Novel Disease of Mushrooms in Poland. *Journal of Plant Protection Research* 50(3), 366-371.
27. Sinha B. & Tarafdar J. 2007. A study on the cause of sweet potato virus disease in West Bengal. *The Bioscan* 2(2): 163-167.
28. Wickner R. B., Fujimura T. & Esteban R. 2013. Viruses and prions of *Saccharomyces cerevisiae*. *Advances in virus research* 86: 1-36.
29. Xie J. & Jiang D. 2014. New insights into Mycoviruses and exploration for the biological control of crop fungal diseases. *Annual Review of Phytopathology* 52: 45-68.
30. Yaegashi H., Nakamura H., Sawahata T., Sasaki A., Iwanami Y., Ito T. & Kanematsu S. 2012. Appearance of mycovirus-like double-stranded RNAs in the white root rot fungus, *Rosellinia necatrix*, in an apple orchard. *FEMS Microbiology Ecology* 83: 49-62.
31. Zhang D. X., Spiering M. & Nuss D. L. 2014. Characterizing the roles of *Cryphonectria parasitica* RNA-dependent RNA polymerase-like genes in antiviral defense, viral recombination and transposon transcript accumulation. *PLoS One* 9: e108653.