

La eficacia de los fungicidas contra los patógenos foliares en el trigo depende de ciertos factores.

Автор(и): проф. д-р Иван Киряков, Добруджански земеделски институт в гр. Ген. Тошево

Дата: 14.03.2019 Брой: 3/2019



El tratamiento de los cultivos de trigo con fungicidas es, y en esta etapa sigue siendo, una medida principal para el control de patógenos foliares. La eficacia de los fungicidas contra estos patógenos está determinada por sus mecanismos de acción y por factores relacionados con el curso del proceso patológico (infección, período de incubación y manifestación de la enfermedad).

Dependiendo del mecanismo de acción (MOA), los fungicidas se agrupan en 11 grupos principales (código FRAC). Una gran parte de ellos son penetrantes o sistémicamente penetrantes. Además, una proporción

significativa de fungicidas tiene un efecto curativo, siempre que se apliquen de 24 a 96 horas después de que los patógenos hayan entrado en los tejidos de la planta. Algunos fungicidas tienen un efecto anti-esporulante, es decir, no suprimen el desarrollo del patógeno en los tejidos, pero inhiben la esporulación.

Los factores relacionados con el curso del proceso patológico incluyen: presencia de inóculo primario (infección inicial), presencia de condiciones climáticas adecuadas y presencia de un huésped susceptible. La combinación óptima de estos factores conduce al desarrollo y manifestación de la enfermedad.

La presencia de inóculo primario es de suma importancia para el desarrollo y propagación de enfermedades. En general, los patógenos foliares en el trigo poseen alta infectividad, es decir, esporas individuales pueden causar infección. Además, estos patógenos son policíclicos, lo que a su vez crea la necesidad de que se completen varios ciclos de desarrollo para alcanzar un nivel infeccioso para el desarrollo de un brote epifitótico (epidemia).

El período requerido para completar un ciclo es de importancia esencial para la propagación masiva de una enfermedad determinada. Así, por ejemplo, la duración de un ciclo (período de incubación) para el agente causal de la roya parda (*Puccinia triticina*) es de 8 a 10 días bajo temperatura y humedad óptimas para el desarrollo del hongo. Para *Zymoseptoria tritici*, el agente causal de la septoriosis temprana (mancha foliar por septoria), el período de incubación (desarrollo asintomático del patógeno) es de 14 a 28 días dependiendo de las condiciones climáticas y la susceptibilidad del cultivar. Esto significa que desde la infección de los tejidos hasta la aparición de la esporulación, pueden transcurrir 28 días durante los cuales no se observan síntomas.

La fuente de infección primaria también afecta el desarrollo de patógenos foliares durante el período vegetativo. En nuestro país, los agentes causales del oídio, la roya parda y la septoriosis temprana pueden invernar en los cultivos, lo que, especialmente en el caso de la septoriosis temprana, es de importancia esencial para su manifestación temprana en primavera. Otros patógenos, como el agente causal de la roya amarilla, no pueden sobrevivir el verano y por lo tanto no pueden invernar aquí, y así la infección primaria es transportada por corrientes de aire desde regiones con condiciones invernales más cálidas. En ciertos años, el agente causal de la roya parda tampoco puede invernar en Bulgaria, y por lo tanto la infección primaria es transportada por corrientes de aire desde otras regiones.

Las condiciones climáticas son el segundo factor principal que determina la patogénesis y ciclicidad de los patógenos foliares en el trigo. El desarrollo de cada patógeno ocurre dentro de ciertos límites de temperatura. *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, el agente causal del oídio, se desarrolla dentro de un rango de temperatura de 5 a 30°C, con un óptimo de 15–22°C. El desarrollo de *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, el agente causal de la roya

amarilla, ocurre a temperaturas de 0 a 23°C, con un óptimo de 9–15°C. Es importante señalar que estos rangos de temperatura difieren en las distintas etapas de la patogénesis.

La humedad es un factor importante que determina el desarrollo de una enfermedad determinada. En la mayoría de los casos está relacionada con el proceso de infección. *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* requiere para su desarrollo una humedad relativa del aire superior al 80%, mientras que la presencia de agua libre suprime la germinación de las esporas. La germinación de las esporas de *Zymoseptoria tritici* es posible en presencia de agua libre o humedad relativa superior al 85% durante más de 30 min/h o precipitaciones superiores a 0,2 mm. La presencia de precipitaciones superiores a 1 mm durante 4 días crea condiciones favorables para la infección. En general, la combinación de temperatura y humedad óptimas determina la duración del período de incubación y, por lo tanto, el número de ciclos de desarrollo de un patógeno determinado durante el período vegetativo.

El huésped (el cultivar) es el tercer factor principal que influye en la patogénesis de los patógenos foliares. Si un alto fondo infeccioso se combina con condiciones climáticas óptimas para el desarrollo de un patógeno determinado, el período de incubación en cultivares altamente susceptibles es significativamente más corto que en cultivares con resistencia parcial. Esto también se aplica a cultivares que han perdido resistencia debido a cambios en el potencial de virulencia dentro de la población de un patógeno determinado.

Una de las principales razones de la pérdida de resistencia es la presión de "selección" ejercida sobre el patógeno respectivo a través de la propagación masiva de cultivares con resistencia específica a razas idéntica. Un ejemplo es el desarrollo epifitótico de la roya parda en nuestro país en 2018. La introducción masiva de cultivares extranjeros en el país condujo a cambios en el potencial de virulencia del patógeno, como resultado de lo cual cultivares que habían mostrado buena resistencia en años anteriores se vieron drásticamente afectados.

La etapa de desarrollo ontogenético del huésped (fenofase) juega un papel importante en la manifestación y el daño causado por una enfermedad determinada. La información sobre las fenofases críticas del desarrollo del cultivo es de importancia esencial para la aplicación efectiva de fungicidas. Numerosos estudios muestran que la hoja bandera tiene la mayor participación en la formación del rendimiento en el trigo entre las hojas que se desarrollaron durante el período de alargamiento del tallo (después de la etapa del 1er nudo). Ella, junto con la espiga, proporciona alrededor del 65% del rendimiento (la cifra) – la 2ª y 3ª hojas debajo de la hoja bandera proporcionan aproximadamente el 30% del rendimiento, mientras que la participación de la 4ª hoja está por debajo del 5%, y la de la 5ª – 0%. Esto debería determinar la estrategia para la aplicación de fungicidas contra

patógenos foliares, **es decir, la protección debe estar dirigida a preservar las últimas tres hojas de la planta.**

La contribución proporcional de las hojas y la espiga a la formación del rendimiento permite pronosticar el desarrollo de patógenos foliares y aplicar fungicidas de manera efectiva al alcanzar un cierto nivel de daño económico (EIL). Según la Orden No. RD11-536/21.03.2017 del Director Ejecutivo de la Agencia Búlgara de Seguridad Alimentaria, el EIL en trigo con respecto a patógenos foliares es el siguiente:

- *Fenofases 1er – 2do nudo.* 10% de infestación del área foliar por oídio y 5% de infestación por enfermedades de septoria, roya amarilla y parda;
- *Fenofases emergencia de la hoja bandera–espigado.* 10% de infestación del área foliar debajo de la hoja bandera por oídio y 5% por septoriosis, roya amarilla y parda.

El cumplimiento del EIL especificado por fenofases asegura una aplicación efectiva de fungicidas. Esto, sin embargo, no significa que durante el período vegetativo no puedan ocurrir cambios que requerirían un tratamiento entre las fases indicadas. En general, los fungicidas tienen un cierto período de actividad después del cual su eficacia se debilita o cesa. En la mayoría de los casos este período no excede los 10–14 días, por lo que su aplicación como medida preventiva en ausencia de los factores mencionados anteriormente conduciría a un aumento significativo de costos sin efecto económico. La roya amarilla puede citarse como ejemplo. En la mayoría de los años, los primeros síntomas de esta enfermedad se observan en la etapa de emergencia de la lígula de la hoja bandera, pero debido al aumento de las temperaturas, el desarrollo del patógeno cesa. En algunos años, los síntomas pueden observarse después de la formación del 2do nudo y antes de la aparición de la hoja bandera. ***Esto requiere un monitoreo continuo de los cultivos durante el período de alargamiento del tallo y la aplicación inmediata de un fungicida ante la aparición de síntomas y la presencia de condiciones adecuadas.***

Como ya se mencionó, la duración del período de incubación es de importancia esencial para determinar el momento del tratamiento. Los agentes causales del oídio, la roya amarilla y la roya parda tienen un período de incubación relativamente corto, lo que permite una manifestación rápida de síntomas y, por lo tanto, una organización oportuna de medidas de protección vegetal. El período de incubación más largo del agente causal de la septoriosis temprana (14–28 días) no permite un control químico efectivo después de la aparición de los primeros síntomas, ya que es imposible predecir hasta qué punto las hojas que contribuyen al rendimiento están afectadas. En este caso, el monitoreo en la fenofase del 2do nudo y la aplicación correspondiente de un

fungicida no protegerían la tercera hoja si ya ha comenzado a desplegarse. **Específicamente para la septoriosis temprana el monitoreo debe realizarse en la fenofase de erectación de la roseta.** Si hay infección primaria (más a menudo el resultado de la invernada del patógeno en el cultivo), las condiciones climáticas son favorables, la densidad del cultivo es alta y están presentes otras condiciones para la retención prolongada de humedad en el cultivo, debe aplicarse un fungicida apropiado. El uso de un fungicida bajo estas condiciones debe alinearse con la posibilidad de proteger la 3ª hoja debajo de la hoja bandera. La aplicación otoñal de fungicidas contra esta enfermedad puede limitar su desarrollo, pero no puede prevenirlo en primavera, y por lo tanto no se recomienda.

Determinar el momento del tratamiento es de importancia esencial para el control efectivo de patógenos foliares. El momento óptimo es cuando las hojas que queremos proteger están completamente desplegadas. El tratamiento en un momento en que las hojas no están completamente desplegadas reduce la eficacia del fungicida, especialmente si tiene actividad de contacto o penetrante. Con un tratamiento posterior existe el riesgo de que ocurra una infección antes de que se aplique el fungicida, lo que reduce su eficacia. Un ejemplo es el control ineficaz de la roya parda en 2018. A pesar de dos o tres tratamientos de los cultivos, muchos agricultores encontraron una infestación significativa de la hoja bandera, a pesar de que no había síntomas en el momento de la aplicación del fungicida.

El análisis realizado hasta ahora de los factores que influyen en la eficacia de los fungicidas contra patógenos foliares muestra que su aplicación debe llevarse a cabo después de un monitoreo exhaustivo de los cultivos en las fenofases críticas para el desarrollo del cultivo y en presencia de condiciones favorables para el desarrollo de los patógenos. Descuidar estos factores conduce a aumentos innecesarios en los costos de producción. El aumento en el número de tratamientos, especialmente con fungicidas del mismo grupo MOA, crea un riesgo de aparición de formas resistentes a fungicidas en las poblaciones de patógenos, lo que reduce drásticamente su eficacia.