

Chương 4

SỰ LƯU TỒN, LAN TRUYỀN VÀ PHÂN BỐ CỦA MẦM BỆNH

MH 210-04

Giới thiệu

Bài học giới thiệu về các bộ phận và cách lưu tồn của mầm bệnh trong tự nhiên, sự xâm nhiễm của mầm bệnh vào mô thực vật

Mục tiêu

Kiến thức:

+ Trình bày được sự lưu tồn, lan truyền và xâm nhiễm của mầm bệnh.

Kỹ năng:

+ Giải thích được cơ chế gây hại của mầm bệnh đối với cây trồng.

Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Biết được quá trình xâm nhiễm của mầm bệnh vào thực vật vận dụng vào việc ứng phó hạn chế sự gây hại của mầm bệnh.

1. Sự lưu tồn của mầm bệnh

Khi không còn các loại ký chủ thích hợp (sau mùa thu hoạch) ký sinh phải tìm cách để có thể sống sót được cho đến mùa trồng tiếp theo. Trong thời gian này ký sinh phải chịu các điều kiện khắc nghiệt như thiếu nguồn thức ăn, khô hạn hoặc giá lạnh. Trong tình trạng ký sinh hoặc phải có khả năng hoại sinh hoặc để có thể tiếp tục sống trên xác bã của ký chủ hoặc phải chuyển đổi cấu tạo cơ thể sang dạng bền vững hơn để chịu đựng được điều kiện khắc nghiệt của thời tiết và sống tiềm sinh trong thời gian này. Cách sống tiềm sinh này còn được gọi là sự lưu tồn của ký sinh hay của mầm bệnh.

1.1. Các bộ phận lưu tồn

Một số dạng bào tử nấm có khả năng lưu tồn lâu dài trong điều kiện khắc nghiệt của thời tiết là: bào tử áo (chlamydospore), bào tử đông (teleutospore, teliospore), bào tử ngủ (resting spore), hạch nấm (sclerotium) và cả bào tử đỉnh (conidium) có vách dày của một số chi nấm. Thí dụ:

- Nấm *Fusarium* có khả năng hình thành bào tử áo có vách dày để lưu tồn chống lại sự khô hạn.

- Nấm *Puccinia graminis* hình thành bào tử đông để chịu đựng cái lạnh khắc nghiệt của mùa đông ở vùng ôn đới.

- Bào tử đỉnh của nấm *Alternaria solani* có vách dày có thể lưu tồn trên lá khoai tây mắc bệnh héo sớm rơi rụng trên mặt đất đến 18 tháng, trong điều kiện khô hạn.

- Hạch nấm của *Rhizoctonia solani*, gây bệnh đốm vằn ở gốc lúa, thường rơi vãi trên mặt đất sau khi thu hoạch lúa. Các hạch nấm này có thể lưu tồn đến hai năm trong điều kiện khô ráo.

- Nấm *Plasmodiophora brassicae* hình thành bào tử ngủ trong vòng đời. Bào tử ngủ của chúng có thể lưu tồn đến 10 năm trong điều kiện không thuận hợp cho sự sinh trưởng của chúng.

- Tuyến trùng *Ditylenchus angustus*, gây bệnh tiêm đọt sần ở cây lúa, có thể lưu tồn nhiều tháng trong rơm rạ khô ráo bằng cách cuộn lại với nhau, để giữ ẩm cho nhau. Các cuộn tuyến trùng có thể đến 3mm đường kính và chứa vài trăm con trong mỗi cuộn.

1.2. Vị trí lưu tồn

1.2.1. Lưu tồn trong xác bã thực vật

Cách lưu tồn này rất thường gặp. Sau khi lá cây hoặc thân cành cây hoặc rễ cây đã chết đi, trên các vết bệnh có trước đó, nấm và vi khuẩn có khả năng chuyển sang sống hoại sinh, tiếp tục phát triển và sinh ra các dạng kén trên để lưu tồn cho đến khi gặp điều kiện thuận tiện thì phát triển và gây bệnh cho cây trồng ở vụ sau. Thí dụ: - Tuyến trùng *Ditylenchus angustus* gây bệnh tiêm đọt sần cho lúa, có thể lưu tồn trong ống rạ đến 4 tháng sau khi thu hoạch.

- Vi khuẩn *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, gây bệnh cháy bìa lá lúa, lưu tồn trong rơm rạ và rễ lúa sau khi thu hoạch nhiều tháng và chờ để gây bệnh cho vụ kế tiếp.

Đốt các xác bã thực vật sau một đợt dịch bệnh hoặc đốt bỏ các rơm rạ, xác bã của cây trồng sau khi thu hoạch xong giúp cho chúng ta tiêu diệt được nhiều mầm bệnh, làm giảm bớt áp lực của bệnh cho vụ sau.

1.2.2. Lưu tồn trong đất

Một số nấm, vi khuẩn và cả virus có khả năng lưu tồn trong đất qua một thời gian khá dài và sẽ gây bệnh cho hoa màu trồng sau đó.

- Nấm *Rhizoctonia solani* có thể lưu tồn trong đất được nhiều tháng và là nguồn bệnh ban đầu quan trọng cho các vụ lúa hoặc hoa màu trồng sau đó.

- Vi khuẩn *Pseudomonas solanacearum*, gây bệnh héo rũ cây cà chua, thuốc lá....lưu tồn trong đất rất lâu. Ở đất cát, có thể tìm thấy vi khuẩn này dưới độ sâu 60cm. Ở đất ruộng ngập nước, vi khuẩn này không lưu tồn bền như trong đất thoáng khí. Do đó, đất trồng cà chua hoặc thuốc lá, nếu luân canh với lúa thì áp lực của bệnh héo rũ sẽ giảm rõ rệt.

Luân canh với các loại hoa màu không có cùng một bệnh với nhau giúp giảm bớt bệnh cho các vụ sau. Tùy theo khả năng lưu tồn của các loại mầm bệnh, chúng ta có thể luân canh ngắn hạn hoặc luân canh dài hạn. Thậm chí có trường hợp phải sau ba năm chúng ta trồng lại loại hoa màu muốn bảo vệ, mới giảm được áp lực của bệnh.

1.2.3. Lưu tồn trong thực vật sống (tức ký chủ phụ hoặc ký chủ trung gian)

Mầm bệnh có thể ký sinh trong cỏ dại, lùm bụi và cả trên các loại cây trồng khác khi ký chủ chính của chúng không còn. Khả năng này của mầm bệnh còn tùy thuộc vào tính đơn thực hay đa thực của chúng. Có những mầm bệnh chỉ có thể ký sinh một loài cây hoặc một vài loài cây mà thôi, đó là các ký sinh đơn thực, hay còn gọi là các ký sinh có tính chuyên biệt cao. Trong khi đó có những mầm bệnh có thể gây bệnh cho rất nhiều loài cây, đây là những ký sinh đa thực, hay còn gọi là những ký sinh không chuyên tính hoặc có tính chuyên biệt thấp. Thí dụ: Vi khuẩn *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* có tính chuyên biệt rất cao, chúng chỉ ký sinh trên lúa, lúa hoang dại. Trong khi đó nấm *Rhizoctonia solani* lại là một ký sinh đa thực, không có tính chuyên biệt, vì nấm này có thể ký sinh trên hầu hết các loài cây trồng, trên rất nhiều loài cỏ dại, kể cả trên cây rừng.

Đối với các loài ký sinh có tính chuyên biệt cao thì biện pháp luân canh sẽ có hiệu quả cao trong việc hạn chế áp lực bệnh của chúng cho những vụ mùa sau, do chúng ta cắt đứt nguồn thực phẩm của chúng. Trong khi đó, đối với các ký sinh đa thực thì biện pháp luân canh không có hiệu quả.

Đối với một loại mầm bệnh, các ký chủ mà nó có thể ký sinh hợp lại thành một phổ ký chủ (host range). Việc tìm hiểu phổ ký chủ của các loại mầm bệnh là cần thiết để đề ra biện pháp đối phó với lối lưu tồn này của chúng.

1.2.4. Lưu tồn trong hạt giống, hom giống, mắt tháp

Nấm, vi khuẩn, tuyến trùng, mycoplasma và cả virus đều có thể lưu tồn trong và trên các bộ phận truyền giống của cây trồng.

1.2.5 Lưu tồn trong các loài ký sinh khác

Một số virus gây bệnh cho cây trồng có thể sống trong các nấm hoặc tuyến trùng sống trong đất. Các nấm và tuyến trùng này cũng ký sinh và gây bệnh cho cây trồng. Do đó các nấm hoặc tuyến trùng này đã trở thành một tác nhân truyền bệnh virus cho cây.

1.2.6. Lưu tồn trong côn trùng

Côn trùng chích hút là nơi lưu tồn quan trọng của một số loài virus thực vật. Tùy theo cách lưu tồn trong côn trùng, chúng ta chia ra bốn nhóm virus:

- Virus không lưu tồn trong côn trùng.
- Virus lưu tồn không bền trong côn trùng (nonpersistent virus): các virus này tồn tại trong côn trùng một khoảng thời gian nhất định và biến mất đi sau đó. Thí dụ: virus gây bệnh tungro (Rice Tungro Virus = RTV) lưu tồn trong rầy xanh (*Nephotettix apicalis*) trong khoảng 5 ngày, sau đó virus sẽ biến mất. Do đó, rầy xanh chỉ truyền bệnh cho cây lúa trong vòng 5 ngày mà thôi.
- Virus lưu tồn bền trong côn trùng nhưng không truyền qua trứng (persistent virus without transovarial passage): Các loài virus này tồn tại trong cơ thể côn trùng trong suốt đời sống của côn trùng ấy. Tuy nhiên, khi côn trùng có mang virus đẻ trứng, trứng không có chứa virus. Thí dụ: Virus gây bệnh lùn xoắn lá lúa (Rice Ragged Stunt Virus = RRSV)

lưu tồn trong rầy nâu (*Nilaparvata lugens*) suốt đời sống của con rầy nâu có mang virus. Trong suốt thời gian này rầy nâu có thể truyền bệnh lùn xoắn lá lúa cho các bụi lúa bị rầy nâu chích hút. Tuy nhiên, khi rầy nâu mang virus RRSV đẻ trứng, trứng không có virus và như thể rầy nâu con nở ra cũng không có sẵn virus trong cơ thể.

- Virus lưu tồn bền trong côn trùng và truyền qua trứng của côn trùng (persistent virus with transovarial passage): Các loài virus này chẳng những tồn tại suốt đời trong cơ thể của côn trùng mà còn được truyền qua trứng khi côn trùng mang virus đẻ, và lưu tồn cả trong trứng và ấu trùng nở ra từ trứng ấy. Thí dụ: Virus gây bệnh lùn cây lúa lưu tồn trong rầy xanh suốt đời sống của con rầy xanh có mang virus. Trong thời gian này con rầy xanh có mang virus RSV có thể truyền bệnh cho cây lúa mạnh. Ngoài ra, khi rầy xanh có mang virus đẻ trứng thì trứng có mang virus RSV. Khi trứng có virus nở ra ấu trùng thì ấu trùng cũng có mang virus RSV và có thể truyền bệnh cho cây lúa mạnh khi chích hút.

2. Sự lan truyền của mầm bệnh

Mầm bệnh di chuyển từ nơi lưu tồn cũng như từ nơi nó được sinh ra, đến với ký chủ, từ nơi này sang nơi khác còn được gọi là sự lan truyền. Tất cả các bệnh ký sinh đều có thể được lan truyền bằng nhiều cách khác nhau thậm chí ngay cả khi cây khỏe mạnh tiếp xúc trực tiếp với cây bệnh. Có thể chia thành 2 nhóm: lan truyền chủ động (active or autonomous dispersal) và lan truyền thụ động (passive dispersal).

Lan truyền chủ động là mầm bệnh tự thân di động sang nơi khác, đi tìm ký chủ thích hợp để ký sinh. Các loại mầm bệnh như tuyến trùng, vi khuẩn (di động nhờ có roi), nấm (do sự phát triển sợi nấm và do sự hình thành các bào tử động có roi) có thể chủ động lan truyền ra chung quanh. Sự lan truyền chủ động rất thường gặp trong đất, nước, cây có mầm bệnh, trên hạt giống và cả trên xác bã thực vật. Tuy nhiên, sự lan truyền này chỉ xảy ra trong phạm vi không gian nhỏ hẹp và với tốc độ rất chậm.

Sự lan truyền thụ động là mầm bệnh phải nhờ đến một tác nhân khác, ngoài bản thân mình, để lan truyền sang nơi khác. Gió, nước, con người, thú vật, chim chóc, côn trùng và một số mầm bệnh khác như nấm, tuyến trùng và những tác nhân quan trọng giúp mầm bệnh lan truyền đi rất xa. Có nhiều cách như sau

2.1. Gió

Gió là tác nhân mang mầm bệnh đi rất xa. Gió có thể mang bào tử nấm gây bệnh đi xa vài chục ngàn cây số. Gió còn có thể mang bào tử nấm lên cao đến trên 10.000 mét (bào tử nấm *Pyricularia oryzae*), thậm chí đến thượng tầng khí quyển và theo sự lưu chuyển của không khí ở thượng tầng mà đi xa hàng nhiều chục ngàn cây số (trường hợp của bào tử nấm *Puccinia graminis*). Các loại mầm bệnh thường được gió giúp lan truyền là bào tử nấm và vi khuẩn. Với tác nhân lan truyền này, không có biện pháp đối phó hiệu quả.

2.2. Mưa và dòng chảy

Dòng nước chảy là tác nhân mang rất nhiều loại mầm bệnh đi rất xa: vi khuẩn, tuyến trùng, bào tử nấm, hạch nấm, các mảnh thực vật có mang nấm, vv... Ở một số bệnh do vi khuẩn gây ra, nước là tác nhân lan truyền bệnh quan trọng nhất. Như ở bệnh thối

nhũn cây cải bắp do vi khuẩn *Erwinia carotovora* gây ra, vi khuẩn theo nước tưới hoặc nước mưa chảy xuống ruộng, theo dòng nước chảy sang các kinh, mương khác. Khi chúng ta dùng nước này tưới cho cải bắp, toàn thể khu vườn trồng cải bắp đều có thể bị nhiễm bệnh.

Bệnh cháy bìa lá lúa do vi khuẩn *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* gây ra, lây lan chính yếu bởi nước. Vào các buổi sáng sớm, trời ẩm ướt, vi khuẩn từ vết bệnh tuôn ra ngoài thành các giọt dịch vi khuẩn ở mặt dưới lá lúa có. Nước mưa sẽ lôi kéo vi khuẩn xuống ruộng và lan ra chung quanh do dòng nước. Do tác động của dòng nước mà bệnh có thể lan sang các bụi lúa trong cùng ruộng lúa, cũng như lan sang các ruộng lân cận hoặc được dòng nước kinh, rạch, sông đưa đi làm lan truyền bệnh đi rất xa. Ngoài ra, các giọt nước mưa rơi mạnh trên lá lúa còn có thể làm bắn các vi khuẩn có trên lá ấy sang các lá lân cận giúp bệnh lan truyền qua. Đó cách lây lan này mà sau những trận lũ lụt, bệnh cháy bìa lá thường bộc phát thành các đợt dịch bệnh trên diện tích rộng lớn. Đó là do lũ lụt thường làm cho lá lúa đổ ngã, lá bị gãy tạo các vết thương, là nơi mà vi khuẩn có sẵn trong nước xâm nhập vào lá một cách dễ dàng.

Dòng nước chảy có thể mang các hạch nấm từ ruộng lúa mắc bệnh đốm nâu (*Rhizoctonia solani*) ra kinh rạch, rồi vào các ruộng lúa khác để gây bệnh. Trong cùng một ruộng lúa, hạch nấm từ vết bệnh rơi xuống và nổi trôi trên mặt nước, tấp vào các gốc lúa lân cận và lây bệnh cho các bụi lúa này. Sau khi thu hoạch một vụ lúa có bệnh, hạch nấm rơi trên mặt đất, nằm chờ ở đó, để sang vụ lúa sau sẽ nổi trên mặt nước để xâm nhiễm và gây bệnh cho lúa của vụ kế tiếp.

2.3. Côn trùng và vi sinh vật

Các loài côn trùng đều là tác nhân làm lan truyền bệnh quan trọng. Các loài côn trùng cắn phá hoặc đục khoét tạo ra các vết thương, đồng thời mang trên mình, chân, ngàm các loại mầm bệnh trong khi cắn phá cây bệnh, đến khi sang các cây lành mạnh cắn phá sẽ làm lan truyền bệnh. Với cách lan truyền này, côn trùng có thể làm lan truyền tất cả các loại mầm bệnh như nấm, vi khuẩn, tuyến trùng, virus (lan truyền cơ học).

Đối với các loài virus lưu tồn trong côn trùng thì các loài côn trùng chích hút là môi giới truyền bệnh chính yếu và duy nhất. Trong trường hợp này thì các biện pháp phòng ngừa và trị các côn trùng chích hút có tác dụng ngừa được các bệnh do virus gây ra hiệu quả nhất.

- **Lan truyền bệnh bởi nấm và tuyến trùng:** Một số loài nấm và tuyến trùng trong đất vừa là nơi lưu tồn của một số virus gây bệnh cho cây trồng, vừa là tác nhân lan truyền các virus này.

Nấm *Ospidium brassicae* là tác nhân làm lan truyền bệnh virus TNV (tobacco necrosis virus = virus đốm lá cây thuốc lá).

Các tuyến trùng *Xyphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus* là nơi lưu tồn của một số loài virus gây bệnh cây, cũng đồng thời là tác nhân lan truyền các bệnh virus này trong khi tấn công vào cây trồng thích nghi.

2.4. Giống

- **Hạt giống, hom giống, mắt tháp:** Các bộ phận truyền giống của cây trồng đều có thể mang mầm bệnh ở trên hoặc bên trong, và khi chúng ta mang chúng đi nơi khác trồng, chúng có thể mắc bệnh và từ đây chúng làm lan truyền bệnh cho vùng này. Tất cả các tác nhân gây bệnh (nấm, vi khuẩn, virus, mycoplasma, tuyến trùng, vv...) đều có thể lan truyền bệnh bằng con đường này.

Mía mắc các bệnh do virus cũng có mang mầm bệnh trong hom giống, khi đem trồng có thể làm lan truyền bệnh cho vùng trồng mới.

Tuyến trùng *Aphelenchoides besseyi* gây bệnh khô đầu lá lúa thường lưu tồn trên hạt lúa và được lan truyền do lấy hạt lúa trên ruộng mắc bệnh làm giống trồng cho vụ sau.

Chọn lựa hạt giống, hom giống, củ giống, mắt tháp,... từ các ruộng không mắc bệnh để trồng và áp dụng các biện pháp khử độc hạt giống, hom giống trước khi đem trồng là các biện pháp tốt để ngăn chặn bệnh lây lan bằng con đường này.

2.5. Cơ học

- **Lan truyền bằng con đường cơ học:** Một số mầm bệnh có thể lan truyền qua sự tiếp xúc giữa lá của cây bệnh và lá của cây mạnh. Thí dụ như virus TMV (tobacco mosaic virus) gây bệnh khảm cây thuốc lá có thể lan truyền bằng con đường này. Do trên mặt lá thuốc có nhiều lông nhỏ. Các lông này có thể bị gãy tạo vết thương nhỏ khi hai lá thuốc chạm nhau hoặc khi bị gió thổi đưa đẩy. Với các vết thương này, virus từ lá thuốc mắc bệnh có thể lan truyền sang cây thuốc lành mạnh trồng bên cạnh.

Ngoài ra, ở một số trường hợp mầm bệnh còn có thể bám trên các nông cụ (dao, kéo xén tĩa, vv...), trên tay chân của người chăm sóc hoa màu, trên mình của các con thú đi ngang qua và cả trên chân, mình và khẩu kiện của côn trùng cắn phá ở cây bệnh, rồi từ đó lan truyền sang cây lành mạnh. Phần lớn các loại mầm bệnh đều có thể được lan truyền bằng cách này như nấm, vi khuẩn, tuyến trùng, mycoplasma và các virus lan truyền cơ học.

2.6. Con người

Con người là tác nhân làm lan truyền mầm bệnh đi rất xa, qua sự trao đổi hàng hóa, mua bán nông sản, đi du lịch. Với phương tiện hiện đại, con người có thể mang nông sản theo trong khi đi du lịch nước ngoài với khoảng cách rất xa và từ đó làm lan truyền mầm bệnh đi khắp thế giới.

Để ngăn chặn sự lan truyền bệnh theo con đường này, chính phủ các nước tổ chức các trạm kiểm dịch thực vật ở các cửa khẩu như phi cảng, hải cảng, các cảng sông hoặc trên các trục lộ giao thông bộ quốc tế.

3. Sự xâm nhiễm của mầm bệnh

3.1. Giai đoạn tiền xâm nhiễm

Giai đoạn tiền xâm nhiễm được tính từ lúc mà mầm bệnh bắt đầu tiếp xúc với mặt ngoài của ký chủ cho đến khi xâm nhập được vào trong mô của ký chủ. Ở giai đoạn này mầm bệnh tìm cách bám dính vào mặt ngoài của ký chủ bằng nhiều cách, nhờ cấu tạo đặc

biệt của nó. Cấu trúc của mầm bệnh giúp chúng bám dính dễ dàng gồm có: chất dịch nhầy bên ngoài chúng (vi khuẩn), có lông nhỏ chung quanh hoặc lông có móc (một số bào tử nấm) hoặc có những vôi bám nhỏ. Một số yếu tố của giai đoạn này còn góp phần cho sự xâm nhập của mầm bệnh.

- **Nguồn bệnh và áp lực của nguồn bệnh:** Là Sự hiện diện của mầm bệnh, mật số và sức khả năng tấn công của mầm bệnh. Áp lực của nguồn bệnh cao đồng nghĩa với mật số của nguồn bệnh cao và nguồn bệnh ấy rất độc đối với ký chủ, khả năng gây hại thành dịch sẽ cao và ngược lại.

- **Các hoạt động của mầm bệnh trong giai đoạn tiền xâm nhiễm:**

- **Virus:** không có giai đoạn tiền xâm nhiễm mà phụ thuộc vào các loại môi giới truyền bệnh như côn trùng chích hút truyền thẳng mầm bệnh vào mô cây, cây giống có sẵn mầm bệnh hoặc các tác nhân cơ học, vv...

- **Vi khuẩn:** hoạt động tiền xâm nhiễm là bám dính và di động trên bề mặt của ký chủ để tìm nơi xâm nhập vào trong mô cây.

- **Tuyến trùng** rất hoạt động và khi đã gặp mặt ngoài của ký chủ thì có khả năng định hướng và di động tiến về phía mô cây thích hợp (rễ, thân, lá hoặc hoa) để ký sinh.

- **Nấm** là có hoạt động tiền xâm nhiễm rất đặc biệt. Ở một số lớn loài nấm, bộ phận hoạt động trong giai đoạn tiền xâm nhiễm là bào tử. Hoạt động tiền xâm nhiễm của chúng là nảy mầm sẽ hình thành ống mầm trước và cho ra sợi nấm, sợi nấm phát triển để tìm nơi xâm nhập vào mô của ký chủ. Trong giai đoạn này, các yếu tố của môi trường như nhiệt độ, ẩm độ không khí, ẩm độ trên bề mặt của ký chủ, các chất hóa học dưới dạng dung dịch hoặc dạng khí ảnh hưởng rất quan trọng lên sự nảy mầm và tốc độ nảy mầm của bào tử nấm cũng như lên sự phát triển của sợi nấm.

Tốc độ nảy mầm của bào tử nấm tùy thuộc vào loài nấm và dao động trong khoảng từ 40 phút đến 8 giờ. Loài nấm có tốc độ nảy mầm nhanh thường gây bệnh trầm trọng cho cây trồng hơn so với các nấm có tốc độ nảy mầm chậm. Bởi vì ngoài thiên nhiên, thời gian hội đủ các điều kiện cho bào tử nấm nảy mầm thường không kéo dài. Do đó loài nấm nào có tốc độ nảy mầm nhanh thường có nhiều cơ hội để nảy mầm hơn.

3.2. Giai đoạn xâm nhập vào trong mô ký chủ

Mầm bệnh có hai cách xâm nhập vào trong mô của ký chủ: xâm nhập thụ động và xâm nhập chủ động.

- **Xâm nhập thụ động** là mầm bệnh nhờ một tác nhân nào đó đưa vào sâu trong mô của ký chủ, chứ không tự xâm nhập vào. Hình thức này dễ thấy ở Virus và mycoplasma. Côn trùng môi giới đưa trực tiếp các mầm bệnh này vào trong mô của cây trong quá trình chích hút của nó. Các dụng cụ chăm sóc cây như dao, kéo, vv... có dính mầm bệnh, khi tạo nên vết thương cho cây lành mạnh, sẽ đưa các loại mầm bệnh này vào trong mô cây. Ngoài ra, khi tháp cây với các mắc tháp có chứa mầm bệnh Virus hoặc mycoplasma thì chúng ta cũng đưa luôn mầm bệnh vào trong cây được tháp.

- **Xâm nhập chủ động** là mầm bệnh tự tìm cách xâm nhập vào trong mô cây theo ba cách sau:

1. Xâm nhập qua vết thương: Vết thương trên cây có thể do mưa gió, động vật cắn phá, côn trùng chích hút gây ra. Vết thương còn do dụng cụ chăm sóc cây gây ra như vết cắt xén, vết thương do dao, cuốc gây ra trong khi săn sóc cây, vết đứt rễ do lúc bứng cây đem trồng, hoặc do lúc bón phân, làm cỏ, xới đất gây nên. Ngoài ra vết thương nơi mô cây bị nhiễm độc và chết đi hay những vết nứt khi chồi non từ cành, thân cây đâm ra cũng là con đường để mầm bệnh có cơ hội xâm nhập vào.

Các tuyến trùng nội ký sinh thường đào hang để chui sâu vào trong rễ cây mà ký sinh. Các hang của chúng đào thường là cửa ngõ thuận lợi cho các loại nấm trong đất xâm nhập sâu vào bên trong rễ cây, như nấm *Fusarium*, *Verticillium*. Do đó các hoa màu khi bị tuyến trùng nội ký sinh như *Meloidogyne* xâm nhập thường bị hại bởi các nấm trong rễ. Thí dụ: Dưa hấu bị chạy dây (*Fusarium oxysporium*) thường là hậu quả của tuyến trùng trong đất. Khi trừ hoặc ngừa được tuyến trùng thì bệnh chạy dây giảm đi đáng kể.

2. Xâm nhập qua các cửa ngõ tự nhiên: Các cửa ngõ tự nhiên trên cây bao gồm các khí khẩu (stoma) ở lá, bì khẩu (lenticels) ở thân, cành và các thủy khẩu (hydathodes) ở trên lá của một số loài cây. Các cửa ngõ này có mục đích giúp cây hô hấp và trao đổi chất với bên ngoài, do đó chúng không có các bộ phận bao che tốt như lớp cutin hoặc lớp sáp. Vì được cấu tạo hở nên các cửa ngõ này rất dễ được các loại mầm bệnh có cách xâm nhập chủ động lợi dụng và xâm nhập vào một cách dễ dàng.

Vi khuẩn và nấm có thể xâm nhập qua các cửa ngõ tự nhiên này. Thí dụ: Vi khuẩn *Pseudomonas phaseolicola*, gây bệnh đốm lá đậu cô ve, xâm nhập vào lá qua các khí khẩu trên lá. Vi khuẩn thường tập trung quanh khí khẩu để tìm cơ hội xâm nhập vào

Vi khuẩn gây bệnh ghẻ ở củ khoai tây cũng xâm nhập qua các bì khẩu trên vỏ của củ khoai.

Các bào tử nấm có thể xâm nhập theo con đường này bằng cách nảy mầm cho ra sợi nấm nhỏ, sợi nấm này mọc dài ra và được thu hút bởi các chất, được sinh ra do sự trao đổi chất với bên ngoài của khí khẩu. Khi đến khí khẩu, sợi nấm tập trung nguyên sinh chất vào đầu cuối tạo thành chỗ phồng to lên, và hình thành đĩa áp. Từ phía dưới đáy của đĩa áp, hình thành một sợi nấm rất nhỏ, mọc xuyên qua hai tế bào của khí khẩu vào khoảng trống dưới khí khẩu. Tại đây, sợi nấm phình to ra và tạo thành vòi xâm nhập. Từ vòi xâm nhập mọc ra vài sợi xâm nhập len lỏi giữa các tế bào và lan dần ra.

Xâm nhập theo con đường này thì khả năng xâm nhập của mầm bệnh tùy thuộc vào số lượng khí khẩu hoặc bì khẩu hoặc thủy khẩu của ký chủ.

3. Xâm nhập trực tiếp qua biểu bì lành lặn của ký chủ: Có hai trường hợp: biểu bì non (không có lớp cutin hoặc lớp mô bần che chở) và biểu bì có lớp cutin hoặc lớp mô bần che chở.

a) Trường hợp biểu bì non: Các mô còn non như thân non, hoa, rễ non,... không có lớp cutin hoặc lớp mô bần che chở nên rất mềm yếu, do đó các ký sinh có thể xâm nhập

qua lớp biểu bì non này một cách dễ dàng. Thí dụ như nấm *Plasmodiophora brassicae* xâm nhập vào rễ non của cây cải bắp hoặc nấm *Fusarium vasinfectum* xâm nhập vào vùng đầu rễ non của cây bông vải. Tuyến trùng cũng tìm đến phần non của rễ để xâm nhập vào

b) Trường hợp biểu bì có lớp cutin hoặc lớp mô bần che chở

Trường hợp này, lớp cutin hoặc lớp mô bần như một tấm giáp che chở làm trở ngại lớn cho sự xâm nhập của ký sinh. Chỉ có những mầm bệnh có khả năng đặc biệt mới có thể xuyên thủng qua lớp giáp này. Để có thể xâm nhập xuyên qua lớp cutin hoặc lớp mô bần, bào tử nấm sau khi nảy mầm cho ra sợi nấm ngắn, phải hình thành đĩa áp (appressorium) để tạo áp lực đủ mạnh để đâm xuyên qua lớp cutin của tế bào biểu bì. Đĩa áp là một bọc phình to ra ở đầu của sợi nấm, nơi đây tích lũy nguyên sinh chất của nấm để tạo nên một áp lực thật cao. Bên dưới của đĩa áp được hình thành một vòi nhỏ, hẹp, và với áp lực rất cao, lên đến 7 atm, vòi nhỏ này có thể chọc thủng lớp cutin hay lớp mô bần và xâm nhập vào bên trong tế bào biểu bì.

Ở một số nấm khác, đĩa áp của nấm tiết ra các enzym để phá hủy lớp cutin hoặc lớp mô bần khi xâm nhập, tức là kết hợp tác động hóa học với tác động cơ học để xâm nhập. Thí dụ như trường hợp nấm *Pyricularia oryzae*. Nấm *Rhizoctonia solani* cũng xâm nhập vào tế bào ký chủ theo cơ chế này.

Khi vào được bên trong tế bào biểu bì, vòi xâm nhập phình to ra, hình thành bọc sơ cấp (primary vesicle), rồi bọc thứ cấp (secondary vesicle). Từ bọc thứ cấp nấm tiết ra enzym thích nghi để đâm xuyên qua vách của tế bào để xâm nhập vào tế bào lân cận. Như vậy, sợi nấm đã dùng tác động cơ học để chọc thủng lớp cutin hoặc lớp mô bần, và dùng tác động hóa học để chọc thủng vách tế bào.

Trong trường hợp của nấm *Armillariella mellea*, nấm này cũng phải dùng tác động hóa học để xâm nhập vào rễ cây. Tuy nhiên, do khả năng tiết ra enzym của một sợi nấm không đủ sức phá vỡ lớp mô bần của rễ nên phải hình thành một lớp sợi nấm dày đặc bao quanh khúc rễ cần xâm nhập, được gọi là lớp nấm dạng rễ (rhizomorph). Nhờ sự hợp sức của rhizomorph, nấm mới có đủ enzym phá vỡ lớp mô bần mà xâm nhập vào trong.

- Thời kỳ ủ bệnh

Sau khi xâm nhập vào cây, mầm bệnh bắt đầu phát triển bên trong mô của ký chủ và bắt đầu gây ra hiện tượng bệnh lý. Tuy nhiên, triệu chứng bệnh bên ngoài của cây chưa xuất hiện ra ngay mà phải sau một thời gian. Trên nguyên tắc thì kể từ lúc mầm bệnh bắt đầu xâm nhập được vào khối lớp cutin hoặc lớp mô bần thì ký chủ được xem như đã mắc bệnh. Tuy nhiên trong thực tế phải sau một thời gian, ký chủ mới thể hiện triệu chứng bệnh. Khoảng thời gian từ khi bắt đầu nhiễm bệnh đến khi triệu chứng bệnh xuất hiện được gọi là thời gian ủ bệnh.

Thời gian ủ bệnh dài hay ngắn tùy thuộc vào nhiều yếu tố:

- **Loại mầm bệnh và loại cây trồng:** mỗi loại mầm bệnh có thời gian ủ bệnh khác nhau trên các loại cây trồng khác nhau. Thí dụ: Nấm *Phytophthora infestans* gây bệnh mốc

sương cây khoai tây có thời gian ủ bệnh là 4 ngày, trong khi đó nấm *Ustilago maydis*, gây bệnh than đen trên cây bắp, có thời gian ủ bệnh là 20 ngày.

- **Điều kiện ngoại cảnh** cũng có ảnh hưởng lớn lên thời gian ủ bệnh của một bệnh nhất định. Nhiệt độ, ánh sáng, giống cây trồng, phân bón cho cây trồng đều có ảnh hưởng:

- Mỗi bệnh có một nhiệt độ tối hảo ứng với thời gian ủ bệnh ngắn nhất. Nhiệt độ cao hơn hoặc thấp hơn đều làm kéo dài thời gian ủ bệnh ra. Thí dụ: Nấm *Puccinia graminis* có thời gian ủ bệnh là 5 ngày ở 23,5°C, và kéo dài đến 12 ngày và 22 ngày ứng với nhiệt độ 0°C và 4°C

- Trời âm u làm rút ngắn thời gian ủ bệnh của bệnh cháy bìa lá lúa (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*).

- Bón phân N quá cao cho cây trồng giúp rút ngắn thời gian ủ bệnh lại. Thí dụ trường hợp bệnh cháy lá lúa do nấm *Pyricularia oryzae*.

- Bệnh trên giống cây nhiễm bệnh có thời gian ủ bệnh ngắn hơn trên giống cây kháng bệnh.

3.3. Giai đoạn phát triển bên trong mô ký chủ

Sau khi đã xâm nhập vào mô ký chủ, mầm bệnh tìm cách phát triển để gây bệnh cho ký chủ. Tuy nhiên không phải khi đã xâm nhập vào được là mầm bệnh đã có thể gây bệnh cho cây, bởi vì cây còn có thể có khả năng kháng bệnh chủ động, chống lại với sự phát triển của mầm bệnh bằng nhiều cách.

- Virus: sau khi được đưa vào, Virus xâm nhập vào nguyên sinh chất của tế bào ký chủ. RNA của Virus tiến hành điều khiển các tiến trình sinh lý của tế bào ký chủ để sản xuất ra nhiều RNA của Virus (sự tái sản của Virus). Tiến trình sinh lý bất thường này đưa đến tình trạng bệnh lý của ký chủ.

Vi khuẩn, sau khi xâm nhập vào khối khí khẩu hoặc thủy khẩu, tiết ra enzym cần thiết để phân hủy pectin của vách tế bào ký chủ và len lỏi, phát triển ở phần giữa các vách của hai tế bào. Sau đó vi khuẩn tiếp tục dùng enzym phá hủy vách tế bào, và tiến đến nguyên sinh chất của tế bào ký chủ để tiếp tục công phá, cũng bằng enzym. Sự phá hủy pectin, vách tế bào và nguyên sinh chất của tế bào ký chủ là để vi khuẩn hấp thu các dưỡng liệu cần thiết cho sự sinh trưởng của nó và cho sự sinh sản các vi khuẩn mới. Khi mật số của chúng tăng lên, chúng lan dần ra chung quanh điểm bắt đầu xâm nhiễm. Không phải một cá thể vi khuẩn di động để lan ra mà là sự sinh sản của vi khuẩn làm tăng mật số lên, nhờ đó chúng lan rộng ra chung quanh. Trong quá trình phá hủy mô của ký chủ, bên cạnh các enzym chúng còn tiết ra các độc tố. Các độc tố này làm cho tế bào ký chủ bị ngộ độc và chết nhanh chóng. Như vậy, dưới tác động của các enzym và độc tố, mô của cây bị đặt trong tình trạng bệnh lý. Có những loài vi khuẩn, sau khi xâm nhập, chúng nhanh chóng tiến vào mạch nhựa của ký chủ và phát triển trong mạch nhựa. Thí dụ như vi khuẩn *Ralstonia solanacearum* gây bệnh héo rũ cây cà chua, triệu chứng héo rũ là do vi khuẩn