الباب السابع

أمراض النبات
المتسببة عن بروتوزوا سوطية

Plant Diseases Due To Flagellata Protozoa

المتسببة عن بروتوزوا سوطية

أن بعض السوطيات التريبانوسمية، يعني وحيدة الخلية من طائفة ماستيقوفورا Mastig-ophora رتبة كاينتوبلاستدا Kinetoplastida، عائلة تريبانوسوماتيدا Trypanosomatidae ، قد عرفت بأنها تتطفل على النباتات من مدة ثمانين سنة تقريباً. ولقد إقترح عدة مرات من قبل الباحثين على هذه السوطيات، أن هذه الكائنات قد تكون ممرضة لعوائلها النباتية، ولقد قدمت دلائل جيدة، نوعاً ما، تدل على أن بعض أمراض النبات تتسبب عن سوطيات. وعلى أية حال فإنه نظراً لأن هذه الطفيليات لم يُستطع عزلها في مزرعة نقية ولم يستطع إعادة حقنها في نباتات سليمة لكي تستطيع أن تنتج المرض كما تأمر بذلك فرضيات كوخ (Koch's pos-tulates) ، لذا فإنه لغاية الآن لم يوافق كلية على أن السوطيات هي كائنات ممرضة للنبات، علاوة على ذلك، فإن مرضية الميكوبلازما والبكتيريا الحساسة الوعائية في النبات قد تكون أحياناً مقبولة عالمياً (في كل مكان)، مع أن نفس فرضيات كوخ غير تامة التطبيق مع هذه الكائنات، وتكون بالتالي متساوية بالنسبة لفرضيات كوخ مع السوطيات. ونظراً لأن الدلائل التي تدعم مرضية السوطيات ليست أقل من الدلائل المتوفرة وتدعم مرضية الميكوبلازما والبكتيريا الحساسة الوعائية، فمن المعقول أن يفترض، على الأقل، بأن هناك بعض السوطيات التي تعتبر بأنها قادرة على إحداث مرض في النباتات. وإنه من الواضح أن دور السوطيات بالاضافة إلى دور وحيدات الخلية الأخرى في أمراض النبات يستحق إهتماماً أكبر مما حصل عليه في الماضي.

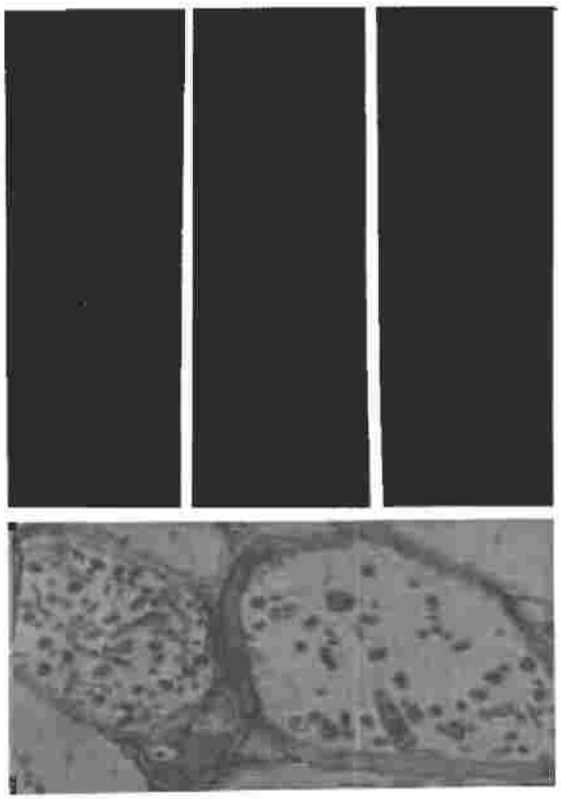
إن البروتوزوا غالباً تكون وحيدة الخلية، حيوانات ميكروسكوبية، متحركة بشكل عام ولها أنوية نموذجية. يمكن أن تعيش البروتوزوا بمفردها أو في مستعمرات، ويمكن أن تعيش حرة أو تعيش معيشة تكافلية أو تعيش متطفلة. إن بعض البروتوزوا يوجد ويعيش على كائنات حية أخرى مثل البكتيريا، الخمائر، الطحالب وعلى بروتوزوا أخرى. كما وأن بعض البروتوزوا يعيش

رمياً على المواد الذائبة في البيئة المحيطة به، وبعضها يعتمد في حياته على التمثيل الضوئي كما هو الحال في النباتات الراقية. تتحرك البروتوزوا بواسطة السوط (طائفة ماستيجوفورا Mastigophora) وبعضها يتحرك بواسطة الأقدام الكاذبة مثل (طائفة رهيزوبودا Rhizopo-da الأميبا) وبعضها يتحرك بواسطة الأهداب مثل(طائفة سيليتا Ciliata الهدبيات). وبعضها يتحرك بواسطة حركة الخلية نفسها (طائفة سبوروزوا Sporozoa ، وهي مجموعة مختلفة من البروتوزوا المتطفلة).

يبدو واضحاً أن السوطيات فقط من البروتوزوا هي التي ذكر على أنها مرافقة لأمراض النبات، لحد الآن. ولكن لا يوجد أسباب مقنعة وجيدة تشرح لماذا لا يمكن أن تكون الطوائف الأخرى متطفلة أيضاً على النباتات ولكنها سوف تكتشف في المستقبل.

إن مجموعة الماستيجوفورا Mastigophora أو السوطيات، تتميز بوجود واحد أو أكثر من الأسواط الطويلة الرهيفة الرفيعة على بعض أو كل أطوار دورة حياتها (شكل ٢ ، ٣ ، ٢٧٦ ، ٢٧٧). تستعمل الأسواط للتحرك والقبض على الغذاء وأحياناً تستعمل كعضو حساس. يكون جسم السوطيات، عادة، محدد الطول، بيضاوي، أو ذو شكل كروي وهذا الشكل محافظ عليه بواسطة غشاء رقيق مرن يغطي الجسم، أو في بعض المجموعات يمكن أن تكون مدرعة. تتكاثر السوطيات، عادة، بواسطة الإنقسام الطولي (شكل ٣ ، ٢٧٦ C ، ٢٧٧ ، B). مع أن معظم السوطيات رمية وبعضها يحتوي على بلاستيدات ذات صبغات ملونة، متضمنة وظائف الكلوروفيل، إلا أن بعضها يكون متطفلاً على الانسان وعلى حيوانات مختلفة وبعضها يسبب أمراضاً خطيرة. إن السوطيات المعروفة جيداً بأنها ممرضة للانسان، هي طفيل الدم تريبانوسوما *Trypanosoma* الذي يسبب مرض النوم في أفريقيا والذي ينتقل بواسطة ذبابة تسي تسي.

إن أول ما وجدت السوطيات مرافقة للنباتات كان ذلك في سنة ١٩٠٩، عندما ذكر لافونت Lafont بأن فايتومونس ديفايدا *Phytomonas davidi* يتطفل على خلايا النبات المنتجة للبن النباتي – اللبنيات – في النبات اللبني أيوفوربيا *Euphorbia* من العائلة السوسبية Euphor-



شكل ٢٧٦

صورة بالميكروسكوب الالكتروني لاحدى السوطيات *Phytomonas* في لعاء نورة حديثة لاشجار جوز الهند مصابة بمرض الهارتروت.

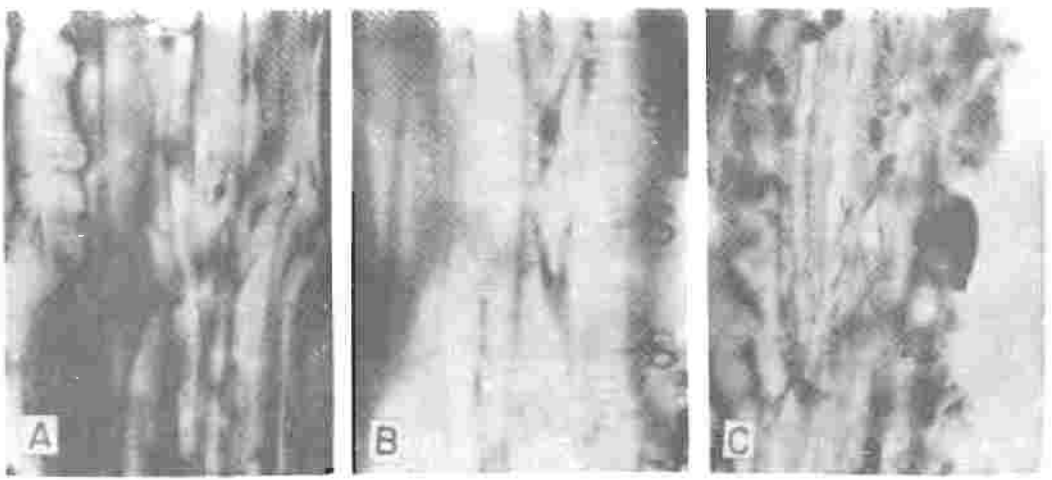
(A) مقطع عرضي في حزمة وعائية متمايزة في شجرة جوز الهند ظهرت عليها أولى أعراض المرض. العناصر الغربالية الناضجة حديثاً مملوءة بالسوطيات. M = خشب تالي غير ناضج (metaxylem). S = عناصر غربالية غير ناضجة (مقياس الرسم ١٠ ميكرون). (B) مقطع عرضي في لعاء شجرة جوز الهند عليها أعراض متقدمة من المرض موضحة .C = خلايا مرافقة، F = ليفة ، P = خلية برانشيما اللحاء ، S = عناصر غربالية خالية من السوطيات (مقياس الرسم ٥ ميكرون). (C) مقطع عرضي في إحدي السوطيات أثناء مروره في الانقسام الطولي (مقياس الرسم ٥ ميكرون). (D) مقطع طولي لعناصر غربالية مملوءة بالسوطيات . الأسهم تشير إلى أجزاء DNA في الكنتوبلاستس (مقياس الرسم ١ ميكرون). (E) مشابهة (B) ولكن على تكبير أعلى. C = خلية مرافقة ، P = خلية برانشيمية (مقياس رسم ٢ ميكرون).

biaceae. بعد ذلك ذكر أن أنواعا عديدة أخرى من نفس الجنس *Phytomonas* موجودة في النباتات التابعة للعوائل الآتية : -

١ - العائلة العشارية Asclepiadaceae وجد فيها الكائن الحي *P. elmassiani* وذلك على نباتات الحليبة (حشيشة الحليب milkweed).

٢ - العائلة التوتية Noraceae وجد فيها الكائن الحي *P. bancrofti* على أنواع من الفكس ficus.

٣ - العائلة اللبنية Rubiaceae وجد فيها الكائن الحي *P. leptovasorum* على القهوة.



شكل - ٢٧٧

السوطيات مرافقة لمرض ذبول القهوة. (A) بروتوزوا وحيدة في إحدى الأوعية من نبات القهوة المريضة *Coffea liberica*. (B) السوطيات في أوعية القهوة المذكورة واحداها في طور الانقسام. (C) سوطيات طويلة ورفيعة في أوعية شجرة القهوة مبينة أعراض متقدمة من المرض.

كما وقد وجد أنواعاً أخرى من السوطيات غير معروفة الهوية على أشجار جوز الهند وعلى النخيل الزيتي Oil palm. كل السوطيات التي تتطفل على النباتات تتبع لرتبة كاينتوبلاستيدا Kinetoplastida ، عائلة ترايبانوسوماتيدي Trypanosomatidae. يبدو

واضحاً أن الفايتوموناد Phytomonads الذي يصيب النبات ينتقل بواسطة الحشرات، ولكن لغاية الآن عرفت الناقلات الحشرية فقط التي تنقل فايتوموناس المسانا *P. elmassiani*. إن كثيراً من الباحثين الذين درسوا السوطيات في النباتات اللبنية، يعتقدون بالرغم من أن السوطيات تتطفل على النباتات – حيث أنها تعيش على المواد اللبنية في النبات – فإن النباتات لا تصبح مريضة، وبالتالي فإن السوطيات ليست ممرضة لهذه النباتات. وعلى أية حال فإنه حسب بعض التقارير، يبدو واضحاً أن أعراضاً مرضية تتكشف في بعض النباتات اللبنية المصابة بالسوطيات، وذلك يعطي دلالة على أن السوطيات تكون ممرضة لعوائلها النباتية.

إن العوائل النباتية غير اللبنية مثل القهوة، أشجار جوز الهند ونخيل الزيت، يبدو واضحاً أنها تصاب بأنواع ممرضة من الجنس فايتوموناس *Phytomonas*، ويظهر عليها أعراض مرضية مميزة داخلياً وخارجياً، ويظهر أمراض خطيرة وهامة إقتصادية نتيجة الاصابة ببعض أنواع ذلك الجنس. يتضح أن السوطيات تسبب نكروزز (موت وتحلل الخلايا) اللحاء في القهوة ومرض هارتروت hartrot في أشجار جوز الهند ومرض النبول المفاجيء في أشجار نخيل الزيت. لقد ذكر أن جميع هذه الأمراض موجودة في جنوب أمريكا.

مرض نكروزز اللحاء في القهوة (مرض تحلل وموت خلايا اللحاء في القهوة) Phloem Necrosis Disease of Coffee

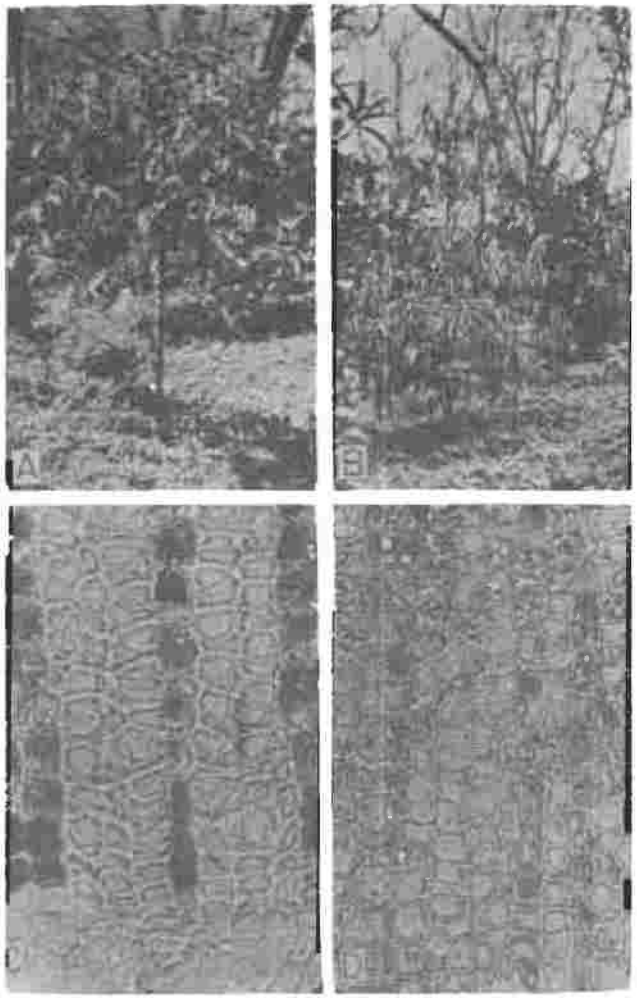
يوجد هذا المرض في كل من ، British Guiana, Surinam ، ومن المحتمل أن يوجد في البرازيل سان سليفادور، وكولومبيا، يهاجم هذا المرض أشجار القهوة لبريكا -*Coffea liberi ca* ، *C. arabica* وأنواع أخرى من القهوة.تُظهر الأشجار المصابة إصفراراً خفيفاً متناثراً على الأوراق وتتساقط الأوراق وكلما إزدادت هذه الأعراض تدريجياً، فإنه يبقى الأوراق القمية الحديثة فقط على الأفرع العارية المختلفة. وعندما تبدأ تموت قمم الجذور (الموت الرجعي في الجذور) تصبح حالة الشجرة أسوأ وتموت (شكل ٢٧٨ ، A). أحياناً في بداية الموسم الجاف فإن الأشجار تذبل وتموت خلال ٣ – ٦ أسابيع (شكل ٢٧٨ ، B) . أما الأعراض الداخلية،

فإن الجذور وجذوع الأشجار تُظهر إنقسامات متكررة في خلايا الكامبيوم وإنتاج منطقة أصغر وأقصر وذات تركيب غير عادي من الأوعية اللحائية تلي الأسطوانة الخشبية مباشرة (شكل ٢٧٨، D, C)، في هذا الطور فإن القلف في الجذور وفي جذوع الأشجار يكون ملتصقاً بشدة مع الخشب ولا يمكن فصله عنه.

الكائن الممرض : إن المسبب المرضي هو فايتوموناس ليبتوفاسوريم *Phytomonas leptovasorum* وهو من السوطيات التابعة للتريبينوسومات. عند إبتداء ظهور الأعراض، يكون هناك قليل من السوطيات الكبيرة فقط ذات الشكل المغزلي في اللحاء، هذه السوطيات تكون ذات قياسات (١٤ – ١٨) x (١ – ١.٢) ميكرون (شكل ٢٧٧، B, A) ونظراً لحدوث الانقسام المتضاعف في خلايا الكامبيوم ووضوح إنتاج لحاء غير عادي وحدوث تحول كثير من الأوراق إلى اللون الأصفر وسقوطها، كل ذلك يدل على أن هناك أعداداً كبيرة من السوطيات الطويلة والرفيعة والمغزلية الشكل ذات قياسات (٤ – ١٤) x (٠.٣ – ١) ميكرون (شكل ٢٧٧، C). إن قليلاً من الأشكال القصيرة (٢ – ٣) ميكرون من السوطيات تسمى أشكال ليشمانيا (Leishmania forms) تظهر أيضاً في أقدم الأنابيب الغربالية. عندما يتكشف الانقسام المتضاعف في خلايا الكامبيوم إلى أعمدة ذات طبقات عديدة حول الاسطوانة الخشبية، هذا يمتد من الجذور إلى أعلى لمسافة ٢ متر فوق سطح الأرض وغالباً ما تموت الشجرة، ويكون هناك أعداداً كبيرة متوفرة من السوطيات الصغيرة التي تسمى (Spaghetti) في الأنسجة الحية فقط من الساق، بينما تفرغ الخلايا التي كانت مملوءة بها سابقاً.

يمكن تتبع وإقتفاء أثر السوطيات إبتداء من الجذور إلى أعلى في جذع الشجرة، حيث يبدو أنها تهاجر عمودياً في اللحاء وجانبياً خلال الصفائح الغربالية في الأنابيب الغربالية السليمة. ويبدو أيضاً أنها تتحرك إلى أسفل خلال الجذور غير المصابة. لم يمكن العثور على السوطيات في الشجرة خارج المناطق ذات الانقسام المتضاعف.

يمكن أن ينتقل المرض عن طريق تطعيم الجذور، ولكن لا يمكن أن ينتقل خلال تطعيم الأوراق أو الفروع الخضراء. بعد تطعيم الأشجار السليمة بجذور مصابة بالسوطيات، يمكن أن تلاحظ تلك السوطيات في الجذور التي كانت سليمة سابقاً خلال بضع أسابيع، ويبدأ يظهر



شكل – ٢٧٨

مرض ذبول القهوة *Coffea liberica* المتسبب عن البروتزوا السوطية *Phytomonas leptovasorum*.

(A) شجرة مصابة أثناء موسم الأمطار. لاحظ قلة الأوراق والاصفرار ولكن لا يوجد ذبول حاد. (B) شجرة مصابة عند بداية فصل الجفاف. لاحظ الذبول المفاجيء. (C) مقطع عرضي في نسيج لحاء غير عادي في شجرة قهوة مصابة بالذبول المتسبب عن السوطيات. (D) مقطع عرضي في نسيج لحاء شجرة قهوة سليمة.

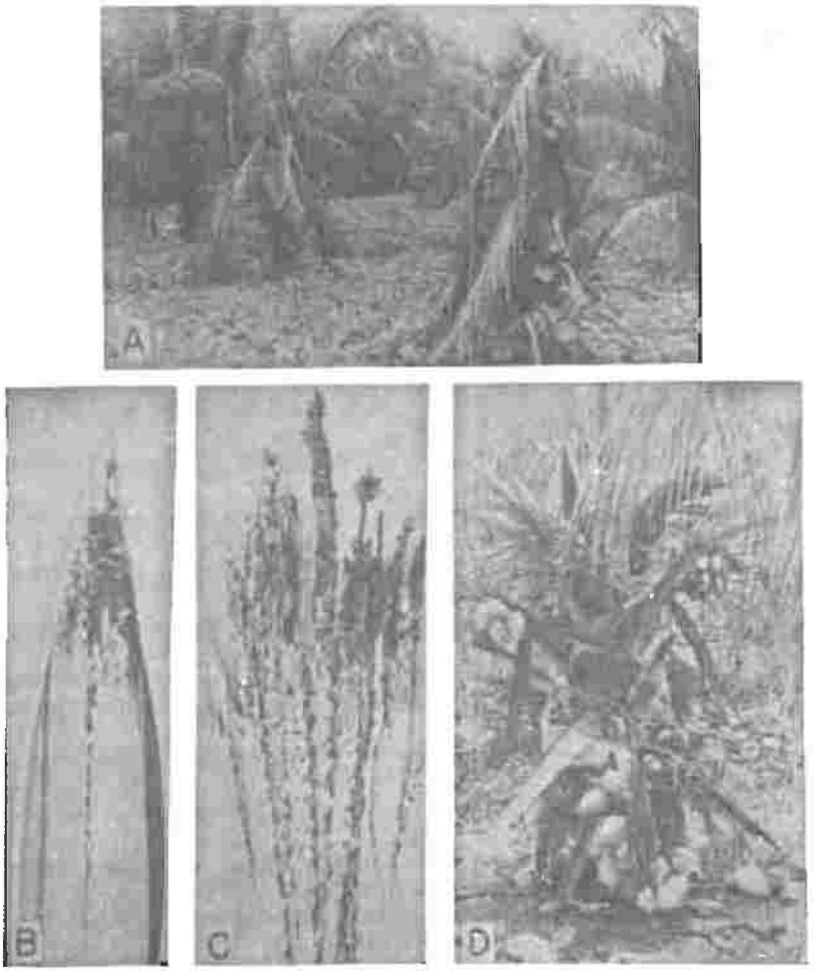
على الأشجار أعراضاً خارجية بعد ٤ – ٥ شهور وتموت الأشجار بعد ذلك بفترة قصيرة. ينتشر المرض في الحقل من شجرة إلى أخرى وفي كثير من الحالات تصبح الأشجار السليمة مصابة عندما تنقل وتزرع في مناطق أزيلت منها أشجار مريضة. لا يعرف عامل ناقل للمرض.

مرض هارتروت في أشجار جوز الهند

Hartrot of Coconut Palms

عرف هذا المرض في سورينام منذ سنة ١٩٠٦ ويعرف أحياناً تحت أسماء مختلفة مثل الاصفرار المميت، نبول الورقة البرنزية، Coronie wilt، والمرض المجهول. يحدث المرض أيضاً في كولمبيا واكوادور تحت اسم محلي نبول سيدروس في ترنيداد. إن كثيراً من أعراض هذا المرض (شكل ٢٧٩ ، A -D) تكون مشابهة لتلك الأعراض المتسببة عن مرض الاصفرار المميت في أشجار جوز الهند في منطقة كاريبين، غرب أفريقيا وفلوريدا. ولكن يبدو أن مسببات المرضين غير ذي علاقة أو قرابة مع بعضهما البعض. إن الأشجار المصابة بالاصفرار المميت تحتوي فقط على ميكوبلازما ولا تحتوي على سوطيات، بينما الأشجار المصابة بالهارتروت تحتوي فقط على سوطيات ولا تحتوي على ميكوبلازما . تموت الأشجار المصابة بالهارتروت خلال بضع شهور من ظهور الاعراض الخارجية.

إن السوطيات من جنس فايتوموناس *Phytomonas* توجد في العناصر الغربالية التامة النمو الموجودة في الأوراق الحديثة وتوجد في نورات أشجار جوز الهند المصابة بمرض الهارتروت (شكل ٢٧٦). في الأطوار المتقدمة من المرض فإن ١٠ – ١٠٠٪ من العناصر الغربالية التامة النمو تحتوي على سوطيات، وكثير منها تكون مقفلة بالسوطيات التي تكون، عادة، مرتبة طولياً خلال اللحاء. إن قياسات السوطيات هي (١٢ – ١٨) X (١ – ٢.٥) ميكرون. إن عدد وإنتشار السوطيات في الأنابيب الغربالية يزيد نسبياً بتكشف المرض. ينتشر مرض الهارتروت بسرعة، فمثلاً حوالي ١٥٠٠٠ شجرة جوز هند ماتت خلال ٣ سنوات في منطقة سيدرس من ترينيداد. لغاية الان لا يعرف عامل ناقل ولا بأي الطرق ينتقل المرض.



شكل – ٢٧٩

مرض الهارتروت في أشجار جوز الهند المتسبب عن سوطيات وحيدة الخلية. (A) أشجار Malayan Dwarf ذات عمر ثلاثة سنوات تعاني من مرض الهارتروت. لاحظ تكسر الأوراق وانهيار الفروع الجديدة. (B) نورة غير متفتحة من نفس الأشجار مبينة موت وتحلل قمة السنبلة. إن نورتها رقم ١ وأولى أعراض المرض. (C) موت وتحلل قمة السنبلة في النورة. (D) اصفرار وتقزم سيلان في أشجار ذات عمر أربع سنوات تعاني من مرض الهارتروت. لاحظ الجوزات على الأرض وهي أول أعراض المرض.

المراجع

Dollet, M. (1984). Plant diseases caused by flagellated protozoa *(Phytomonas). Annu. Rev. Phytopathol.* **22**, 115–132.

Harvey, R. D., and Lee, S. B. (1943). Flagellates of laticiferous plants. *Plant Physiol.* **18**, 633–655.

Holmes, F. O. (1924). Herpetomonad flagellates in the latex of milkweed in Maryland. *Phytopathology* **14**, 146–151.

Holmes, F. O. (1925). The relationship of *Herpetomonas elmassiani* to its plant and insect hosts. *Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.)* **49**, 323–327.

Lafont, A. (1909). Sur la presence d'un parasite de la classe des flagellés dans le latex de *l'Euphorbia pilulifera. C. R. Soc. Biol.* **66**, 1011–1013.

McCoy, R. E., and Martinez-Lopez, G. (1982). *Phytomonas staheli* associated with coconut and oil palm diseases in Colombia. *Plant Dis.* **66**, 675–677.

McGhee, R. B., and Hanson, W. L. (1964). Comparison of the life cycle of *Leptomonas oncopelti* and *Phytomonas elmassiani. J. Protozool.* **11**, 555–562.

McGhee, R. B., and McGhee, A. H. (1971). The relation of migration of *Oncopeltus fasciatus* to distribution of *Phytomonas elmassiani* in the eastern United States. *J. Protozool.* **18**, 344–352.

Parthasarathy, M. V., vanSlobbe, W. G., and Soudant, C. (1976). Trypanosomatid flagellate in the phloem of diseased coconut palms. *Science* **192**, 1346–1348.

Stahel, G. (1933). Zur Kenntnis der Siebröhren-krankheit (Phloëmnekrose) des Kaffeebaumes in Surinam. III. *Phytopathol. Z.* **6**, 335–357.

Thomas, D. L., McCoy, R. E., Norris, R. C., and Espinoza, A. S. (1979). Electron microscopy of flagelated protozoa associated with marchitez sopresiva disease of African oil palm in Equador. *Phytopathology* **69**, 222–226.

van Emden, J. H. (1962). On flagellates associated with a wilt of *Coffea liberica. Meded. Landbouwhogesch. Opzoekingsstn. Staat Gent* **27**, 776–784.

Vermeulen, H. (1963). A wilt of *Coffee liberica* in Surinam and its association with a flagellate, *Phytomonas leptovasorum. J. Protozool.* **10**, 216–222.

Vermeulen, H. (1968). Investigations into the cause of the phloem necrosis disease of *Coffea liberica* in Surinam, South America. Neth. J. Plant Pathol. **74**, 202–218.

Waters, H. (1978). A wilt disease of coconuts from Trinidad, associated with *Phytomonas* sp., a sieve tube-restricted protozoan flagellate. *Ann. Appl. Biol.* **90**, 293–302.