

# تأثير الفطر *Septoria tritici* في البنية الدقيقة لخلايا

## أوراق الحنطة الحساسة والمقاومة للفطر

فرقد عبد الرحيم الراوي<sup>1</sup>، عبد علي عبيس العمار<sup>2</sup>، ابراهيم عزيز السهيلي<sup>2</sup>

1 - قسم البحوث الزراعية، مركز البحوث النووية، ص.ب / 765 / بغداد - العراق

2 - قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة بغداد، العراق.

### الملخص

الراوي، فرقد عبد الرحيم، عبد علي عبيس العمار وإبراهيم عزيز السهيلي. تأثير الفطر *Septoria tritici* في البنية الدقيقة لخلايا الحنطة الحساسة والمقاومة للفطر. مجلة وقاية النبات العربية 9 (1): 38 - 46.

ذات كثافة الكترونية عالية بين خيوط الفطر والجدر الخلوية، ولم تلاحظ مثل هذه المادة في الصنف الحساس «مكسيباك». ويؤدي تحطم الخلايا في النباتات المصابة الى اختزال المساحة الخضراء في الأوراق، ينتج عنها نقص في كفاءة عملية البناء الضوئي وضعف النبات وقلة إنتاجه. كلمات مفتاحية: تبقع الأوراق السبتوري، قمح، بنية دقيقة.

أوضحت الدراسة أن الفطر *Septoria tritici* يحدث تحورات في البنية الدقيقة لخلايا نبات الحنطة المصاب شملت: تحطم العضيات المختلفة للخلية وتحوّر السيتوبلازم وأغشية الخلية. كما أظهر الفحص بالمجهر الالكتروني وجود اختلافات جوهريّة واضحة في طبيعة الاصابة وفي تحورات الخلايا بين الأصناف الحساسة والمقاومة. فقد كوّن الصنف المقاوم «جبراردو» مادة

### المقدمة

«مقاومة» للفطر *S. tritici*، في أصص فخارية بقطر 15 سم تحوي تربة مزيجية معقمة، بواقع 45 بذرة/أصيص وعلى ثلاثة مكررات. وتركت الأصص في البيت الزجاجي حتى تكشف الورقتين الثالثة والرابعة. تم إكثار الفطر لمدة 12 يوماً في دوارق زجاجية تحوي مستنبتاً سائلاً (2 غ مستخلص الشعير و 0.5 غ من مستخلص الخميرة/ لتر ماء) وحضنت عند درجة الحرارة 22 م مع رجّ يومي. تم الإعداد الاصطناعي برش النباتات بمعلق بوغي يحوي على  $3 \times 10^7$  بوغ/مل. ورشت النباتات في معاملة الشاهد بالماء المقطر المعقم فقط. ووضعت جميع الأصص بعد الإعداد في حوض مائي، وغطيت بغطاء زجاجي لمدة 72 ساعة لتأمين الرطوبة اللازمة لإحداث الاصابة. ثم أخرجت ووضعت تحت درجة الحرارة 20 - 24 م.

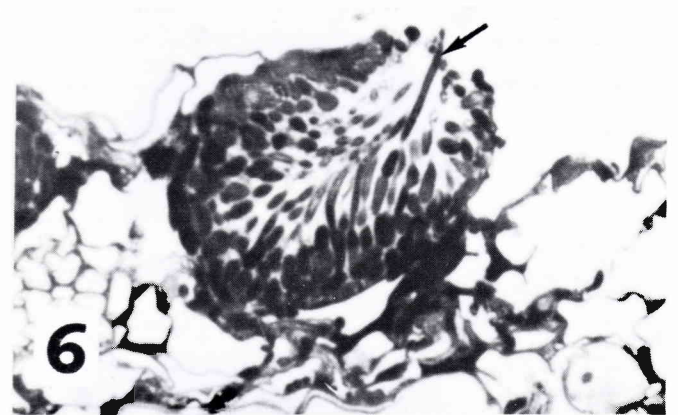
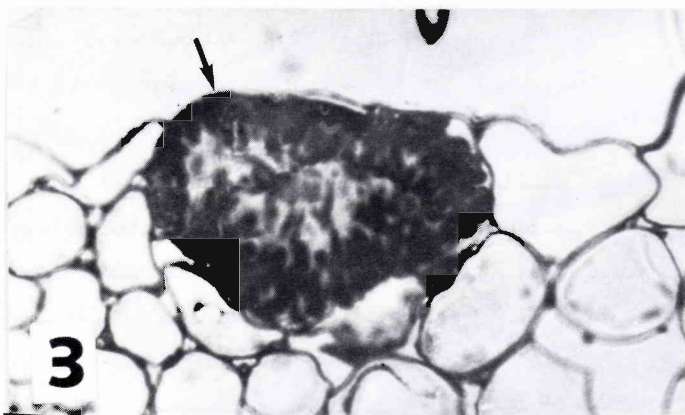
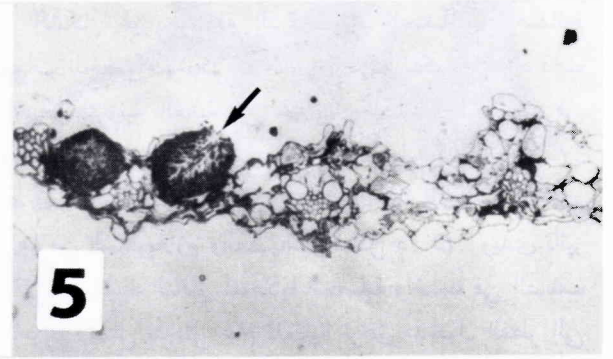
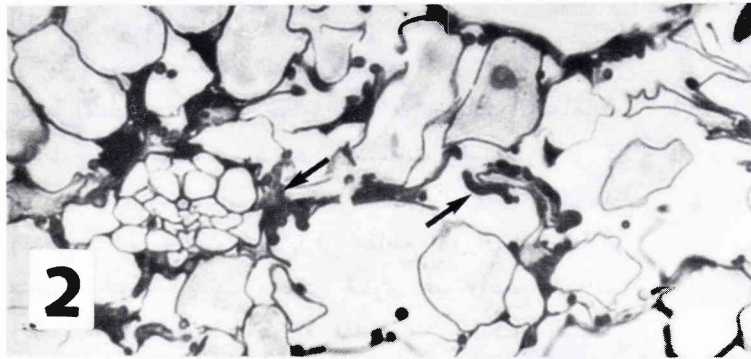
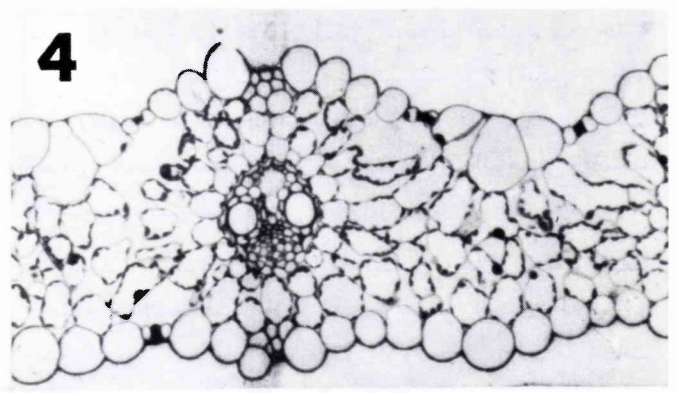
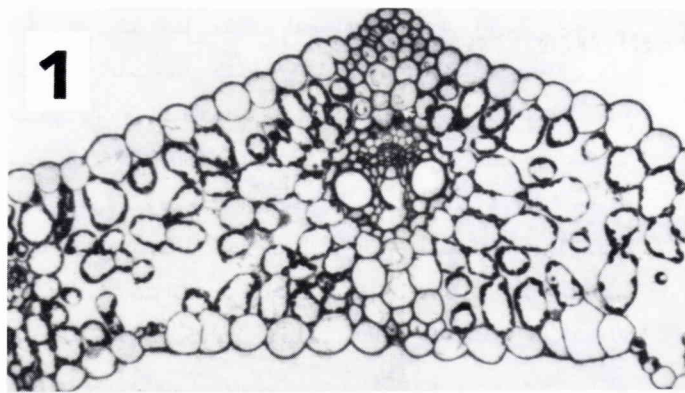
يعتبر التبّع السبتوري الذي يحدثه الفطر *Septoria tritici* Rob. ex. Desm. واحداً من أهم الأمراض التي يتعرض لها محصول الحنطة. وقد سجّل المرض بالعراق عام 1953 (1)، وازدادت خطورته في الأعوام اللاحقة (2). وأظهر مسح حقلي أن الإصابة الطبيعية خلال شهري آذار/ مارس ونيسان/ أبريل كانت 60-91% و 37-77% على التوالي (15). كما أوضحت دراسات سابقة بأن تطوّر الفطر *S. nodorum* في الأوراق كان أقل بكثير في الأصناف المقاومة مقارنة بالأصناف الحساسة (5,19). تتسم الأصناف المقاومة بظهور بقع الاصابة بأعداد أو بمساحات قليلة مع احتفاظ الورقة بلونها الأخضر (4). وبين باحثان آخران أن الاختلاف بين الأصناف المقاومة والحساسة ينحصر بدرجة أكبر في أعداد البثرات مقارنة بأحجامها (6) كما أن عدد الأبواغ البكنيدية المتحررة على الأوراق في الأصناف الحساسة كانت أكثر من ضعف عددها في الأصناف المقاومة (8). كما أن الفطر *S. tritici* يكون مادة اللغنين في نسيج أوراق الحنطة المصابة بكميات أقل من الفطر *S. nodorum* مما يشير إلى أن الفطر الأول أكثر توافقاً (compatible) مع الحنطة مقارنة بالفطر الثاني (14).

وبعد ظهور الأعراض المرضية، تمّ جمع نماذج مصابة وسليمة من أوراق الصنفين المستعملين. وتمّ تقطيعها إلى قطع صغيرة (1 - 3) مم، وثبتت القطع في محلول كلوتر الديهايد (3%) في محلول فوسفاتي منظم تركيزه 0.02 مول ودرجة أسّة الهيدروجيني 6.8 لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة 4 م. وغسلت النماذج بعد التثبيت بالمحلول المنظم ذاته لمدة ساعة، وروعي تبديل المحلول المنظم باستمرار. ثم ثبتت المقاطع ثانياً في رابع أوكسيد الأوزميوم 2%، في المحلول المنظم السابق، ولمدة ساعتين، عند درجة حرارة المختبر. وجرى تجفيف (سحب الماء) النماذج باستعمال تراكيز متدرجة القوة من الأستون، ثم طمرت بمادة بلاستيكية (17) لمدة عشرة أيام. وتمّ بعد ذلك بلورة البلاستيك الحاوي على النماذج في فرن درجة حرارته 70 م لمدة

تهدف الدراسة الحالية إلى التعرف على طبيعة الاختلاف في تأثير الفطر *S. tritici* في صنف الحنطة الحساس «مكسيباك» والمقاوم «جبراردو» من خلال مقارنة التركيب الدقيق (Ultrastructure) لخلايا هذين الصنفين عند اصابتها بالفطر.

### مواد وطرائق البحث

زرعت بذور من صنف الحنطة مكسيباك «حساسة» وجبراردو



شكل (أ: 1 - 6): صور دقيقة بالمجهر الضوئي لمقاطع في أوراق الحنطة السليمة والمصابة بالفطر *Septoria tritici*.

**Figure (A: 1 - 6).** Light micrographs of wheat leaf sections, healthy and infected with *Septoria tritici*.

1 - مقطع في ورقة سليمة للصف مكيبيك (حساس). لاحظ انتظام الخلايا. التكبير = 150 مرة.

1 - Section in healthy leaf of CV. Mexipak (susceptible). Note the organized cells. X 150.

2 - مقطع في ورقة مكيبيك مصابة بالفطر *S. tritici*. لاحظ وجود خيوط الفطر (أسهم) بين خلايا الورقة وعدم انتظام الخلايا وعدم وضوح محتوياتها. التكبير = 600 مرة.

2 - Section in CV. Mexipak leaf infected with *S. tritici*. Note the intercellular occurrence of the fungus (arrows), tissue disorganization and unclear cell contents. X 600.

3 - مقطع في الوعاء البكنيدي (سهم) في نسيج ورقة صف مكيبيك.

3 - Enlarged micrograph of the pycnidium vessel in 5. Note the occurrence of pycniospores (arrow). X 600.

التكبير = 600 مرة.

3 - Section in a pycnidium (arrow) in leaf tissue of CV. Mexipak. X 600.

4 - مقطع في ورقة سليمة من صف جيراردو (مقاوم). لاحظ انتظام الخلايا. التكبير = 150 مرة.

4 - Section in a healthy leaf of CV. Gerardo (resistant). Note the organized cells. X 150.

5 - مقطع في ورقة من صف جيراردو مصابة بالفطر *S. tritici*. لاحظ وجود الوعاء البكنيدي المفتوح (سهم). التكبير = 150 مرة.

5 - Section in a leaf of CV. Gerardo infected with *S. tritici*. Note the opened pycnidium vessel (arrow). X 150.

6 - صورة مكبرة للوعاء البكنيدي في 5. لاحظ وجود الأبواغ البكنيدية (سهم). التكبير = 600 مرة.

6 - Enlarged micrograph of the pycnidium vessel in 5. Note the occurrence of pycniospores (arrow). X 600.

24 ساعة. تم عمل مقاطع للفحص بالمجهر الضوئي بسماكة ميكرونيين باستعمال مشراح دقيق مزود بسكاكين زجاجية، وتم صبغها بأزرق التولودين. واستعمل نصل ماسي لتقطيع النماذج بسماكة 500 - 700 نانومتراً من أجل الفحص بالمجهر الالكتروني، وصبغت المقاطع المحملة على حوامل نحاسية (300 مش) بواسطة خلاات اليورانيوم لمدة 10 - 15 دقيقة وليمونات/سترات الرصاص لمدة 10 دقائق. وتم الفحص بواسطة مجهر الكتروني (فيلبس 200) عند القوة الفولتية 80 كيلوفولت.

## النتائج

بين الفحص بالمجهر الضوئي (شكل أ: 2، 3، 5، 6) توغل خيوط الفطر *S. tritici* بين خلايا الورقة في مختلف الاتجاهات، وبدت هذه الخيوط متمركزة في المسافات بين الخلايا في كل من الصنف الحساس (شكل آ: 2) والصنف المقاوم (شكل أ: 5). وبدت الخلايا في مقاطع الأوراق المصابة غير منتظمة التركيب وذات محتوى خلوي غير واضح المعالم، وبخاصة الصناعات الخضراء مقارنة مع الشكل النسيجي المنتظم في مقاطع الأوراق السليمة (شكل أ: 1، 4). ولوحظ تكوّن الأوعية البكنيدية في كلا الصنفين المدروسين (شكل أ: 3، 5، 6). وظهرت الأبواغ البكنيدية في الأوعية المكتملة التكوين (شكل أ: 6).

أظهر الفحص بالمجهر الالكتروني انتظام خلايا نسيج الورقة ووجود العضيات الخلوية بشكلها الطبيعي في الصنفين في معاملة الشاهد فقط. وكان التركيب الدقيق للنوى، والجسيمات الصانعة/ البلاستيدات، والمصورات الحيوية/ الميتوكوندريا في هذه الخلايا طبيعياً (شكل ب: 1، 3)؛ وظهر الغلاف والصفائح في الجسيمات الصانعة بشكل واضح (شكل ب: 2). ولم يتأثر التركيب الدقيق لخلايا أوراق الحنطة المقاومة «صنف جيراردو» بعد إصابتها بالفطر *S. tritici* بدرجة كبيرة، حيث ظهرت الخلايا الحارسة بمظهر تركيبى دقيق يماثل إلى حد كبير مظهرها في الأوراق السليمة. وظهرت النواة بشكل تركيبى طبيعى، وكان الغلاف النووي وغشاء الخلية البلازمي واضحين (شكل ب: 4).

ومع تطوّر الإصابة زادت، في بعض الخلايا، الكثافة الالكترونية (Electron density) للستوبلازم، والنواة التي تغيّر الشكل التركيبى لغلافها، وقلّ فيها وضوح المصورات الحيوية وغشاء الفجوة الخلوية (Tonoplast) (شكل ج: 2). وظهرت بعض الخلايا بصورة تركيبية منتظمة، إذ حافظت النواة والجسيمات الصانعة على تركيبها الطبيعي المشابه للشكل التركيبى في خلايا الورقة السليمة وكان الغلاف الخلوي والغشاء البلازمي لها واضحين (شكل ج: 1).

واتسم الصنف المقاوم «جيراردو» بتكوين مادة ذات كثافة

الكترونية عالية في أماكن تماسّ الخيوط الفطرية مع جدار الخلية، رافقتها تغيّرات تركيبية للجدار الخلوي (شكل ج: 2، 3). وظهرت في الخيوط الفطرية زيادة في عدد الفجوات الصغيرة الحجم نسبياً (شكل ج: 4) مقارنة بعددها في الصنف الحساس «مكسيك» (شكل هـ: 4).

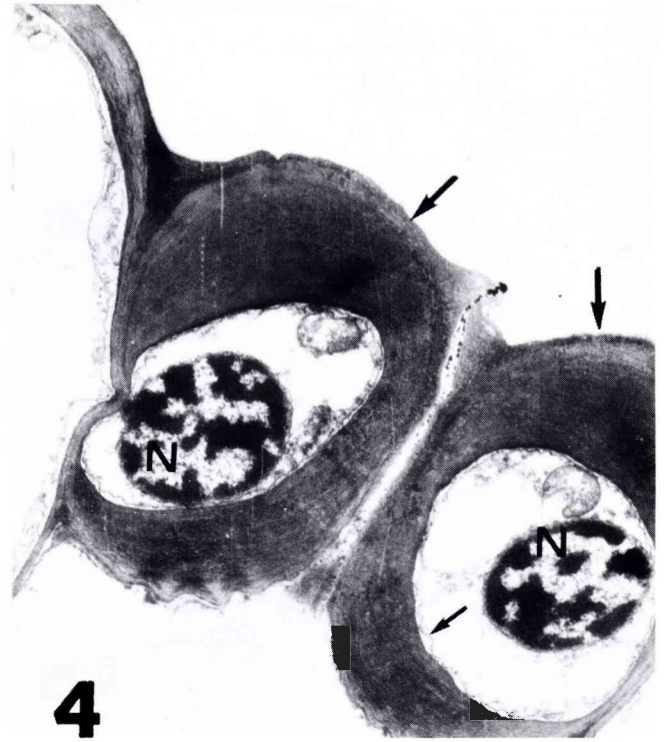
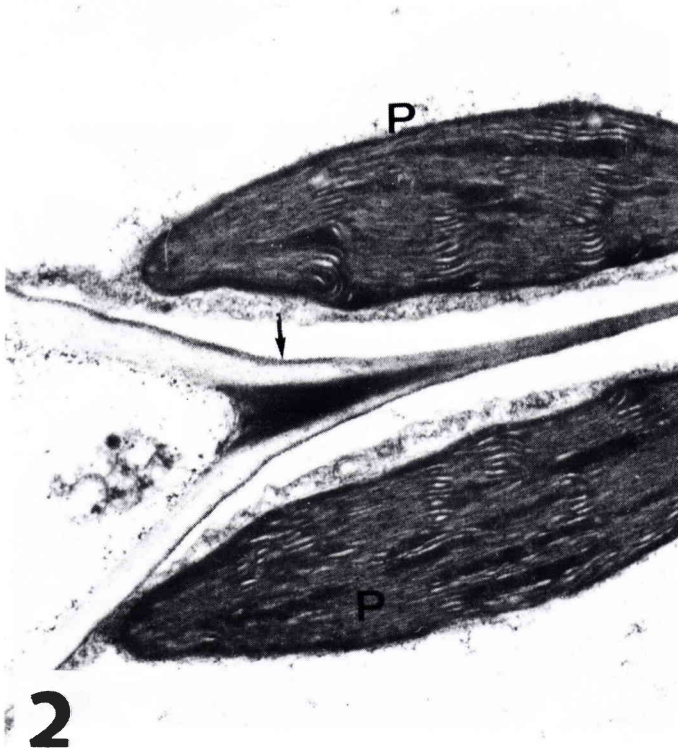
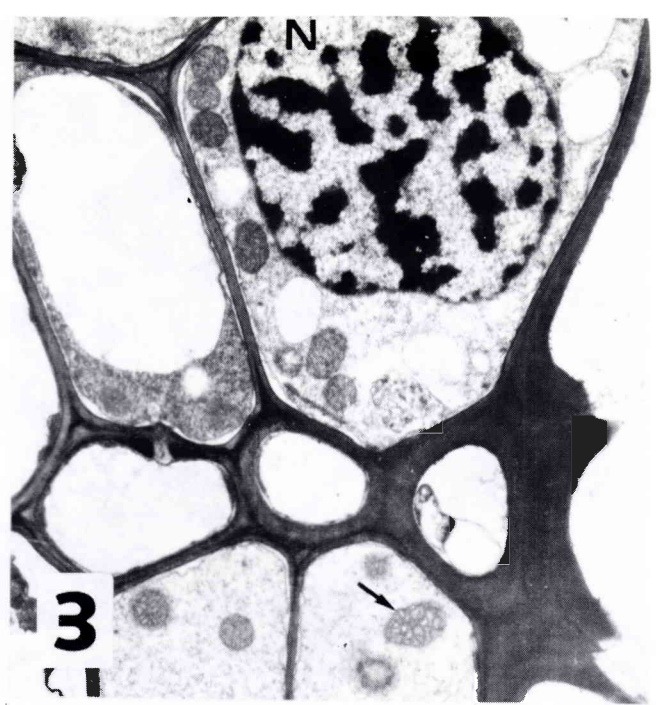
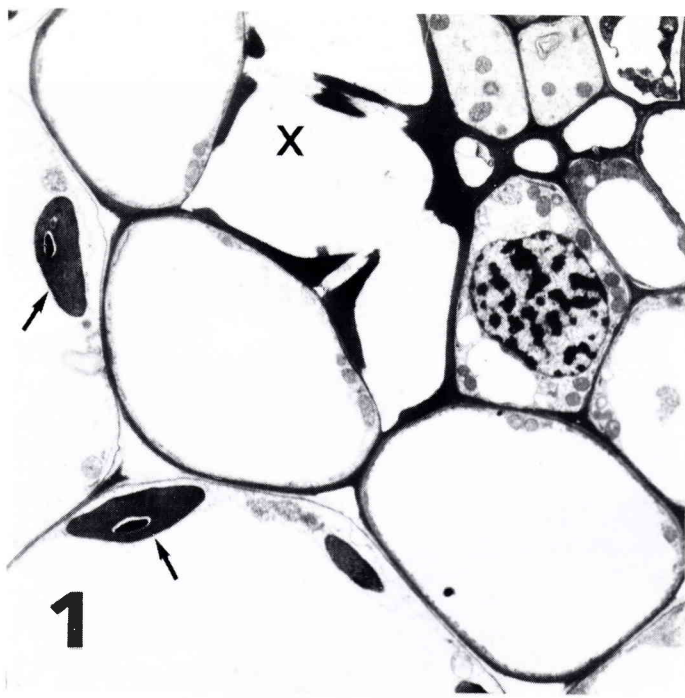
وشملت التغيرات التركيبية الدقيقة في خلايا ورقة الصنف الحساس تكثف الستوبلازم وانسحابه عن الجدار الخلوي، وتغيّراً في تركيب النواة، وعدم تمايز أو وضوح صفائح الصناعات الخضراء، وظهور حبيبات أوزموفيلية (Osmophilic granules) كروية الشكل غير معروفة التركيب أو المنشأ بين صفائح الصناعات الخضراء (شكل د: 2، 4). ولم تتكون المواد ذات الكثافة الالكترونية العالية في خلايا الصنف الحساس في مناطق تماسّ الخيوط الفطرية مع جدار الخلية (شكل د: 2). ولوحظ انسحاب الستوبلازم عن جدار الخلية الحارسة وتحطّم محتواها من الستوبلازم والعضيات (شكل د: 3). وبدى تأثير الفطر في التركيب الدقيق للخلايا المصابة واضحاً في الصنف الحساس، وتمثّل بتحلل عام للخلية ترافق بدخول الفطر إلى داخلها (شكل هـ: 1، 2، 3). كما لوحظ تكسّر غلاف الصناعات الخضراء واضمحلاله وعدم انتظام صفائحه. وتجمعت الخيوط الفطرية في الفراغات بين الخلايا المتحطمة (شكل هـ: 3، 4). واتسمت الخيوط الفطرية في الصنف الحساس بوجود فجوات قليلة العدد وكبيرة نسبياً (شكل هـ: 4) عكس ما لوحظ في الصنف المقاوم (شكل ج: 4).

## المناقشة

بين الفحص بالمجهر الضوئي لمقاطع في أوراق الحنطة السليمة الحساسة «مكسيك» والمقاومة «جيراردو» انتظام النسيج والخلايا وسلامة العضيات الخلوية. وكانت أنسجة الأوراق المصابة غير منتظمة وخلاياها غير واضحة المعالم نتيجة انتشار الخيوط الفطرية في مختلف الاتجاهات (شكل أ: 1، 6). وتتفق هذه الحالة مع نتائج دراسة تشريحية سابقة (10). وتمكن الفطر من تكوين الأوعية البكنيدية على أوراق كلا الصنفين وكان ذلك مسبوقاً بتجمع الغزل الفطري تحت الثغور، الأمر الذي جعل الأوعية البكنيدية تبدو واضحة بالقرب من سطح الورقة في كلا صنفى الحنطة «مكسيك» و«جيراردو» (شكل أ: 3، 5). وكانت أعداد البكنيديات أكثر في الصنف الحساس «مكسيك» مقارنة بأعدادها في الصنف المقاوم «جيراردو». ولم يكن بالإمكان تقصي الاختلافات التركيبية الدقيقة في خلايا صنفى الحنطة الحساس والمقاوم للفطر.

أظهر الفحص بالمجهر الالكتروني وجود اختلافات جوهريّة واضحة في طبيعة تأثر خلايا العائل في الصنف الحساس والصنف المقاوم. حيث تميّز النسيج المصاب في الصنف المقاوم بتكون مادة ذات كثافة الكترونية عالية بين خيوط الفطر





3 - مقطع في ورقة غير مصابة (شاهد) من الصنف مكسيباك. لاحظ الشكل التركيبي الدقيق الطبيعي للنواة (N) والمصورات الحيوية/ الميتاكوندريا (سهم) والغشاء البلازمي والسيتوبلازم والفجوات الخلوية. التكبير = 7500 مرة.

3 - Section in uninfected (control) CV. Mexipak. Note the normal ultrastructure of nucleus (N), mitochondrion (arrow), plasma membrane, cytoplasm and cell vacuoles. X 7500.

4 - خليتين حارستين في ورقة من الصنف جيراردو مصابة بالفطر *S. tritici* لاحظ عدم تأثر التركيب الدقيق لمحتوى الخلية ووضوح النواة (N) والغشاء البلازمي (سهم صغير) المرافق لجدار الخلية (سهم كبير)، التكبير = 9000 مرة.

4 - Two guard cells in CV. Gerardo leaf infected with *S. tritici*. Note the ultrastructurally unaffected cell contents, normal looking nucleus (N), plasma membrane (small arrow) and cell wall (large arrows). X 9000.

شكل (ب: 1-4): صورة بالمجهر الالكتروني لمقاطع في أوراق صنف مكسيباك وجيراردو.

Figure (B: 1-4). Electron micrographs of sections in leaves of Mexipak and Gerardo wheat cultivars.

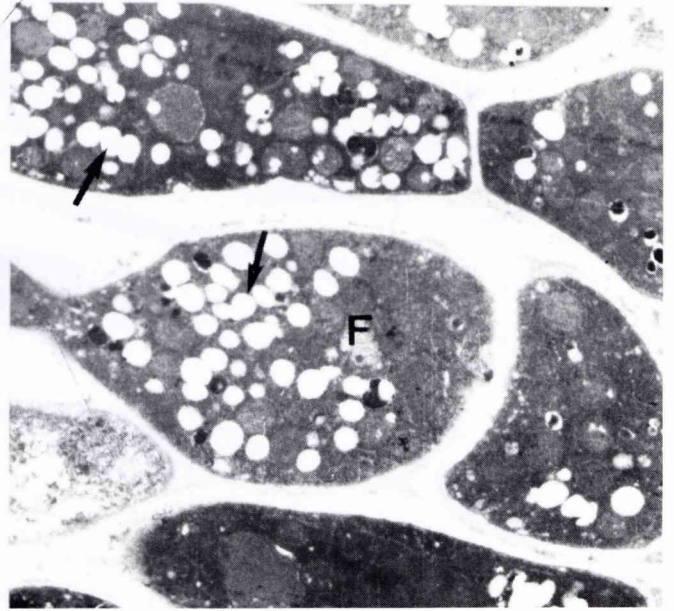
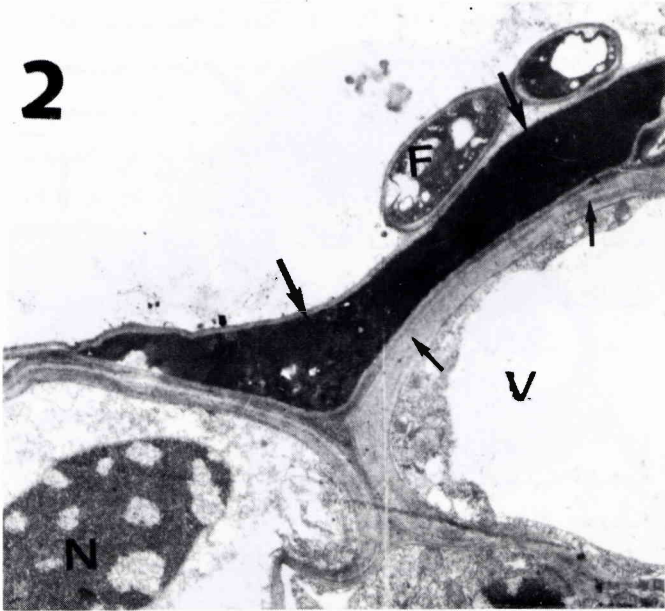
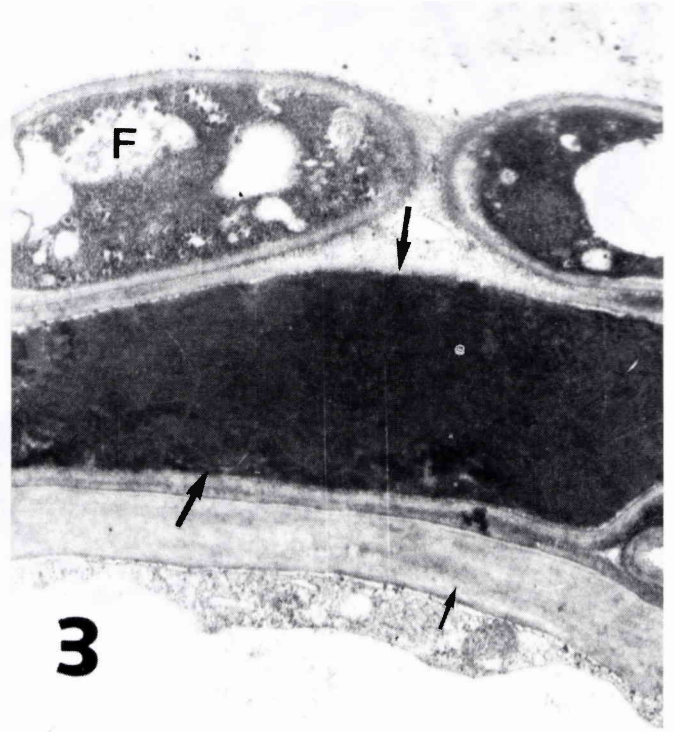
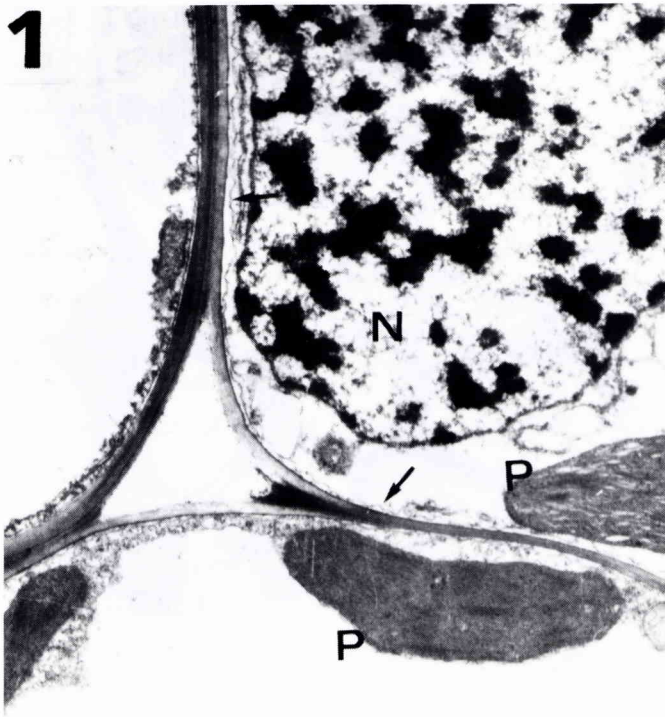
1 - مقطع في ورقة مكسيباك غير مصابة. لاحظ انتظام الخلايا ووجود عضيات الخلية بصورتها التركيبية الطبيعية كالنواة والصانعات الخضراء (سهم) ولاحظ كذلك أوعية الخشب (X). التكبير = 9000 مرة.

1 - Section in uninfected leaf of CV. Mexipak. Note organized cells and ultrastructurally normal cell organelles such as nucleus and chloroplasts (arrows). X = Xylem vessel. X 9000.

2 - مقطع في ورقة سليمة من صنف جيراردو (شاهد). التكبير = 18000 مرة. لاحظ البنية الدقيقة العادية للجسيمات الصانعة (P) والجدار الخلوي (سهم).

2 - Section in uninfected (control) leaf of CV. Gerardo. Note the normal ultrastructure of the chloroplasts (P) and the cell wall (arrow). X 18000.





2 - Fungal hypha (F) adjacent to cell wall (small arrow). Note the formation of electron dense material and ultrastructurally altered nucleus (N) with unclear nuclear membrane, disrupted membrane of the vacuole (V). X 10000.

3 - Enlargement of part in 2 for fungal hypha (F) adjacent to the electron dense material (large arrows). Note the unaffected cell wall (small arrow). X 18000.

4 - تجمع خيوط الفطر *S. tritici* في منطقة تكون الوعاء البكنيدي. لاحظ وجود عدد كبير من الفجوات الصغيرة (سهم) داخل الفطر (F) التكبير = 13000 مرة.

4 - Aggregation of *S. tritici* hyphae in the region of pycnidium vessel formation. Note the occurrence of large number of small vacuoles inside the fungus (F). X 13000.

شكل (ج: 1 - 4) صور بالمجهر الالكتروني لمقاطع في أوراق من الصنف جيراردو مصابة بالفطر *Septoria tritici*.

Figure (C: 1 - 4). Electron micrographs of sections in CV. Gerardo infected with *Septoria tritici*.

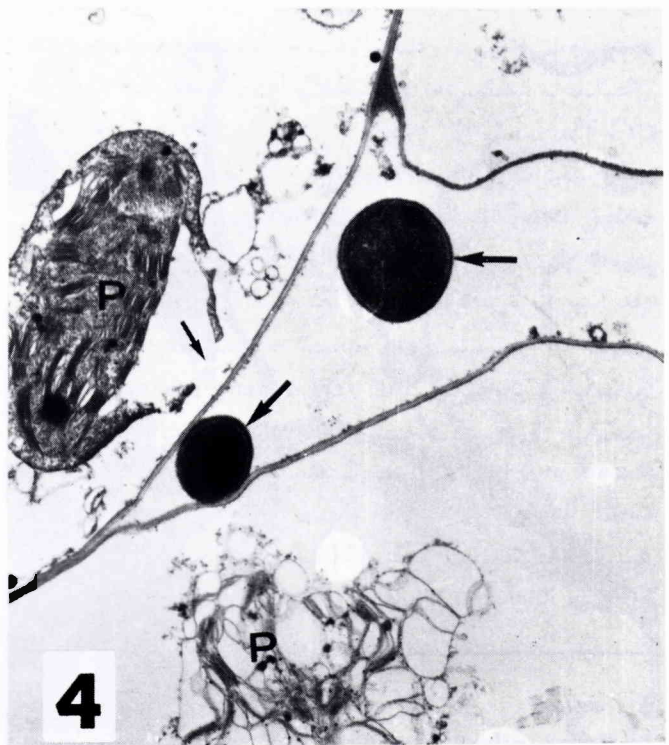
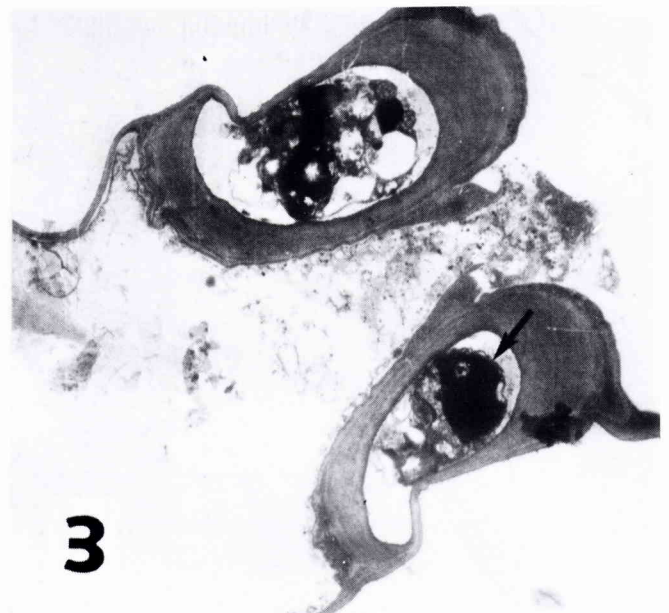
1 - أجزاء من خلايا ذات عضيات بالشكل التركيبي الدقيق الطبيعي كالنواة (N) والغشاء البلازمي (سهم) والصانعات الخضراء (P). التكبير = 18000 مرة.

1 - Part of cells containing organelles with normal ultrastructure appearance like nucleus (N), plasma membrane (arrow) and chloroplasts (P). X 18000.

2 - الخيط الفطري (F) محاذ لجدار الخلية (سهم صغير) لاحظ تكوّن مادة ذات كثافة الكترونية عالية (سهم كبير) وتغيّر التركيب المجهرى الدقيق للنواة (N) وعدم وضوح الغلاف النووي، وضمور الغشاء البلازمي، وعدم وضوح المصورات الحبيوية، واضمحلال غشاء الفجوة (V). التكبير = 10000 مرة.

2 - Fungal hypha (F) adjacent to cell wall (small arrow). Note the formation of electron dense material and ultrastructurally altered nucleus (N) with unclear nuclear membrane, disrupted membrane of the vacuole (V). X 10000.





2 - Section showing the fungus (F) near the cell wall, modified chloroplast (P) containing osmophilic granules (arrow) and the condensation of cytoplasm near cell wall.

3 - Section in the stoma showing guard cells with collapsed cellular organelles and the retraction of the plasma membrane towards the center of the cell.

4 - Section showing the fungus (large arrow) in the intercellular spaces, disruption of the chloroplasts (P) with ruptured envelope, and the disintegration of the cytoplasm and the plasma membrane.

1 - Ultrastructural modifications of the nucleus (N) and plastids (P) which contain unclar lamellae, starch grains (small arrow) and osmophilic granules (large arrow).

2 - Section showing the fungus (F) near the cell wall, modified chloroplast (P) containing osmophilic granules (arrow) and the condensation of cytoplasm near cell wall.

شکل (د: 1 - 4): صور بالمجهر الالکترونی لمقاطع فی أوراق من صنف مکسیبک مصابة بالفطر *Septoria tritici*. التكبير = 13000 مرة.

Figure (D: 1 - 4). Electron micrographs of sections in wheat leaves CV. Mexipak infected with *Septoria tritici* X 13000.

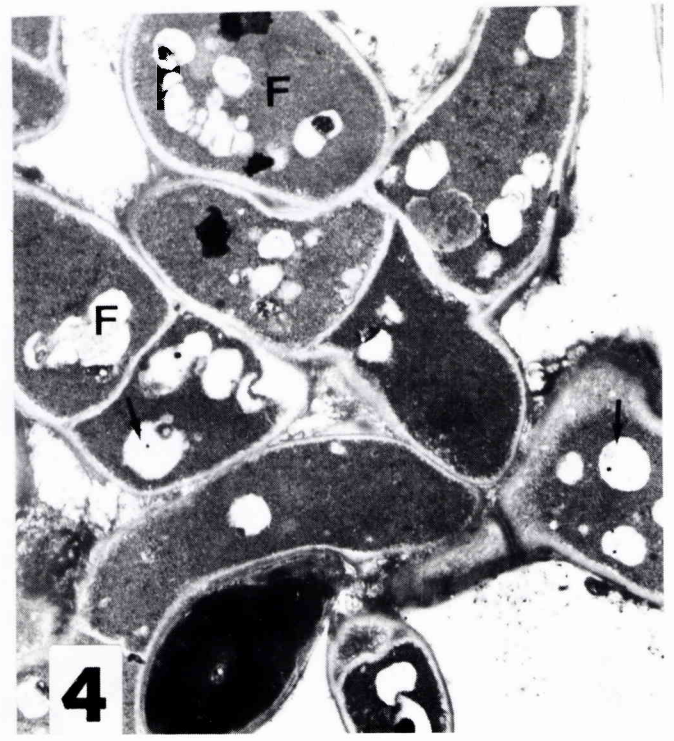
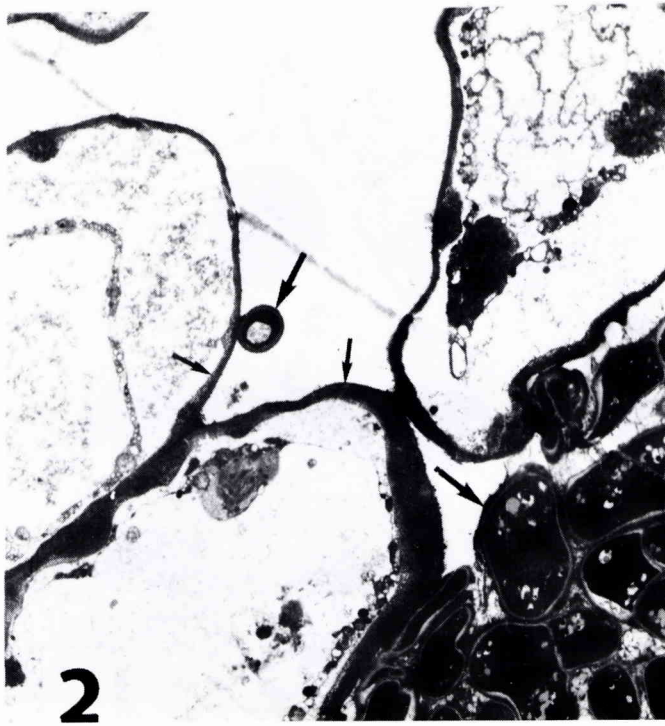
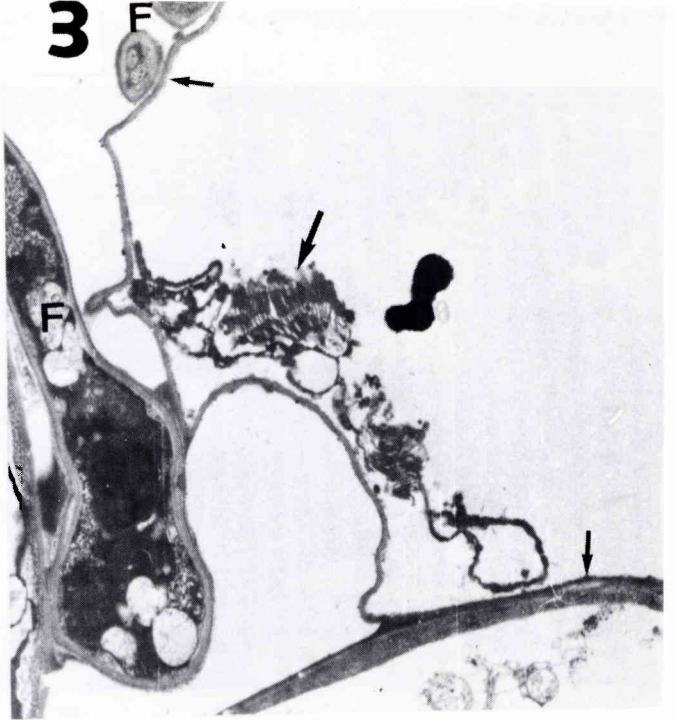
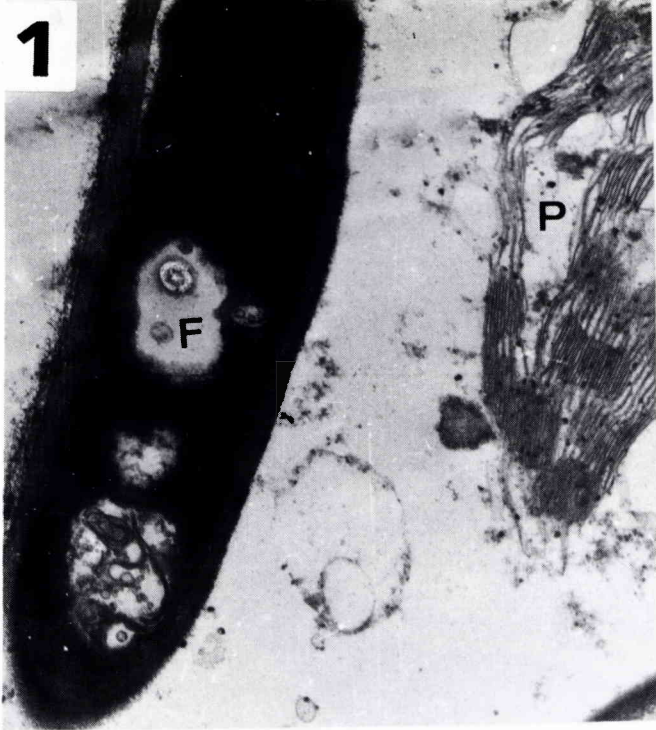
1 - تغيرات تركيبية دقيقة في عضيات الخلية كالنواة (N) والصانعات الخضراء (P) الحاوية على صفائح غير متميزة وجبات نشاء (سهم صغير) وظهور الحبيبات الأوزموفيلية (سهم كبير).

2 - مقطع يوضح الفطر (F) بالقرب من جدار الخلية وصانعة خضراء (P) غير واضحة المعالم وتكثف السيتوبلازم بالقرب من جدار الخلية. لاحظ وجود الحبيبات الأوزموفيلية (سهم).

3 - مقطع في الثغر يوضح تحطم المحتوى الخلوي في الخليتين الحارستين وانسحاب السيتوبلازم نحو مركز الخلية وعدم تمايز عضيات الخلية.

4 - مقطع يوضح وجود الفطر (سهم كبير) بين الخلايا وتحطم الصانعات الخضراء (P) وتكسر غلافها (سهم صغير) واضمحلال السيتوبلازم والغشاء البلازمي.





شكل (هـ: 1 - 4) صور بالمجهر الالكتروني لأجزاء من مقاطع في أوراق الصنف مكسيك مصابة بالفطر *Septoria tritici* (1، 4). التكبير = 18000 مرة، 2، 3: التكبير = 13000 مرة.

**Figure (E: 1 - 4).** Electron micrographs of sections in wheat leaves CV. Mexipak infected with *Septoria tritici*. 1,4: X 18000 - 2,3: X 13000.

1 - جزء من الخيط الفطري (F) داخل خلية محطمة وصانعة خضراء (P) محورة وذات غلاف محطم وصفائح غير منتظمة.

2 - مقطع في الخيوط الفطرية (F) بين الخلايا. لاحظ عدم تغير الجدار الخلوي (سهم صغير) وتحلل محتوى الخلية. السهم الكبير يشير إلى بقايا

الصانعات الخضراء.  
2 - Section in fungal hyphae (F) in the intercellular space. Note the normal cell wall (small arrow) and the disintegration of cell contents. The large arrow point at to remnants of chloroplasts.

3 - مقطع يوضح تجمع الخيوط الفطرية (سهم كبير) وبقايا من عضيات الخلية المتحطمة. لاحظ عدم تأثر الجدر الخلوية (سهم صغير).

3 - Section showing aggregation of fungal hyphae (large arrow) and remnants of cell organelles. Note the unaffected cell wall (small arrow).

4 - مقطع في الخيوط الفطرية (F) في منطقة تكوّن الوعاء البكتيدي. لاحظ احتوائها على فجوات كبيرة نسبياً وبأعداد قليلة (أسهم).

4 - Section in fungal hyphae (F) in the region of pycnidium formation. Note the small number of relatively large vacuoles (arrow).

لنوى خلايا الشوندر المتأثرة بالسّم الفطري Cercosporin الذي يفرزه الفطر *C. beticola* (18)؛ والطماطم / البندورة المصابة بنيماتودا تعقّد الجذور والفطر المسبب للذبول الفيوزارمي (7). كما كانت التغيرات التي اعترت الغشاء البلازمي في نباتات الحنطة المصابة مشابهة لتلك التي اعترت الغشاء البلازمي في نبات الفاصولياء المصابة بالفطر *Colletorichum solani* (11) والفطر *Rhizoctonia lindemuthianum* (13)، والبكتريا *P. phaseolicola* (16).

وحدثت تحورات تركيبية دقيقة واضحة في خلايا الصنف الحساس شملت النوى، والغشاء البلازمي، والسيتوبلازم، والصانعات الخضراء وذلك في المراحل الأولى من الإصابة. وكانت التغيرات مشابهة لما أشار إليه عدد من الباحثين (9، 10، 12، 13، 16، 18، 20). وقد يعزى تكثف السيتوبلازم وانسحابه باتجاه مركز الخلية في خلايا ورقة الصنف الحساس (شكل د: 1) إلى اختلال الضغط الأوزموزي في الخلايا بسبب تأثير الفطر في العمل الوظيفي للغشاء البلازمي. وقد لوحظ مثل هذا التأثير في خلايا نسيج نبات الفاصولياء المصاب بالفطر *R. solani* (11)، وخلايا البنجر / الشوندر السكري المصاب بالفطر *C. beticola* (18)، وكذلك في أوراق الطماطم / البندورة المصابة بفيروس تجعد القمة (3). كما سبقت الإشارة إلى وجود الأجسام الأوزموفيلية الملاحظة في الصانعات الخضراء لأوراق الحنطة المصابة (شكل د: 1، 2) في خلايا نبات الزينيا المتأثرة بالسّم البكتيري (9).

إن تحلل جزء كبير نسبياً من خلايا نسيج الورقة المصابة وبخاصة في الصنف الحساس يؤدي حتماً إلى تناقص المساحة الخضراء وبالتالي تناقص كفاءة عملية البناء الضوئي؛ فضلاً عن تعطيل أو تحوير عمليات أيضية أخرى نتيجة التغيرات في التركيب الدقيق لخلايا النبات المصاب والتي تؤدي بدورها إلى ضعف النبات المصاب وقلة إنتاجه.

وجدران الخلية (شكل د: 2، وشكل هـ: 2). ويمكن اعتبار تكون مثل هذه المادة الكثيفة بالقرب من جدار الخلية كإحدى آليات الدفاع، التي يمكن أن تعمل على إعاقة تقدم الفطر بصورة ميكانيكية أو كيميائية. وقد عزى إخفاق الفطر *S. nodorum* في اختراق خلايا البشرة إلى تراكم مواد مختلفة منها مادة اللفين (14). وأوضح الفحص بالمجهر الإلكتروني اختلافاً جوهرياً بين طبيعة الإصابة بالفطر *S. tritici* والفطر *S. nodorum*. فقد ذُكر أن الفطر الأخير يقوم بتثبيت أنبوبة الإنبات على البشرة بواسطة عضو لاصق (appressorium) يساعد الفطر على اختراق جدار الخلية، ولم يلاحظ تكوّن مثل هذا العضو في حالة الإصابة بالفطر *S. tritici*. وأظهر عدد كبير من خلايا الصنف المقاوم في المراحل الأولى من الإصابة بالفطر تركيباً دقيقاً مشابهاً للتركيب الدقيق في الخلايا السليمة. وبعد تطوّر الإصابة واشتدادها، حصل تحور واضح في الشكل التركيبي الدقيق لعضيات الخلية كزيادة الكثافة الالكترونية للنوى وتغيّر طبيعة أغلفتها، وضمور الغشاء البلازمي، وعدم وضوح المصورتات الحيوية والصانعات الخضراء، واضمحلال أغشية الفجوات الخلوية (الأشكال ج: 1، 2. د: 1، 4. هـ: 1، 3). وقد ترجع مثل هذه التغيرات الخلوية إلى المواد التي يفرزها الفطر بغية تحليل محتويات الخلية تمهيداً للتغذي عليها. وهذا يؤدي بطبيعته إلى موت عدد كبير من الخلايا في النسيج المصاب. وقد أشير إلى زيادة الكثافة الالكترونية في عدد من النباتات المصابة بمسببات مرضية مختلفة كإصابة الفاصولياء بالبكتريا (16) *Pseudomonas phaseolicola*، وإصابة أوراق البنجر / الشوندر السكري بالفطر *Cercospora beticola* (18)، والطماطم / البندورة بفيروس تجعد القمة (3)، والحنطة بالفطر *Septoria nodorum* (10). كما كانت التحورات التركيبية الدقيقة التي طرأت على النواة في هذه الدراسة مشابهة إلى حد كبير للتحورات الحاصلة

## Abstract

Al-Rawi, F.A. and R.A. Al-Ani. 1991. Ultrastructural changes in tomato phloem cells caused by curly top virus infection. Arab J. Pl.

Prot. 9 (1): 38 - 46.

This study showed that *Septoria tritici* can cause ultrastructural modifications in the leaf cells of infected wheat plants. These modifications include disorganization of cellular organelles, the cytoplasm and cell membranes. Electron microscope examination also showed significant differences between the infection nature and modifications of host cells in the infected resistant and susceptible cultivars. Electron

dense material was formed between the infective hyphae and cell walls in the resistant, CV. «Gerardo», but not in the susceptible, CV. «Mexipak». Cell destruction in the infected plants leads to a reduction of green area of the leaves, photosynthesis and consequent loss in plant vigour and productivity.

**Key words:** Septoria leaf spot, Wheat, Ultrastructure.

## References

1. Al-Adhami, A.I. 1953. A list of the common plant diseases in Iraq. Min. of Agric., Bull. No. 17: 1 - 14.
2. Al-Beldawi, A.S., A. Jawad and T.M. Ali. 1983. Testing

- different wheat cultivars against septorial leaf blotch disease. Yearbook plant Prot. Res., 3: 225 - 233.
3. Al-Hilli, I.A. 1987. Identification and ultrastructural

## المراجع



- modifications caused by curly top virus in tomato. M.Sc. Thesis, college of Agri. Univ. of Baghdad.
4. Baker, C.J. 1970. Varietal reaction of wheat of leaf infection by *Leptosphaeria nodorum* and *Septoria tritici*. Transac. of the Brit. Mycolog. Soc., 54: 500 – 504.
  5. Baker, E.A. and I.M. Smith. 1978. Development of inoculation with *Septoria nodorum* (Wheat glume blotch) Transac. of the Brit. Mycolog. Soc., 71: 475 – 482.
  6. Baker, E.A. and I.M. Smith. 1979. Components of *Septoria nodorum* infection in winter wheat: Lesion number and lesion size. Transac. of the Brit. Mycolog. Soc. 73: 57 – 63.
  7. Fattah, F.A. and J.M. Webster. 1983. Ultrastructural changes caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in *Meloidogyne javanica* induced giant cells in Fusarium resistant and susceptible tomato cultivars. J. Nematol. 15: 128 – 135.
  8. Gough, F.J. 1978. Effect of wheat host cultivars on pycnidiospore production by *Septoria tritici*. Phytopathology 68: 1343 – 1345.
  9. Jutte, S.M. and R.D. Durbin. 1979. Ultrastructural effects in Zinnia leaves of a chlorosis inducing toxin from *Pseudomonas tagetis*. Phytopathology 69: 839 – 842.
  10. Karjalainen, R. and K. Lounatmaa. 1986. Ultrastructure of penetration and colonization of wheat of wheat leaves by *Septoria nodorum*. Physiol. and Molec. Pl. Pathol. 29: 263 – 270.
  11. Kenning, L.A. and P. Hanchey. 1980. Ultrastructure of lesion formation in *Rhizoctonia* infected bean hypocotyls. Phytopathology 70: 998 – 1004.
  12. Matsuura, K. 1986. Scanning electron microscopy of the infection process of *Rhizoctonia solani* in leaf sheaths of rice. Pl. Physiol. 811 – 814.
  13. Mercer, P.C., R.K.S. Wood and A.D. Green Wood. 1975. Ultrastructure of the parasitism of *Phaseolus vulgaris* by *Colletotrichum lindemuthianum*. Phys. Pl. Pathol. 5: 203 – 214.
  14. Ride, J.P. 1975. Lignification in wounded wheat leaves in response to fungi and its possible role in resistance. Phys. Pl. Pathol. 5: 125 – 134.
  15. Saleh, H.M. 1983. Studies on the leaf spotting fungi of wheat. M.Sc. Thesis, College of Agric. and Forestry, Mosul Univ.
  16. Sigee, D.C. and H.A.S. Epton. 1976. Ultrastructural changes in resistant and susceptible varieties of *Phaseolus vulgaris* following artificial inoculation with *Pseudomonas phaseolicola*. Phys. Pl. Pathol. 9: 1 – 8.
  17. Spurr, A.R. 1969. A low viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. Ultrast. Res. 26: 32 – 43.
  18. Steinkamp, M.P., S.S. Martin, L.L. Hoefert and E.G. Ruppel. 1981. Ultrastructure of lesions produced in leaves of *Beta vulgaris* by cercosporin, a toxin from *Cercospora beticola*. Phytopathology 71: 1272 – 1281.
  19. Straley, M.L. and A.L. Scharen. 1979. Development of *Septoria nodorum* in resistant and susceptible wheat leaves. (Abstr.) Phytopathology 69: 920 – 921.
  20. Strobel, G.A., W.M. Hess and G.W. Steiner. 1971. Ultrastructure of cells in toxin treated and *Helminthosporium sacchari* infected sugarcane leaves. Phytopathology 61: 339 – 345.