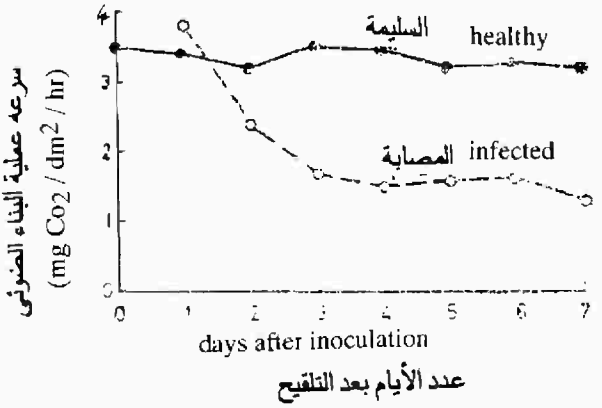
الباب الخامس

تأثير المرض على العمليات الحيويه في النبات

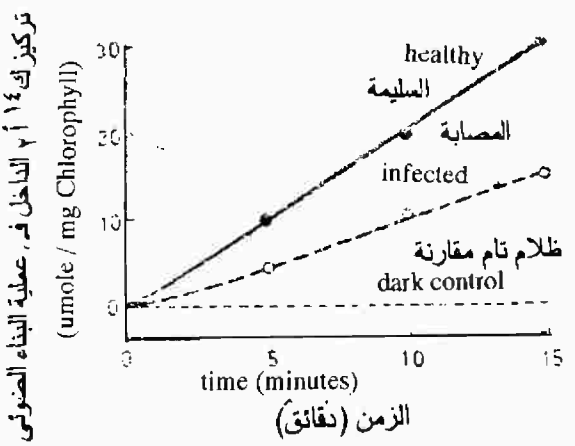
تؤثرالإصابة بالطفيليات على العمليات الحيوية للنبات المصاب وفيما يلى بعض الأمثلة لذلك:

١- البناء الضوئى: تؤثر الاصابة على عملية البناء الضوئى وعادة تقل سرعة وكفاءة عملية البناء الضوئى نتيجة للإصابة. ولكن أحياناً فى بعض الأمراض تزداد سرعة عملية البناء الضوئى فى بداية الاصابة ثم تقل بعد ذلك. وذلك كما فى حالة مرض البياض الدقيقى فى نبات البلوط المتسبب عن الفطر *Mycosphaerella* حيث تزداد سرعة عملية البناء الضوئى فى اليوم الأول بعد التلقيح أى فى بداية الاصابة ثم تقل بعد ذلك تدريجياً حتى تصبح سرعة العملية فى النبات المصاب أقل من سرعة العملية فى النبات السليم (شكل ٣٠). وجد أيضاً فى بعض الحالات خفض فى كفاءة تثبت ك أ ٢ فى الأوراق المصابة عن السليمة كما فى مرض البياض الدقيقى فى بنجر السكر (شكل ٣١).

أما عن أسباب خفض سرعة عملية البناء الضوئى فى النبات المصاب فيرجع ذلك الى سبب أو أكثر. فقد يكون هدم فى الكلوروفيل الموجود نتيجة لنشاط أنزيم الكلوروفلليز chlorophyllase والذى يحلل جزيئ الكلوروفيل إلى كلوروفيلليد chlorophyllide وفيتول phytol وذلك كما فى فيروس تبرقش التبغ فى الطماطم TMV وقد يكون السبب هو ضعف فى تخليق الكلوروفيل كما فى مرض wildfire فى التبغ. وجد أيضاً أن الجرانا grana والفريت fret فى البلاستيدات الخضراء فى الأوراق المصابه تصبح متهتكه وتزداد هذه الحاله بزيادة المرض كما فى مرض البياض الدقيقى فى الشعير.



(شكل ٣٠) : سرعة عملية البناء الضوئى فى أوراق البلوط السليمه والمصابه بالبياض الدقيقى.



(شكل ٣١) : سرعة عملية البناء الضوئى فى أوراق بنجر السكر السليمه والمصابه بفطر البياض الدقيقى.

يمكن أن تقل عدد البلاستيدات الخضراء بتقدم الاصابة كما فى بعض أمراض البياض الدقيقى والأصداء. يمكن أيضاً أن يقل تركيز RNA البلاستيدات الخضراء بتقدم الاصابة كما فى بعض أمراض الأصداء والبياض الدقيقى. وجد أن أنزيم ribulose-1,5 diphosphate carboxylase يقل نشاطه بعد ١٢ يوم من التلقيح فى أصداء القمح ومن المعروف أن هذا الأنزيم هو المسئول عن عمل أول خطوه فى عملية البناء الضوئى. وجد انخفاض فى تركيز ك أ٢ المشع فى حامض فوسفوجلسريك والسكريات المفسفره وزيادة فى تركيز ك أ٢ المشع فى فوسفوإينول حامض البيروفيك phosphoenol pyruvic acid والأحماض ذات أربعة ذرات كربون مثل الأوكسالأستيك والماليك وذلك فى النباتات المصابة بفيروس تبرقش التبغ TMV بالمقارنة بالنباتات السليمه. ومن المعروف فى النباتات العادية أن تكون حامض فوسفوجلسريك هو دليل على حدوث دوره كالفن وبنسون Calvin and Benson فى عملية البناء الضوئى أما عن وجو دمركب فوسفوإينول حامض البيروفيك فهو دليل على حدوث دوره خاصه إضافية لعملية البناء الضوئى هى دوره Hatch and Slack.

معنى ذلك أن الاصابة تؤثر فى درجة حدوث إحدى دورتى عملية البناء الضوئى بالنسبة للدورة الأخرى. أى أن الاصابة تزيد من معدل حدوث دوره هاتش وسلاك وتقلل من معدل حدوث دوره كالفن وبنسون.

يمكن أن تقل كفاءة حدوث تفاعل هيل Hill reaction وأيضاً عملية الفسفره الضوئيه photophosphorylation فى البلاستيدات الخضراء وذلك كما فى مرض تبرقش الدخان TMV.

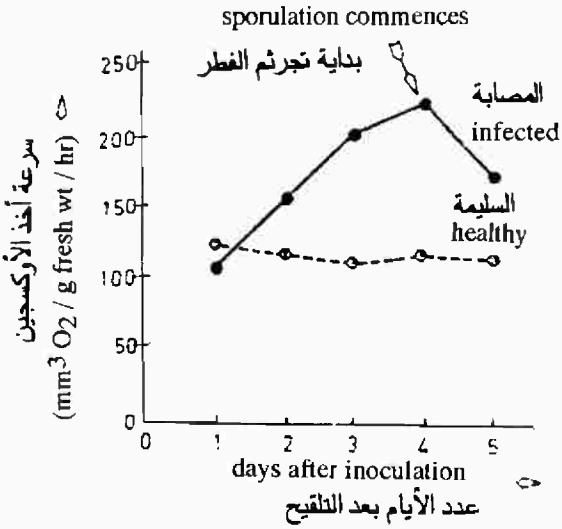
فى بعض الأمراض توجد حلقة خضراء تتوسط نسيج شاحب حول البثرة تسمى جزيره خضراء green island وهى ذات تركيز عادى من الكلوروفيل وذلك كما فى مرض صدأ الساق فى القمح ومرض صدأ الفاصوليا. تكون سرعة عملية البناء الضوئى فى الجزائر الخضراء عاديه عاده .تركيز النشا فى الأجزاء المصابه يختلف بإختلاف المرض والمسبب. فى كثير من الأحوال يكون الناتج النهائى هو قلة تركيز النشا فى الأجزاء المصابة ولكن قد يكون العكس صحيح فى بعض الأمراض مثل مرض إلتفاف أوراق البطاطس ومرض أصفرار بنجر السكر.

تسبب بعض السموم المفرزه بالفطريات تأثير على عملية البناء الضوئى وذلك بخفض تركيز الكلوروفيل مثل سم tentoxin والذى يفرزه الفطر *Alternaria alternata* مسبب مرض البقعة البنيه فى التبغ أو يسبب تثبيط فى عمليه الفسفره الضوئيه photophosphorylation ويكون أيضاً بواسطة سم tentoxin. أو يسبب تهتك البلاستيده الخضراء كما فى سم victorin أو يسبب تهتك لأغشية البلاستيده الخضراء فى سم HS toxin والذى يفرزه الفطر *Helminthosporium sacchari* مسبب مرض بقعة العين eye spot فى قصب السكر.

٢- التنفس : يحدث زيادة فى سرعة التنفس فى النبات المصاب كما قد يحدث تغيير فى دورة تحلل السكر.

أ - يحدث عادة زيادة فى سرعة التنفس للنبات المصاب وخاصة فى الفترة الأولى من المرض. تزداد سرعة التنفس فى الأوراق الفلقيه للكرنب عند إصابتها بالفطر *Peronospora parasitica* المسب للبياض الزغبى فى الكرنب وذلك بالمقارنة بالأوراق الفلقيه السليمه (شكل٣٢).

يعزى سبب زيادة سرعة التنفس الى أسباب عديدة ولكن حتى الآن لايوجد إثبات قاطع فى ذلك. يمكن أن تزداد سرعة التنفس نتيجة تثبيط الازدواج فى الفسفره التأكسديه uncoupling of oxidative phosphorylation حيث وجد أن أوراق نبات القمح المصابه بالصدأ لا تستجيب لفعل مركب داى نيتروفينول 2,4-dinitrophenol (DNP) وحيث تستجيب الأوراق العادية. يعتبر هذا المركب مثبط لعملية الازدواج فى الفسفره التأكسديه. يدل ذلك على أن الأوراق المصابة لايوجد بها عملية ازدواج فى الفسفره التأكسديه ولذلك فإنها لاتستجيب لهاذ المركب. أى أن الإصابة تثبط عملية إزدواج الفسفره التأكسدية. وجد أن هذه الأوراق المصابة لا تتأثر بوجود حامض المالونيك malonic acid . من المعروف أن هذا الحامض يثبط إنزيم سكسنيك ديهيدروجينيز succinic dehydrogenase وبذلك يمنع تحويل حامض السكسنيك إلى حامض الفيومارك وبذلك يثبط دوره كريس ويتوقف أو يقل التنفس الهوائى. يدل ذلك على أن الأوراق المصابه تقل فيها دوره كريس أى يقل التنفس الهوائى ولذلك فإنها لا تستجيب لحامض المالونيك. والعكس صحيح فى حالة الفلوريد فإن الأوراق المصابة تستجيب لهذه المادة السامة، تماماً كما هو الحال فى الأوراق السليمة. ومن المعروف



(شكل ٣٢) : سرعة تنفس الأوراق الفلقيه للكرنب السليمه والمصابه بالبياض الزغبى.

أن فلوريد الصوديوم أى الفلوريد يثبط إنزيمات الأكسدة المحتويه على معادنmetal containing oxidases واللازمه لدوره تحلل السكر glycolysis الخاصه بأمبدين مايرهوف بارناس(EMP) Embden-Meyerhof-Parnas . يتضح أن الأوراق المصابة يحدث بها تحلل للسكر بواسطة EMP كما هو الحال تماماً فى الأوراق السليمه.

ومما سبق يتضح أن الأوراق المصابة فى القمح يحدث بها تحلل للسكر بواسطة طريقة EMP ويثبط فيها دوره كريس وعملية الفسفره التأكسديه ونتيجة لذلك تزداد سرعة التنفس. أمكن إثبات ذلك فى نبات الشعير المصاب بالبياض الدقيقى وفى نبات التبغ المصاب بفيروس تبرقش الأوراق. ولكن لاتنطبق هذه القاعدة على نباتات وأمراض أخرى. أى أنها نتيجة غير عامه على جميع الأمراض.

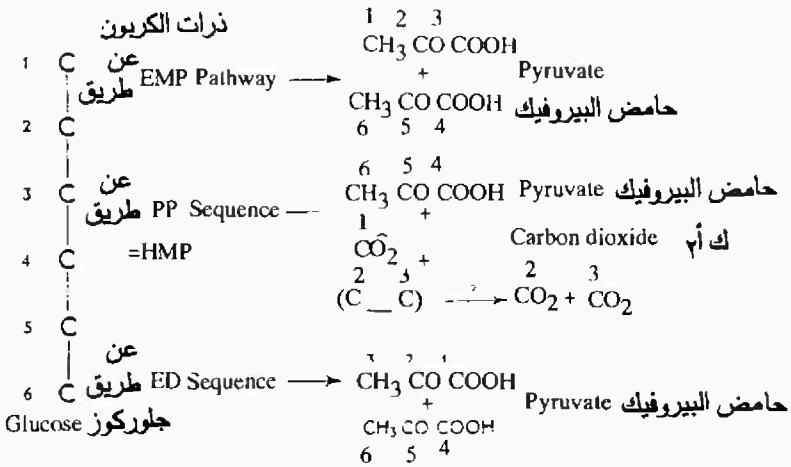
يمكن أن تكون زيادة سرعة التنفس نتيجة لزيادة استهلاك جزئيات ATP وتحولها الى ADP . يوجد مايثبت ذلك مثل زيادة سرعة نمو الخلايا فى نبات القرطم المصاب بالصدأ وزيادة سرعة الحركة الإنسيابيه فى السيتوبلازم فى نباتات البطاطس المصابه بمرض اللفحه المتأخره وإرتفاع درجة الحرارة فى النباتات المصابه بالأصداء والبياض الدقيقى من ٠,٣ إلى ٠,٧ درجة مئوية . جميع العمليات الحيويه السابقة تحتاج زيادة فى استهلاك ATP .

جميع العمليات السابقة وهى تثبيط الإزدواج فى الفسفره التأكسديه وينتج عنها تثبيط تكوين ATP وبالإضافة إلى ذلك جميع العمليات التى ينتج عنها زيادة فى استهلاك ATP وتكون المحصله النهائيه لجميع هذه العمليات هى قلة تركيز ATP وزيادة تركيز ADP والفوسفور الغير عضوى فى أنسجة النبات المصاب ونتيجة لذلك تزداد سرعة التنفس.

جميع العمليات المذكورة سابقاً تسبب إختلال فى تأثير باستير Pasteur effect . معنى تأثير باستير أن عملية التنفس اللاهوائى والتخمر يحدث لها تثبيط فى وجود أكسجين الهواء الجوى. ولكن فى جميع الأنسجة المصابة فى الحالات السابقة فإنه بالرغم من وجود أكسجين الهواء الجوى لايحدث الهدم الكامل لجزيئ السكر وبالتالى تستغل طاقة جزيئ السكر جزئياً وليست استغلال كامل كما هو الحال فى النبات السليم. وينتج عن عدم الهدم الكامل لجزيئ السكر تراكم مركبات وسطيه وهذه الأخيره تستخدم فى تكوين المركبات الفينوليه فى أنسجة النبات المصاب. أى أن إختلال تأثير باستير فى النسيج المصاب للنبات ينتج عنه تراكم مركبات وسطيه ولايحدث ذلك فى النبات السليم ولايحدث هدم كامل لجزيئ السكر ولذلك فإن الطاقة الناتجة منه تكون أقل من الطاقة الناتجة فى النسيج السليم أى أن كفاءة إستغلال الجلوكوز فى النسيج المصاب تكون أقل من كفاءة استغلال الجلوكوز فى النسيج السليم.

ب - يحدث فى بعض الحالات تغيير فى دوره تحلل الجلوكوز glycolysis ومثال ذلك يحدث تحول من دوره EMP إلى دوره hexose monophosphate pathway (HMP) فى النسيج المصاب فى حالة إصابة نبات الداتوره بفيروس تبرقش التبغ TMV وحالة مرض التدرن التاجى فى الطماطم والبياض الدقيقى والأصداء فى القمح ومرض اللفحه المتأخره فى درنات البطاطس وتقرح السويقه الجينينه السفلى فى الفاصوليا نتيجة للإصابة

بفطر *Rhizoctonia* . يمكن التعرف على حدوث الدوره بإستخدام جزئيات سكر جلوكوز بها اشعاع فى ذره الكربون رقم ١ أو ذره الكربون رقم ٦. وفى حالة دوره EMP فإن سكر الجلوكوز يكون جزيئين حامض بيروفيك ويكون ترتيب ذرات الكربون كما يأتى (شكل ٣٣).



(شكل ٣٣) : ترتيب ذرات الكربون فى حامض البيروفيك و ك أ٢ بالنسبة لذرات الكربون المختلفة الموجودة فى سكر الجلوكوز فى الطرق المختلفة وهى EMP ، Pen-tose Phosphate أى HMP ، Entner-Doudoroff (ED) .

1 2 3
CH_3 CO COOH حامض بيروفيك

+

CH_3 CO COOH حامض بيروفيك
6 5 4

أما فى حالة HMP فإنه يتكون جزيئ حامض بيروفيك ويخرج جزيئ ثانى أكسيد الكربون من ذره الكربون رقم ١ من جزيئ سكر الجلوكوز ويكون ترتيب ذرات الكربون كما يأتى (شكل٣٣) .

6 5 4

CH_3 CO COOH حامض بيروفيك

+

$^1CO_2$ + C^2 -- C^3

ولذلك فإنه يستخدم سكر جلوكوز به ذره كربون رقم ١ مشعه وسكر آخر به ذره كربون رقم ٦ مشعه وتقدر كمية ك أ٢ المشعه الناتجه فى كل حاله.

ولذلك فإنه فى الثوانى الأولى يخرج ك أ٢ مشع دليل أن الدوره HMP حيث أن ثانى أكسيد الكربون الخارج ينتج من ذره كربون السكر رقم ١ . ولكن ك أ٢ الناتج من EMP ينتج من ذره الكربون رقم ٣ ، ٤ وبالتالى لا يكون مشع. ولذلك فإن حساب نسبة كمية $\frac{ك٦}{ك١}$ الخارجه فى ك أ٢ يدل على نوع الدوره. فإذا كانت كمية ك أ٢ المشع حيث الاشعاع فى ذره الكربون رقم ١ كبيرة بالنسبة لكمية ثانى أكسيد الكربون المشع حيث الاشعاع فى ذره الكربون رقم ٦. أى أن نسبة $\frac{ك٦}{ك١}$ تقل كان ذلك دليل على أن النبات يستعمل دوره HMP وليست دوره EMP . أى أن سرعة خروج ك أ٢ المشع فى الثوان الأولى من التجربة فى حالة إستخدام سكر جلوكوز مشع فى ذره الكربون رقم ١ وأيضاً إنخفاض نسبة $\frac{ك٦}{ك١}$ يكون دليل على أن النسيج المصاب يستخدم دوره HMP .

يحدث فى بعض الحالات توقف دوره كربس وأمكن معرفة ذلك بإستخدام حامض المالونيك malonic والذى يثبط إنزيم succinic dehydrogenase . حيث وجد أن الأنسجة المصابة لا تتأثر بهذا الحامض أى أن هذا الأنزيم ليس له دور فى عملية التنفس. وحيث أن هذا الأنزيم أحد الأنزيمات الأساسية لإتمام دوره كربس فإن الأنسجه المصابه لايحدث بها دوره كربس.

فى حين أن الأنسجة السليمه يحدث بها دوره كربس. أمكن إثبات ذلك فى القمح المصاب بالبياض والأصداء وفى أوراق الفول السودانى المصابه بفطر *Cercospora*. أى مرض تبقع الأوراق.

بعض السموم المفرزه بواسطة الفطريات تؤثر على سرعة عملية التنفس كما فى حامض الفيوزارك و piricularin و HM - Ttoxin.

٣- النتح : بعض الأمراض التى تصيب الأوراق تزيد من سرعة النتح وقد يكون السبب فى ذلك هو تمزق نسيج البشره أو طبقة الكيوتيكل وذلك كما فى مرض جرب التفاح والكمثرى وبعض أمراض الأصداء. وقد يكون العكس صحيح حيث تقل سرعة النتح فى بعض الأمراض كما فى أمراض عفن الجذور وأمراض الذبول مثل ذبول الطماطم والبطاطس. بعض السموم المفرزه بواسطة الفطريات تزيد من سرعة النتح لأنها تسبب فتح الثغور كما فى سم fusicoccin والذى يفرزه الفطر *Fusicoccum amygdali* مسبب مرض تقرح الأغصان فى اللوز والخوخ وقد يكون العكس صحيح حيث تسبب السموم قلة النتح لأنها تسبب قفل الثغور مثل سم tentoxin والذى يفرزه الفطر *Alternaria alternata* مسبب مرض عفن ثمار الطماطم الجاف وتبقع أوراق القطن.

٤- إمتصاص الذائبات وإنتقالها وصعودها فى النبات : قد تؤثر الطفيليات على امتصاص الماء والذائبات وقد تؤثر على صعود العصاره أى صعود الماء والذائبات فى نسيج الخشب وخاصة فى الأوعية الخشبيه لنسيج الخشب.

أ- التأثير على إمتصاص الماء والذائبات: بعض من الطفيليات المسببه أمراض للنبات مثل فطريات عفن الجذور وبعض النيماتودا والبكتيريا والفيروسات تسبب تلفا لأنسجة المجموع الجذرى قبل ظهور أية أعراض مرضية على أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربه. هذا وتؤثر اصابة وتجريح الجذور بطريق مباشرة على عملية الإمتصاص حيث تقل كمية الماء الممتص وبها الذائبات بواسطة الجذور. وقد تؤدى بعض الاصابات الى منع تكوين الشعيرات الجذرية والتى تقلل بالتالى من معدل الامتصاص. كما قد تغير بعض الاصابات من معدل نفاذيه أغشية خلايا الجذور مما يؤثر أيضاً بطريقة مباشرة على انتقال الماء والأملاح من الجذور الى أعضاء النبات الأخرى.

ب ـ التأثير على صعود العصارة : تسبب بعض الطفيليات إختلال فى صعود العصاره . قد تصل الطفيليات المسببة لأمراض عفن الجذور وتقرحات الساق الى نسيج الخشب فى المناطق المصابة، وإذا كانت النباتات المصابة صغيرةفإنه قد يتسبب عنها موت النبات، والأوعية المصابة قد يمتلئ جزء منها ببعض إفرازات الطفيل أو التى قد يفرزها العائل نفسه نتيجة الإصابة كما قد تمتلئ بهيفات أو خلايا المسبب المرضى نفسه. وعلى العموم فإن الوعاء الخشبى المسدود أو المستهلك قد يقف عمله أو تقل كفاءته ويتسبب عن ذلك ضعف مرور الماء خلاله.

البكتيريا المسببة لمرض التدرن التاجى فى كثير من العوائل، تتسبب فى انتاج تورمات tumors على الساق أو الجذر أو هما معاً أو منطقة التاج وذلك نتيجة لتأثير الطفيل على النسيج المصاب قرب منطقة الخشب فيشجع زيادة حجم الخليه hypertrophy أو زيادة معدل انقسامها بطريقة شاذه hyperplasia مثل هذه التراكيب تولد ضغطاً على أوعية الخشب، مما قد يتسبب فى سحق أو تمزق الأوعية وعلى ذلك تصبح قليلة أو عديمة القيمة فى نقل الماء والأملاح.

ومن الأمثلة الواضحة لتأثير الطفيل على عملية انتقال الماء والأملاح فى نسيج الخشب مالوحظ فى أمراض الذبول التى تسببها أنواع من كل من جنسى الفطرين *Fusarium* و *Verticillium* وأيضاً بكتريا العفن البنى والعفن الحلقى فى البطاطس مثل هذه الطفيليات تهاجم أنسجة الخشب فى الجذور والساق وتتدخل بطريقة مباشرة فى انتقال الماء والأملاح إلى أعلى وبذلك ينخفض معدل انتقال الماء فى كثير من النباتات المصابة بهذه الطفيليات الى حد يصل حوالى ٤٪ مما كان عليه فى حالة النباتات السليمة، وعموماً فإن معدل الانتقال يتناسب عكسياً مع عدد الأوعية المسدودة سواء بنموات الطفيل أو بالمواد الناتجة عن تطفلها. هناك أكثر من عامل يؤثر على عملية الانتقال بالرغم من أن التطفل يعتبر العامل الأساسى فى التأثير على عملية الإنتقال فإن عوامل أخرى تنشأ نتيجة لفعل الطفيل قد تؤثر على تلك العملية فمثلاً تغير حجم الأوعية بعد الاصابة أو تكشف التركيبات المعروفة باسم تيلوزات tyloses فى الأوعية أو انتاج زائد من المواد ذات الوزن الجزيئى العالى مثل عديدات التسكر والتى تختلط بالماء فتزيد من لزوجته مما يؤثر على حركته خلال الأوعية الخشبية.

بعض السموم التى تفرز بواسطة الفطريات تسبب إختلال فى العلاقات المائيه فى النبات حيث يحدث إختلال فى التوازن المائى water balance مثل حامض الفيوزارك.

٥- النفاذية الاختيارية للخلايا : جميع أمراض النبات ينتج عنها إختلال فى النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمى فى الخلية أى الأكتوبلاست. بل والجدير بالذكر أن إختلال نفاذية الغشاء البلازمى يعتبر أول عرض مرضى يظهر على النبات وقبل ظهور أى أعراض مرضيه أخرى. وفيما يلى أمثلة لأمراض النبات التى يحدث فيها هذه الحالة مع العلم بأن ذلك على سبيل المثال وليست على سبيل الحصر أمراض الأصداء والبياض الدقيقى والعفن الطرى والعفن الجاف واللفحه مثل لفحة الأرز واللفحة المتأخرة فى البطاطس والطماطم والذبول مثل ذبول القطن الناتج عن فطر الفيوزاريوم وفطر *Verticillium* .

من المعروف أن بعض السموم التى تفرز بواسطة الطفيليات تسبب إختلال فى نفاذية الغشاء البلازمى مثل سم T أى T toxin والذى يفرز بواسطة الفطر *Helminthosporium maydis* مسبب مرض اللفحه فى الذره الشاميه وسم فيكتورين victorin المفرز بواسطة الفطر *H. victoriae* مسبب مرض لفحه فيكتوريا فى الزمير وسم حامض الفيوزارك fusaric acid والذى يفرز بواسطة فطر *Fusarium* مسبب مرض الذبول.

وحتى الآن كيفية حدوث إختلال فى النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمى فى الخليه نتيجة الاصابة غير معروف.

حاول البعض الربط بين إختلال نفاذية الغشاء البلازمى والقابلية للإصابة أو المقاومة للنبات ولكن اتضح أن العلاقة غير ثابتة.

٦- التنفس الضوئى : بعض النباتات تتنفس بالتنفس العادى بالإضافة إلى نوع آخر من التنفس يسمى بالتنفس الضوئى مثل القمح والأرز والتبغ والبسله وعباد الشمس والسبانخ. فقد وجد أن أنزيم glycolic acid oxidase هام فى دوره التنفس الضوئى وأى تثبيط لهذا الأنزيم يسبب تثبيط دوره التنفس الضوئى. وقد وجد ذلك فى بعض الأمراض حيث ينتج عن الإصابة تثبيط لهذا الأنزيم وبالتالى تثبيط لعملية التنفس الضوئى مثل مرض صدأ الساق فى القمح وذبول الطماطم الفيوزاريومى وفيرس تبرقش الخيار.

٧ـ انتقال المركبات العضويه المجهزه فى اللحاء : يتراكم النشا فى الأوراق فى بعض الأمراض الفيروسيه وخاصة أمراض إلتفاف الأوراق وبعض أمراض الأصفرار ومثال للحاله الأولى مرض إلتفاف أوراق البطاطس. وفى كثير من هذه الأمراض يتجمع النشا ويتراكم نتيجة لإصابة وتلف نسيج اللحاء. ولكن وجد فى بعض الأمراض يحدث تراكم فى النشا بالرغم من سلامة نسيج اللحاء ويكون ذلك نتيجة لتثبيط الفيرس للأنزيمات المحلله للنشا فى خلايا النبات وبالتالى لا يتحلل النشا إلى سكر الجلوكوز وبالتالى يصعب إنتقاله من خلية إلى أخرى ويظل متراكم بينما فى الخلايا السليمه يتحلل النشا إلى سكر ويقل تركيزه، وقد أمكن التعرف وإثبات ذلك أن الأجزاء السليمه من الورقه تحتوى على تركيز أعلى من النشا عن الأجزاء المصابه وذلك أثناء النهار ولكن يحدث العكس أثناء الليل.

تأثير المرض على المركبات الهامة فى النبات

قد يؤثر المرض على تركيز المركبات الأساسية الموجودة فى النبات مثل الأحماض النوويه والبروتين والدهون والنشا والفينولات.

١ـ الأحماض النوويه : وجد أن الأمراض التى ينتج عنها أورام سواء كان المسبب فطر أو بكتريا أو نيماتود يزداد تركيز الأحماض النوويه فى خلايا الأورام. وجد فى حالة مرض الجذر الصولجانى فى الكرنب وغيره من نباتات العائله الصليبية والمتسبب عن الفطر *Plasmodiophora brassicae* أن النوية يزداد حجمها بدرجة كبيرة فى الخلايا المصابه وقد تصل زيادة الحجم إلى ثلاثون ضعف. كما اتضح أن هذه الأنوية تحتوى على تركيز عال من RNA .

فى بعض الأمراض الأخرى التى لا ينتج عنها أورام يمكن أيضاً أن يزداد حجم النويه فى الخلايا المصابه ويزداد أيضاً تركيز RNA فى النويه وخاصة فى الفترة الأولى من الإصابة ومثال ذلك صدأ الساق فى القمح.

وجد فى بعض الأمراض أن النواه فى الخلايا المصابه يزداد حجمها فى الفترات الأولى من الإصابة ثم يحدث لها تحلل بعد ذلك مثل صدأ الساق فى القمح.

٢- البروتينات : يزداد التركيز الكلى للبروتينات فى خلايا النبات المصابه فى الفترات الأولى من الإصابة. وبتقدم الإصابة والمرض يقل تركيز البروتينات. تعتبر هذه قاعدة عامه فى كثير من الأمراض حيث أن بعض الأمراض لا تنطبق عليها هذه القاعدة. وقد وجد أن خلايا الأورام تحتوى على تركيز عال من البروتين بالمقارنة بالخلايا العاديه وذلك فى مرض التدرن التاجى الذى يصيب كثير من النباتات.

يمكن أن تتكون نتيجة للإصابة أنواع جديدة من البروتينيات ومثال ذلك إصابة نبات الكرنب بالفطر المسبب لمرض الذبول *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* ينتج عنه ثلاثة أنواع جديدة من البروتينات وهى غير موجودة فى النبات السليم. وقد أمكن التعرف على ذلك بإستعمال الإختبارات السيريولوجيه حيث تكونت ثلاث أنتيجينات بروتينيه جديده new protein antigens .

يمكن فى بعض الحالات أن يزداد تركيز الأحماض الأمينيه والأميدات فى الأنسجة المصابة وذلك بالمقارنة بالأنسجة السليمه ومثال ذلك مرض صدأ الساق فى القمح.

٣- الفينولات : تتكون الفينولات من حلقه بنزين على الأقل وعليها مجموعة إيدروكسيد واحده أو اثنين أو ثلاثه. وأبسط المركبات الفينوليه هو مركب الفينول حيث يتكون من حلقه بنزين واحده ومجموعة أيدروكسيد واحده. واذا وجد على حلقه البنزين أكثر من مجموعة أيدروكسيد فيسمى عديد الفينول polyphenol . يمكن فى بعض الحالات أن يزداد تركيز المركبات الفينوليه فى الأنسجة المصابه بالمقارنة بالأنسجة السليمه كما فى مرض صدأ الساق فى القمح ومرض اللفحه المتأخرة فى البطاطس. وجد فى حالة صنف القمح Vernal أن الإصابة بفطر صدأ الساق تسبب زيادة فى تركيز المركبات الفينوليه فى منطقة الاصابة. وفى حالة إستعمال سلاله رقم ٢١ من الفطر مسببه للمرض يزداد تركيز المركبات الفينوليه وفى حالة إستعمال سلاله رقم ١٥B من الفطر قادره على الاصابة ولكن صنف القمح يقاومها فأن تركيز الفينولات يزداد أيضاً فى منطقة الاصابة. وفى حالات أخرى قد يحدث أكسده للمركبات الفينوليه وتتحول إلى مركبات الكينون وهذه المركبات الأخيره تكون أشد ضرراً على البكتريا والميكوبلازما والفطريات المسببه لأمراض النبات وذلك بالمقارنة بالفينولات.

ويتم تحويل الفينول إلى كينون بواسطة أنزيم فينول أكسيديز. ومن أمثلة الكينونات الطبيعية الموجودة في النبات مركب Juglone الموجود في نبات الجوز.

٤- النشا : عادة يقل تركيز النشا في المناطق المصابه من النبات عدا بعض أمراض قليله حيث يزداد تركيز النشا في المناطق المصابه مثل مرض إلتفاف أوراق البطاطس ومرض إصفرار بنجر السكر.

٥- الدهون : عادة يقل تركيز الدهون في مناطق الإصابة. كما أن إصابة البذور الزيتيه يقلل من تركيز الزيت في البذره. وجد أن إصابة بذور الفول السودانى والقطن بالفطر *Aspergillus flavus* تسبب قلة تركيز الزيت.