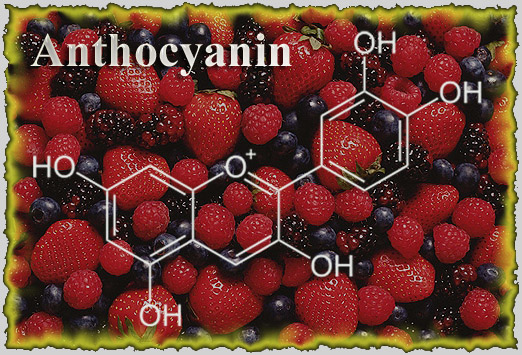
**إجهادات أخري**

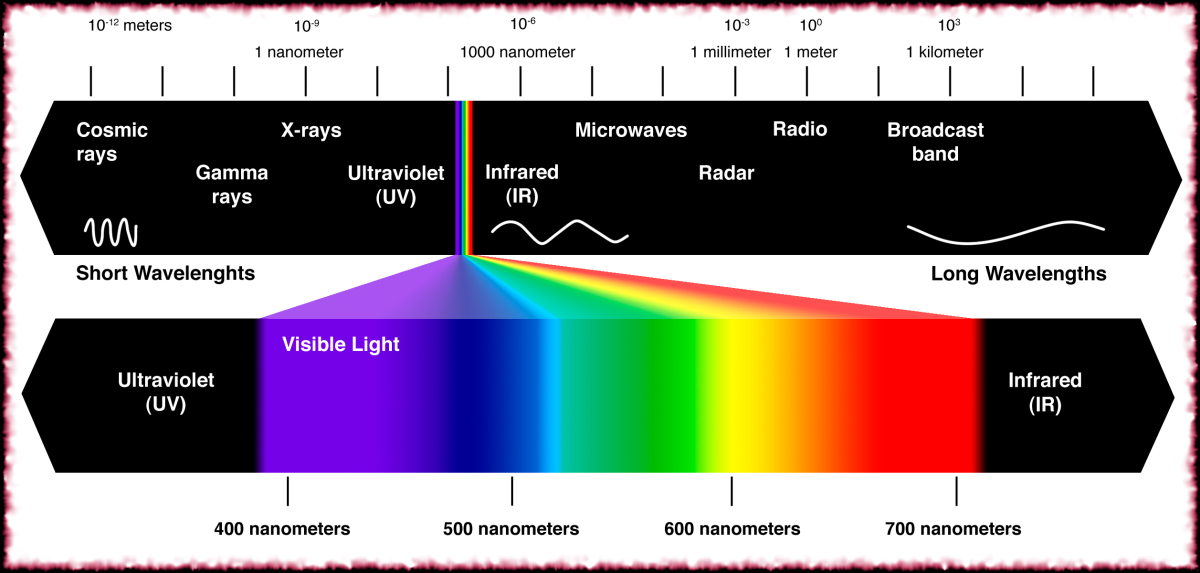
**Other stesses**

**إجهاد الأشعة فوق البنفسجية**

**Ultra violet ray stress**

الأشعة فوق البنفسجية موجودة في الطيف الشمسي، وما يمتصه النبات منها هو الذي يؤثر عليه. تمتص الطحالب **(80 – 90%)** منها وكذلك تمتص أنسجة النباتات الراقية كمية كبيرة منها ويوجد الكثير من المواد في النبات تمتص هذه الأشعة **( أكثر من إمتصاصها للأشعة المرئية)** مثل صبغة الأنثوسيانين وهو موجودة بشكل كبير في خلايا البشرة وفي الخلايا تحت البشرة وبالتالي يُعتَقَد أنها تحمي خلايا النسيج الوسطي بحيث تنقي الأشعة التي تصل إليها من الأشعة فوق البنفسجية. أكثر الأشعة المضرَّة منها هي ذات طول الموجة **(190 nm و 253.7 nm)** وهما تتناسبان مع طيف إمتصاص الضوء لكل من البروتين والأحماض النووية. ولا يوجد أدلة على أن الأشعة فوق البنفسجية تسبب أضرار للنبات في الطبيعة. إن الأشعة ذات طول الموجة أقصر من **(300 nm)** **(موجودة في الأشعة الشمسية)** هي الأكثر ضرراً للبروتين والأحماض النووية ولكن شدّتها غير كافية لإحداث أضراراً للنباتات وكذلك فإن النباتات تحتوي على حماية بواسطة البشرة والأدمة والجدر الخلوية.

من الممكن أن تنشأ الأضرار من الأشعة فوق البنفسجية ذات الشدَّة المرتفعة وموجتها أطول من **(300 nm)**، فهي من الممكن أن تسبب تحطُّم الكلوروفيل وهذا قد يكون أن نباتات الشمس أقل إخضراراً من نباتات الظل.

****

**ومن تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية على النبات ما يأتي:**

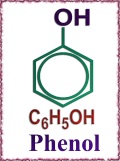
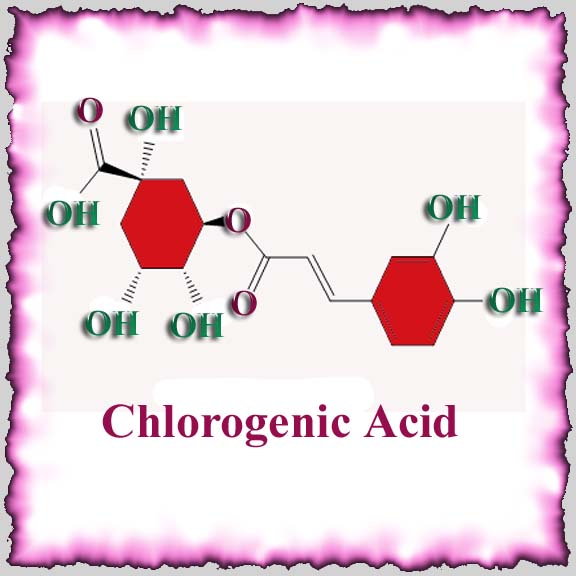
* تثبيط النمو وقد إستخدم ذلك لتفسير صغر حجم نباتات **(Alpine)** الموجودة في المناطق المرتفعة فهو يتعرَّض إلى شدَّة عالية من هذه الأشعة.



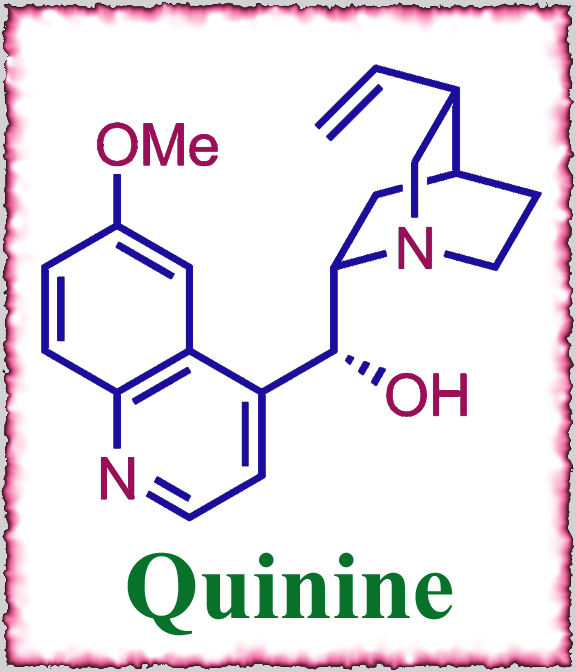
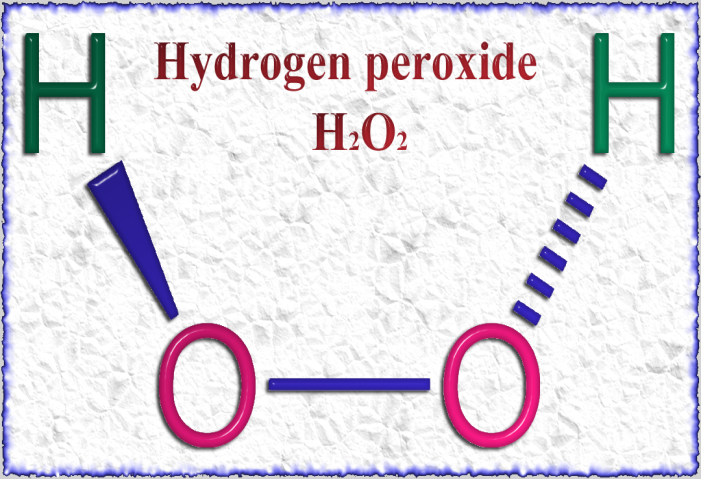
* يسبب تعرُّض الجذور للأشعة فوق البنفسجية تكون خلايا طويلة بشكل غير عادي ويُعزى ذلك لتثبيط الإنقسام.

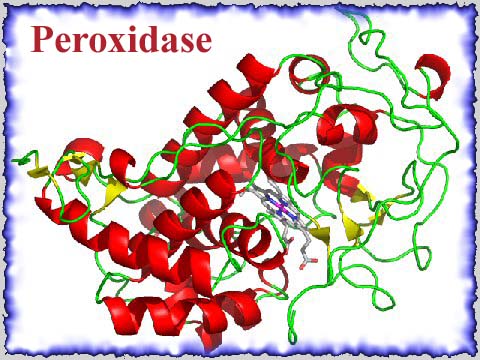


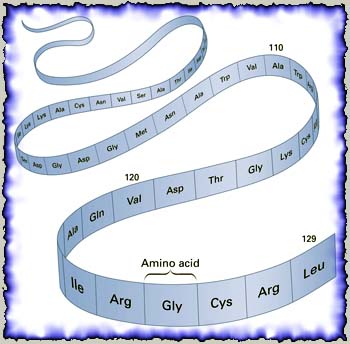
* تسبب زيادة في محتوى النبات من مثبطات النمو مثل **(Chlorogenic acid).**
* تسبب زيادة في محتوى النبات من الفينولات والقلويدات والسكريات الذائبة.



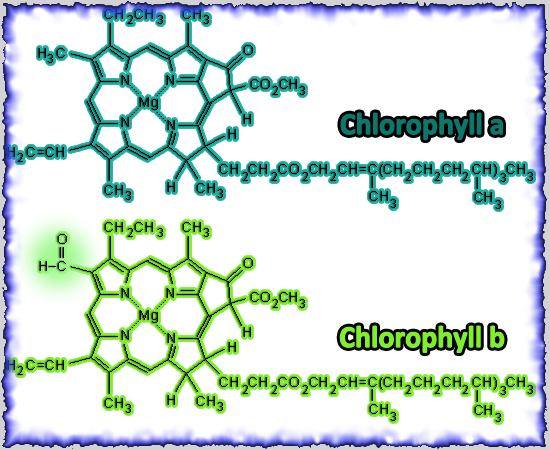
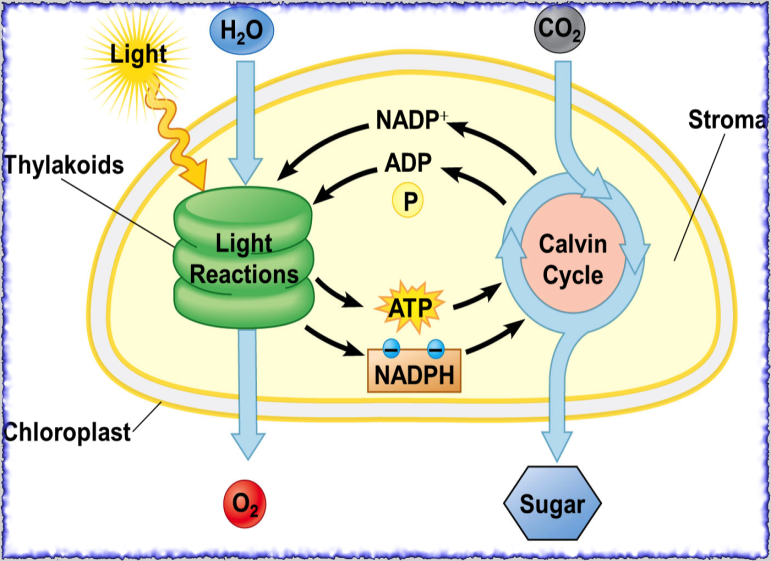
* تثبيط التنفس بسبب فقد الكينونات **(Quinines)** لنشاطها.
* تسبب تكوُّن فوق أكسيد الهيدروجين.



* تسبب زيادة نشاط **(Peroxidase)**.
* تثبيط نشاط عدد من الإنزيمات في الأوراق.
* تثبيط بناء البروتين.

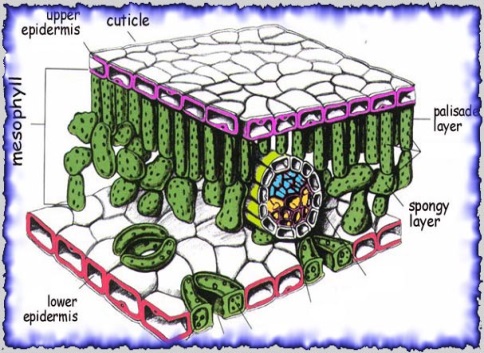
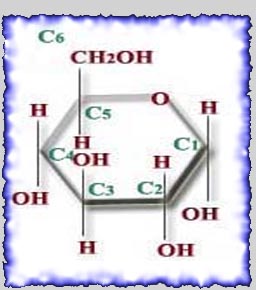


* تثبيط نشاط النظامين الأول والثاني.
* تسبب تكسُّر الكلوروفيل و **(Protochlorophyll)** في الأوراق.



**توجد إختلافات كبيرة بين النباتات في مقاومتها لها ومن طرق المقاومة:**

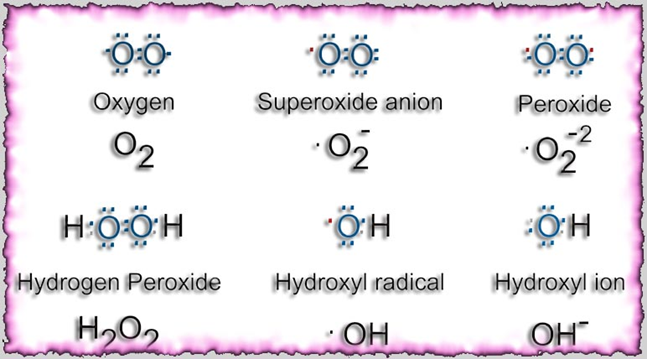
* ترشيح الأشعة الساقطة منها بواسطة خلايا البشرة فهي تحتوي في الحالات على كمية كبيرة من الأنثوسيانين التي تمتص الأشعة فوق البنفسجية.
* المقاومة عن طريق إنعكاسها كما في الأزهار
* المقاومة عن طريق إصلاح الضرر بآلية تسمى **(Photoreactivation)** مثلاً ما تثبطه بواسطة الضوء ذو طول الموجة القصيرة **(360 – 490 nm)**.
* يعتقد أن للثيويوريا دور في حماية بشرة البصل منها نظراً لإمتصاصها لها وهناك عدد من المركبات التي تمتص محاليلها للأشعة فوق البنفسجية.
* يحمي الجلوكوز و **(Myo-inositol)** الجذور منها.



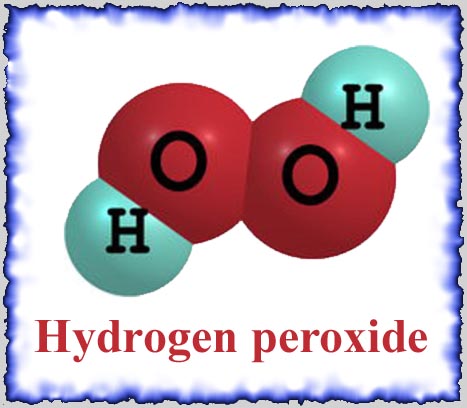
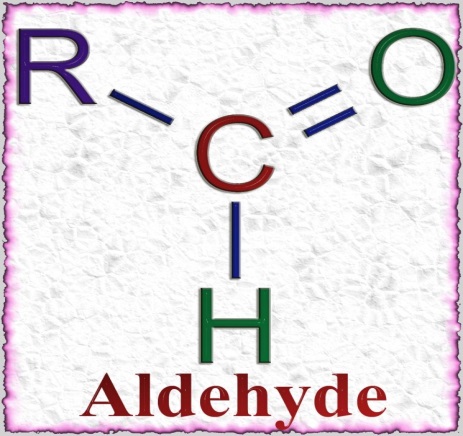
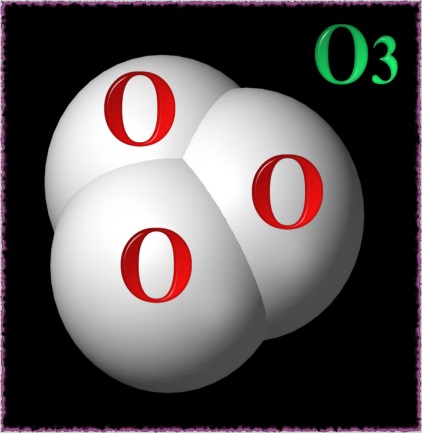
**إجهاد الأوزون**

**من تأثيرات غاز الأوزون على النبات ما يأتي:**

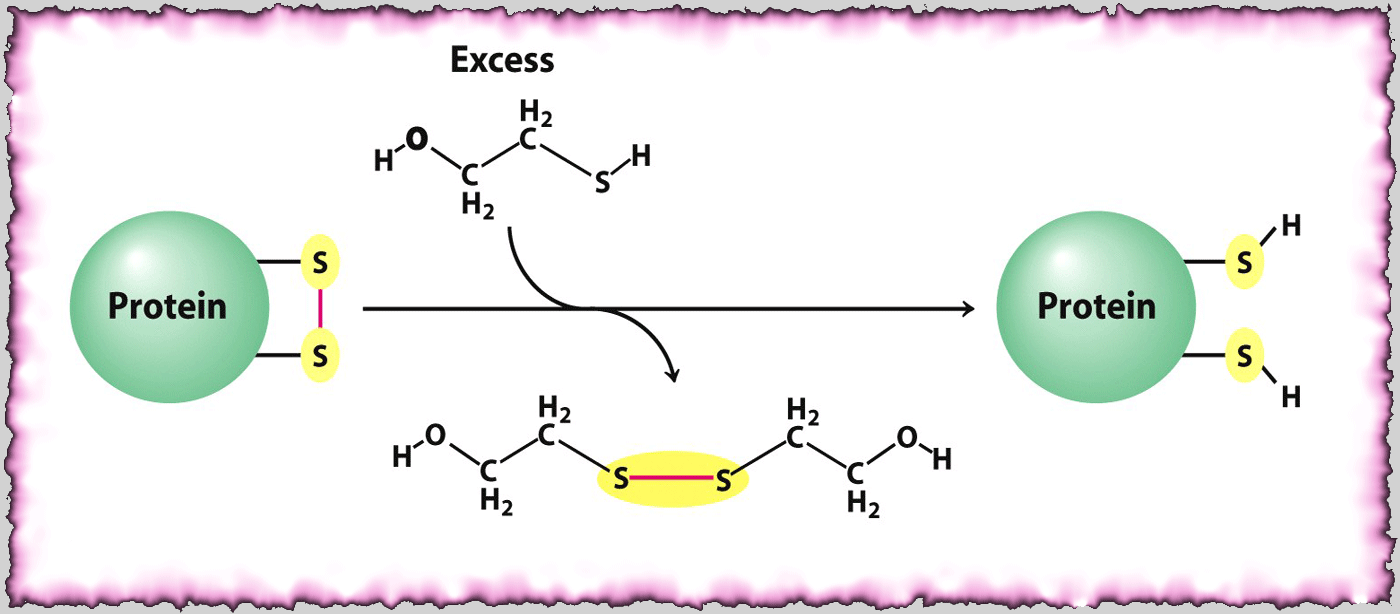
* يسبب فقد النفاذية الإختيارية للأغشية فعندما تكون كميته كبيرة والثغور مفتوحة يفقد الغشاء البلازمي نفاذيته الإختيارية ويتبع ذلك بلزمة وموت للخلية.
* يستحث تكوُّن الإثيلين لإستحثاثه زيادة نشاط أحد إنزيمات أيض إنتاج الإثيلين.
* من الممكن أن يسبب تكوُّن كل من **(OH و O2- و H2O2)** في البيئة المائية.



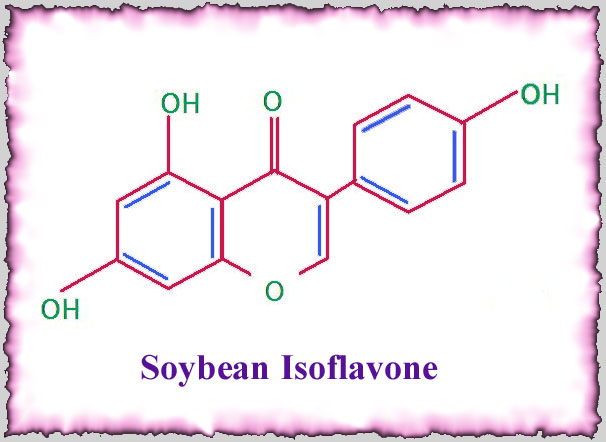
* يفترض أنه يتفاعل في الخلية مع الأحماض الدهنية غير المشبَّعة ويتكون **(H2O2)** والدهيد.



* يحتوي الجدر الخلوية والغشاء البلازمي على مركبات تتفاعل معه ويتكون أكسجين نشيط.
* وبما أنه عامل مؤكسد فهو يسبب زيادة في معدَّل التنفس ونقص في معدَّل البناء الضوئي.
* يثبط الفسفرة الضوئية والفسفرة التأكسدية.
* يسبب أضرار للكلوروفيل حيث يستخدم ذلك لقياس الضرر الذي يسببه للنبات.
* يثبط نقل الإلكترونات في البناء الضوئي.
* يثبط إختزال النترات ويرجع سبب ذلك إلى تأثيره على التفاعلات المحتاجة إلى **(NADPH)**.
* يثبط نشاط **(Nitrite reductase)**.
* التركيز المنخفض منه يسبب زيادة نشاط **(Nitrite reductase)** والتركيز المرتفع يسبب نقص في نشاطه.
* يثبط نشاط الإنزيمات ويرجع ذلك لمهاجمته مجموعة **(SH)** في البروتين وبالتالي يمكن التقليل من ضرره في بعض الحالات يرش النبات بعامل مختزل.



* يسبب تكوُّن مركبات سامة مثل **(Isoflavanoids)** والتي تتراكم في أوراق النباتات مثل فول الصويا عند تعرُّضها له.



**طرق المقاومة:**

* إنغلاق الثغور
* إصلاح الأضرار التي يسببها للغشاء
* زيادة نشاط الإنزيمات المهمة في مقاومة إجهاد الأكسدة

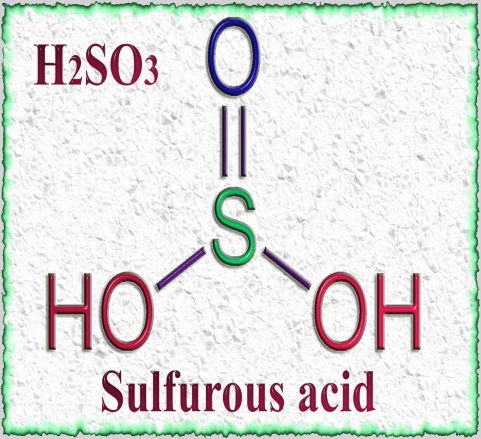
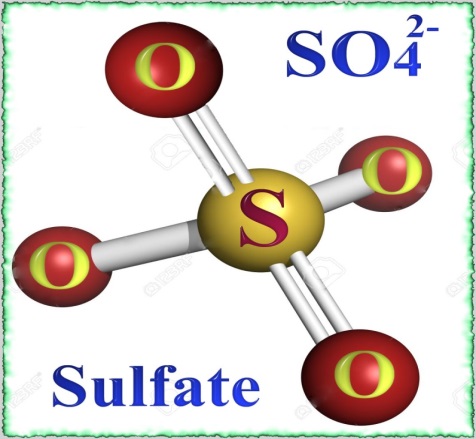
**إجهاد ثاني أكسيد الكبريت:**

يسبب ثاني أكسيد الكبريت أضرار للنبات ويحدث الضرر في تركيز **(5-10 ppm)** ويعتمد التركيز المضر على طول فترة زمن التعرُّض له ومن أضراره:

* الإصفرار ويقاس الضرر بنقص الكلوروفيل وكذلك بقياس كمية البوتاسيوم التي تخرج.



* يثبط البناء الضوئي.
* يذوب في الماء عند دخوله الأوراق ويتكون **(Sulfurous acid)** والذي يكوِّن الأملاح **(Sulfite salt)** وتؤكسده النباتات إلى **(Sulfate)** والتي تكون غير مضرة وإذا حدث التحول فإن **(Sulfate)** تكون مضرة للنبات.



* تختلف النباتات في درجة مقاومتها له ومن طرق المقاومة هو إنغلاق الثغور.

**إجهاد الفلور:**

الفلور منتشر في القشرة الأرضية وهو من مكونات التربة ويصل تركيزه فيها إلى **(1%)** وتركيز **(200 ppm)** نموذجي. وتركيزه في التربة الزراعية أقل من **(0.05%)** **(500 ppm)** وتمتصه النباتات بكميات قليلة.

يمثل الهواء الملوث المصدر الرئيسي للزيادة في الفلور في النبات ويكون بشكل كبير على هيئة غاز **(HF)**، ويفرَز في الهواء من المواد التي تحتويه **(مثل الطين والصخور والفحم)** عندما تسَخّن. وتكون الكمية المرتفعة منه مضر للنبات وللكائنات التي تتغذي عليه ويعتمد الضرر الذي يسببه للنبات على كميته التي تتراكم في النبات ومن تأثيراته على النبات:

* يثبط البناء الضوئي في حين يكون التنفس أقل حساسية له.



* يثبط الفسفرة في الميتوكندريا نظراً لتأثيره على نشاط **(Adenosine triphosphatase).**
* يسبب تسرُّب البروتينات من الميتوكندريا نظراً لتأثيره على أغشيتها.



* يثبط نشاط **(Phosphoglucomutase)** وبذلك يسبب زيادة السكريات غير المختزلة.
* يسبب تكوُّن بقع بنية على الأوراق وتتحول حواف الأوراق إلى لون بني وتتساقط مبكراً.
* يسبب تساقط الثمار.
* يسبب نقص في حجم وعدد البذور.
* يسبب نقص في الإنبات.





* يسبب تكوُّن مواد دهنية في السيتوبلازم وقد يكون ذلك دليل على أنه يسبب أضرار للأغشية.
* عادة لا يسبب نقص في النمو إلا إذا ظهرت الأعراض على الأوراق وقد يستحث التركيز المنخفض منه النمو. ومن الممكن أن يسبب التركيز المرتفع منه نقص في النمو قبل ظهور الأعراض على الأوراق.

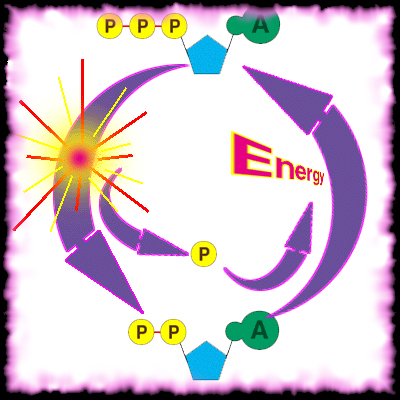
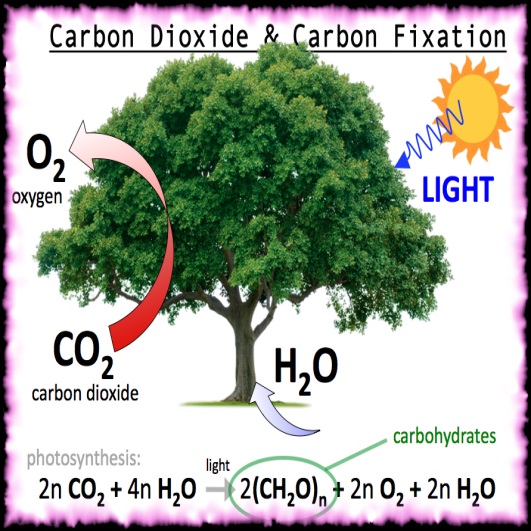
يزداد إمتصاص النبات له في التربة الحامضية حيث يزداد ذوبانه وتحتوي جميع النباتات على الفلور ويكون تركيز **(2 – 20 ppm)** تركيز مثالي، ويلاحظ أن النباتات التي في عائلة الشاي تُراكِم كميات كبيرة منه تصل إلى عدة مئات جزء في مليون جزء. ومصدر الفلور الذي يتراكم في النبات هو الهواء حيث يدخل للأوراق عن طريق الثغور ومنها يصل للمسافات البينية بين الخلايا ومن ثم إما تمتصه الخلايا بشكل مباشر أو يذوب في الماء ويُنقل عن طريق أنسجة النقل إلى أطراف الأوراق وحوافها حيث يتراكم هناك ويصل تركيزه فيها إلى **(25 و 100)** ضعف تركيزه في قاعدة الورقة، ويتوزع على العضيات الخلوية ويبقى جزء في الغشاء البلازمي وما يصل للفجوة العصارية يبقى فيها غير نشيط. تحتوي الأوراق الكبيرة على نسبة منه أكثر من الأوراق الصغيرة والذي يتراكم في الأوراق لا يُنقَل منها وكذلك فهو لا يصل للجذور ويكون نقله بشكل رئيسي للأوراق القديمة ولا يُنقَل منه إلا كمية قليلة للأزهار والثمار **( لا يزيد محتواها على 2 – 5 ppm)** ويسبب النمو السريع إضعاف تركيزه.

**أضرار الأمونيا (NH4+):**

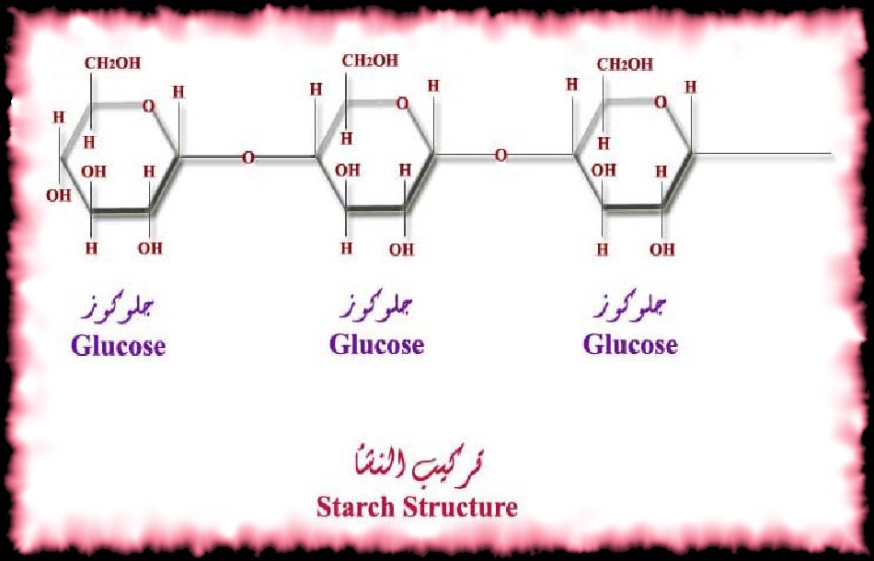
* تسبب فقد اللون الأخضر
* نقص النمو



* تمنع تكوُّن **(ATP)** في الفسفرة الضوئية.
* تسبب نقص في تثبيت ثاني أكسيد الكربون



* تسبب نقص نشاط إنزيمات الكربكسلة **(Carboxylases)**
* تثبط بناء النشأ.



* تسبب نقص في إمتصاص الكاتيونات



* تسبب تكوُّن حركة **(Epinasty)**.



* تسبب ظهور بقع ميتة على الأوراق.
* تسبب تحطُّم أغشية البلاستيدات الخضراء.
* تستحث تكوُّن إجهاد جفاف

في بعض الحالات يمكن التغلُّب على إجهاد الأمونيا بإضافة كربونات الكالسيوم لتعديل الـ **(pH)**.

**تُقسَّم النباتات على أساس طريقة مقاومتها لإجهاد الرقم الهيدروجيني الذي تسببه الأمونيا إلى:**

* النباتات الحمضية: نباتات تستخدم الأحماض العضوية الخالية من النيتروجين المعادِله **(pH)**.
* النباتات الأميدية **(Amide plants)**: نباتات تتفاعل فيها الأمونيا مع حمض الجلوتامك أو الأسبارتك ويتكون الجلوتامين والأسبيرجين **(Glutamine ، Asparagine)**.