**II- الجزء النظري**

**1-** **نبذة تاريخية عن الذرة *Zea mays***

يعتبر نبات الذرة كغداء قاعدي للهنود الأمريكيين حيث يزرع كنجيليات أو نبات علفي. تم اكتشاف نبات الذرة في قارة أمريكا عن طريق العالم كريستوف كلومبس سنة 1442، الذي وجد هذا النبات في كوبا. تم إدخال نبات الذرة إلى أوربا عن طريق كريستوف كولمبس، كما تجدر الإشارة إلى أن الذرة اكتشفت أيضا من طرف العالم مجلان سنة 1520 في ريوتيجانيروRio de Janeiro . أدخل أيضا نبات الذرة إلى قارة أوربا عن طريق العالم النباتي Allemand fuchs سنة 1542. من جهة أخرى كانت زراعة نبات الذرة منتشرة في الصين في ذلك الوقت، لكن أول رسم لهذا النبات كان في سنة 1637. إن أول دراسة مفصلة على نبات الذرة كانت في أوربا أجريت من طرف العالم Parmentier سنة 1784. ثم انتشرت زراعتها في العالم FAO,2004)).

**1.1- تعريف الذرة**

عبارة عن نبات استوائي، عشبي، حولي من عائلة Poacées. كما يعتبر هذا النبات واسع الزراعة ويتميز بحيويته لأنه يحتوي على كمية عالية من النشاء. غالبا ما يعتبر أيضا نبات علفي. إن الجنس الأصلي للذرة وجد في أمريكا الوسطى، أمريكا الجنوبية و الشمالية، بحيث أعتبر نبات الذرة الغداء الأساسي لهنود أمريكا وأصبح أول النجيليات العالمية قبل الأرز والقمح.

أطلق الاسم العلمي للذرة *Zea mays sub sp.mays* سنة 1753. أما الاسم الوراثي *Zea* مصدره من المصطلح اللاتيني *Zeia* و يعني في القديم نوع من القمح. كما أطلق على نبات الذرة القمح الهندي، القمح الأمريكي، القمح البربري، والقمح التركي. تعرف أيضا بالذرة اللينة، الذرة الحلوة، الخ... Geberkidams et *al*.,1992)).

يعتبر نبات الذرة مصدرا مهما لحشرات المنة pucerons التي تصاحب محاصيل النجيليات أثناء فترة الصيف. تجتاح الفيروسات هذه المحاصيل و تساعد في انتقالها إلى حشرات المنة، هذه الأخيرة تعتبر المصدر (المخزن) الرئيسي لفيروس الذبول ألقزمي للشعيرBarly Yellow Dwarf Virus (BYDR). من بين يرقات حشرات المنة التي تهاجم محاصيل النجيليات هي *padi Rhopalosiphum , Metopolophium dirhodum .* تهاجر هذه الطفيليات لحظة نضج المحاصيل ( من بينها القمح ) إلى نباتات الذرة، التي تعتبر الجسر الأخضر أثناء فصل الصيف.

أوضحت العديد من الأبحاث التي أجريت على نبات الذرة وهذا بغرض تحسين مردوده وإعطائه مقاومة جيدة ضد العوامل غير الحيوية من بينها الجفاف، نقص عنصر الأزوت، درجات الحرارة المنخفضة والإصابة بالطفيليات حيث يعتمد هذا التحسين على الخصائص المنتخبة وتطور الهجينMonique et Dedryver, 2009)).

**2.1 - تصنيف نبات الذرة**

صنف نبات الذرة حسب (Iltis et Doebley,1980 ;Doebley 1990 a) كما يلي:

Règne : Plantae

Sous-Règne : Tracheobionta

Division : Magnolio

Classe : Liliopsida

Sous classe : Commelinidae

Ordre : Cyperales

Famille : Poaceae

Sous famille : Panicoidae

Tribu : Maydeae

Genre : *Zea*

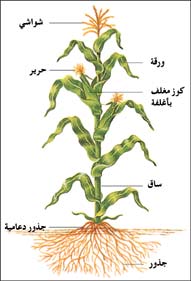
Espèce : *Zea mays*

Sous-espèce : *Zea mays sub sp*

**3.1 -** **مورفولوجيا نبات الذرة**

يتميز نبات الذرة بساق ضخم مملوء متخشب، يتكون من العديد من بين العقد، على مستوى كل عقدة تكون مدرجة بورقة بالتناوب. تكون الأوراق النموذجية ذات حجم كبير يصل إلى 10 سم من حيث العرض و1م من حيث الطول. يغطي الساق غمدا نوعا ما سميك و النصل مستطيل في هيئة شريط. يكون أحيانا ساق نبات الذرة عبارة عن ساق طارئة تنمو على النبات Talle، يلاحظ عليها سيقان ثانوية محددة في قاعدة الساق الرئيسي.

يحتوي المجموع الجذري على عدد كبير من الجذور العارضة، التي تتولد على العقد الموجود في قاعدة الساق، مكونة طوق Couronne متعاقبة. تكون الجذور كثيفة وتصل إلى عمق 1م. أما الأزهار في نبات الذرة تكون وحيدة الجنس، تتجمع في نورات ذكرية أو أنثوية مركبة من السنابل (شكل 1) Bewley et Black,1994)).



**a**

**b c d e**

**شكل1** : مورفولوجيا نبات الذرة (**a** :نبات كامل ، **b** : مقطع طولي في نورة أنثوية ، **c** :نورات ذكرية، **d** : سنبلة ذكرية ، :**e** سنبلة) Bewley et Black,1994))

**1.3.1** **- الأزهار الأنثوية متجمعة في السنابل**

تحمل الأوراق الوسطية (في إبط كل ورقة) من 10 إلى 20 صف من الأزهار الأنثوية. تكون زهرة واحدة فقط من السنبلة خصبة وتحاط بأوراق صغيرة متغيرة. عند النضج يجف وعاء الطلع في النهاية الطرفية كما يمكن أن تضم السنبلة حوالي 500 حبة ناضجة وأحيانا 1000 حبة

Ruiz et *al*.,2002)).

**2.3.1 - الأزهار الذكرية متجمعة في عنقود زهري**

حسب Eagles et Lothrop,1994)) تظهر الأزهار الذكرية بعد الورقة النهائية، كما تتكون سنبلة صغيرة، التي تضم زهرة إلى زهرتين بها ثلاث أسدية. تتكون حبة الذرة من 3 أجزاء الرئيسية مختلفة:

**1.2.3.1- الجنينl’embryon**

يسمى الرشيم، يوجد على قاعدة الحبة، يطلق عليه الجنين بالإضافة إلى البريعم gemule والفلقة cotyledon. يأتي الجنين من البويضة متكونا من اندماج نواة الجاميطات الذكرية و البويضة.

**2.2.3.1- السويداء albumen**

عبارة عن نسيج مخزن، يتركب من النشاء، باستثناء الطبقة المحيطة المتوضعة تحت الغلاف الثمري، الذي يحتوي على حبوب الاليرون غني بالبروتينات.

**3.2.3.1**- **الأغشية الخارجية**

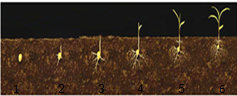
تتمثل في غشاء رقيق ليفي،ناتج من غلاف الثمرة للمبيض.

**4.1** **- فيزيولوجيا التطور**

حسب (Revilla, 2010) يتمثل تطور نبات الذرة في عدة مراحل :

**1.4.1** **- الإنبات و الصعود**

يترجم تثبيط الإنبات بتراكم المواد الغذائية في نسيج السويداء و الفلقة. يتطور الجذير والجذور الثانوية، التي تظهر على مستوى العقد، كما تظهر في النهاية الطرفية من الناحية الأخرى للجنين والبريعم سلسلة من الجذور العارضة وأحيانا سيقان ثانوية وcoléoptile التي تثقب التربة وتتفتح وتحرر الوريقات الأولية. من خلال هذه المرحلة، تصبح النبتة الفتية للذرة تدريجيا ذاتية التغذية (شكل 2).



**شكل2**:دورة حياة نبات الذرة (Revilla, 2010)

(1- إنبات البذور يدوم من 1-3- أسابيع. ، 2 -3- بعد الإنبات يخرج العديد من الجذور.، 4- خروج الأوراق الصغيرة في هذه المرحلة تخرج من كل عقدة ورقة.، 5- بعد 9ايام من صعود النبات يتناسب مع تطور 3اوراق مع خروج جذور عارضة من أول عقدة.، 6- بعد 10ايام من الصعود تتطورا لورقة الرابعة خلال هذه المرحلة ينفذ مخزون الحبة و يعتمد النبات على تغذيته الذاتية)

**2.4.1 - المرحلة الخضرية**

يتكون النظام الجذري للذرة من جذور مدادة، التي تمتص الماء والعناصر الغذائية الضرورية للنباتات من الطبقة السطحية للتربة. يحتاج نبات الذرة إلى كميات معتبرة من الأزوت ،السماد وإلى كميات كبيرة من الماء .أما الاختلال في التوازن، قد يؤدي إلى عدم الاستفادة من مصادر التربة. في المناطق المعتدلة، يزرع نبات الذرة في شهري أفريل – ماي ويزهر في شهري جويلية – أوت، تصل الحبوب إلى النضج في شهري أكتوبر – نوفمبر. يتم جني المحصول، عندما تفقد السنابل لونها الطبيعي، كما يحصد النبات الكامل قبل نضج الحبوب في شهر سبتمبرRistanovic, 2001)).

**3.4.1**- **المرحلة التكاثرية**

إن دورة تطور نبات الذرة جد قصيرة، بسبب نظام التركيب الضوئي الخاص بها، كما أن تطور الأوراق بصورة جيدة يسمح بتصنيع كمية كبيرة من المادة الجافة في وقت قصير. يوافق في كل مرحلة من مراحل التطور تكوين عضو أو العديد من الأعضاء الخاصة بنبات الذرة

تبدأ المرحلة التكاثرية، مع تكوين وتطور الأعضاء الخاصة بها. تتطور السنابل بشهر كامل قبل الإزهار (مرحلة 7-8 أوراق). كما يتحدد عدد صفوف الحبوب المحمولة على السنبلة خلال هذه المرحلة.

تجدر الإشارة إلى أن العنقود الزهري يتطور عند انتهاء المرحلة الخضرية. أما فيما يخص بداية تكوين حبوب الطلع، تكون بـ2-3 أسابيع قبل الإزهار. من جهة أخرى إن السقي الجيد، يحسن من تطور نبات الذرة، خاصة أثناء تكوين الأعضاء التكاثرية ولحظة الإزهار بعد نضج الأعضاء الذكرية والأنثوية Gallais,1984)). تتركب كل سنبلة للعنقود الزهري Panicule من زهرتين، تتكون كل زهرة من ثلاثة أسدية، مع العلم أن كل زهرتين لنفس السنبلة لا تحرر حبوب الطلع في نفس الوقت، واحدة من بين هاتين الزهرتين تسبق الأخرى ب 3-4 أيام.

إن عملية إزهار السنبلة تكون في وقت محدد. ويبدأ على الذراع الرئيسي للعنقود والتحرير الكلي لحبوب الطلع يدوم من 8-10 أيام ويتم انتشار حبوب الطلع قبل طلوع الشمس. في حالة سقوط الأمطار أو سقي المئبر، يبقى وعاء الطلع مغلقا داخل الاسدية حيث أن دورة حياة حبوب الطلع تكون ببضع ساعات فقط. يتحرر الطلع ويسقط على العنقود الزهري كذلك يحمل عن طريق الرياح ويصل إلى soies مما يسمح بالتلقيح(CMMYT,1986).

**5.1-** **فوائد نبات الذرة**

للذرة استعمالات منها :

**1.5.1-** **تغذية الإنسـان**

في بعض بلدان العالم الثالث مثل إفريقيا وأمريكا اللاتينية، تستعمل الذرة في تغذية الشعوب. تزرع الذرة من أجل حبوبها الغنية بالنشاء ( حوالي 63% ). تاريخيا، تعتبر الذرة الغذاء القاعدي للحضارات قبل التمدن، تستهلك على هيئة حبوب كاملة (مفصولة أو على سنبلة)، أو على هيئة فرينة تحضر بشكل عصيدة أو خبز مطبوخ. في أمريكا الوسطى، خاصة المكسيك، تستخدم فرينة الذرة لصنع البسكويت التي تستهلك بصورة كبيرة، يمكنها أن تغطي على أغذية أخرى مثل اللحوم. في إفريقيا تستهلك الذرة بشكل محمص على لهب الخشب والفحم، كذلك على هيئة خبز أو كسكس

Badu et *al.*, 2007)).

**2.5.1- تغذية الحيوان**

يستعمل نبات الذرة كعلف للماشية سواء كان طازجا أو جافا، الذرة هي نبات التدجين، يسمح بتسمين الأبقار بسرعة كبيرة، ويزيد كذلك من إنتاج الحليب، فقير من حيث البروتينات (lysine ، méthionine)، لذا يجب البحث عن مصادر مكملة وجد غنية بالآزوت

(Grinieva et *al*., 1991).

**3.5.1-** **الصناعة**

تستخدم الذرة في صناعة الحلويات، صناعة الكحول، صناعـة القطن، الصناعـة الصيـدلانية…. إلخNago, 1997)).

**4.5.1-** **نبات للزينـة**

يستعمل نبات الذرة كنباتات زينـة في الحدائق والسبب يعود إلـى سنابلها ذات الألوان المختلفة أو بسبب طوله الذي يصل إلى غايـة 3-6 م. أما الساق، يصل طوله إلى 30سم، الذي يحمل من 14 إلى 20 ورقة. يتميز نبات الذرة بسنابله العملاقـة التي تصل إلى غاية 60 سم، كما تضم أنواعا من الأوراق مختلفة الألوان ذات اللون الأبيض والأحمر Girardin, 1999)).

**5.5.1-** **الزراعة**

يعتبر الذرة نبات صيفي، يتم بذره في غالبية الأحيان في الربيع والخريف، يستلزم لإنباته النشط درجة حرارة دنيا 10 م° وعلى الأقل 18 م° لإزهاره. يرتبط مردوده باحتياجاته من الماء، خاصة في الأسبوعين الذين يكونان قبل الإزهار مباشرة. في المناطق المعتدلة، تكون زراعة الذرة في شهر جويلية على تربة عميقة وغنية ، لكن يمكنها أن تتأقلم مع الظروف الصعبة، كالتربة الرملية والطينية. تعتبر زراعة نبات الذرة كاستصلاح للأراضي الزراعية وذلك بفضل جذورها التي تتوغل في أعماق التربة وتعمل على نقل المادة العضوية.

تلعب الذرة دورا مهما في مقاومة الأعشاب الضارة، وخاصة الحد من خسارة المياه. في مجال الفلاحة، ينصح بتجنب زراعة نبات الذرة بعد زراعة بعض محاصيل النجيليات كالقمح الصلب واللين وهذا بغرض تفادي الإصابة الفطرية، وقد تتبع زراعة الذرة بزراعة البقوليات التي تكون مكملة من الآزوت. من الممكن أيضا زراعة الذرة عل ذرة، لكن مع توقع حدوث أخطار عدم توازن التربة وتكاثر الطفيليات. يتعلق مردود نبات الذرة بمصادر الماء ويتأثر بمختلف العوامل الوراثية، المناخية والزراعة .

قد تنضج السنابل قبل أوانها وذلك عندما يصل معدل الرطوبة إلى (35 – 45) %. أما محصول الحبوب، يستلزم لعملية درس عند معدل رطوبة تتراوح بين ( 25 – 35) %. إن تجفيف حبوب الذرة تكون في الهواء الجاف. فيما يخص الذرة الموجهة للعلف يمكن تخزينها عند رطوبة تصل إلى( 14 – 15) % كما يمكن استعمال الذرة الموجهة كعلف للحيوانات طازجة Heisser, 1990)).

**6.1**- **التركيب الكيميائي لحبوب الذرة**

منذ العهد القديم، استعمل نبات الذرة من قبل العديد من الشعوب كغذاء للإنسان وغذاء للحيوان وكنبات طبي. مع تطور الصناعة، أصبح نبات الذرة المادة الأولى المصنعة للنشاء، الزيوت، الفرينة، الكحول ولجنوسليلوز FAO,1996)). كذلك تعتبر حبوب الذرة ذات قيمة غذائية عالية نظرا لاحتوائها على مركبات جد مهمة في تغذية الإنسان (الجدول1).

**جدول 1**: التركيب الكيميائي لحبوب الذرة حسب( Hames et *al*.,2000)

|  |  |
| --- | --- |
| الكميـــة | العناصـر الغذائيــة |
| 6  3.5  287  35  127  241  -  7.3  0.304  0.385  0.201  3.632 | - الكالسيـوم  - الحديــد  - البوتاسيـوم  - الصوديوم  - المغنيزيوم  - الفوسفور  - الأحمـاض الآمينية الأساسية  - الأليـــاف  Vt B6-  Vt B1-  Vt B2-  Vt B3- |

**7.1-** **نبذة تاريخية عن زراعة الذرة في الجزائر**

الذرة ( *Zea mays* ) أو القمح الهندي، هذا النبات موطنه الأصلي هو المكسيك، منذ القرن 16 عشرة ظهرت زراعة الذرة في إفريقيا والصحراء. تم إدخال زراعة نبات الذرة إلى الجزائر من إسبانيا عن طريق العرب. يزرع هذا ا المحصول في مناطق القبائل، كذلك في واحات الصحراء وذلك قبل توغل الأتراك والفرنسيين إلى الجزائر .

في القديم تطحن حبوب الذرة الجافة لغرض إنتاج الفرينة، التي تعتبر كمصدر غذائي لهم. أما باقي أجزاء النبات تستعمل كعلف للحيوانات .

منذ سنة 1830 اهتم المزارعون الأوروبيون بزراعة الذرة في مناطق معينة مثل غيليزان، المحمدية، تلمسان، سوق أهراس، بليدة ( متيجة )، سطيف ، قالمة، بجاية، باتنـة ........إلخ. أما في الوقت الحالي فإن زراعة الذرة مهددة بالزوال. تجدر الإشارة أن تأقلم نبات الذرة مع الظروف القاسية، يعود إلى وجود جينات مقاومة للعوامل الحيوية وغير الحيوية Douar,2012)).

**1.7.1-** **الأهمية الزراعية لبنات الذرة في الجزائر**

في سنة 1854 خصص الفرنسيون أراضي لزراعة الذرة وبلغت مساحتها بـ 5076 هكتار ( الجزائر العاصمة 3561 هكتار، وهران 1014 هكتار و قسنطينة 500 هكتار). في سنة 1878 قدرت المساحات المخصصة لزراعة الذرة بـ 33075 هكتار، أما سنة 1886 قدرت بـ 13109 هكتار.

عرفت زراعة الذرة تحسنا ملحوظا، وهذا بسبب السقي وتطوير تقنيات جديدة للزراعة. بصورة عامة تعطي زراعة الذرة في أوربا إنتاجا وفيرا بمقارنتها مع زراعة الذرة في الجزائر

Revilla et *al*.,1998 ; Sanou et *al*.,1997) ) .

حسبRozet الكاتب الفرنسي، الذي أوضح أن من خلال سفره إلى الجزائر سنة 1833، لاحظ انتشار نبات الذرة حول حقول البطاطا، الدالية والحدائق. هذا ما يشير إلى أن زراعة الذرة قديمة في الجزائر. رغم كل الإمكانيات التي تمتلكها الجزائر خلال القرن 21 من أموال طائلة، أراضي ويد عاملة، للأسف لا تنتج الذرة، ويبقى هذا المحصول يستورد من الخارج بغرض تغذية الدواجن والحيوانات.

**2-** **أمراض نبات الذرة**

يحتل نبات الذرة (*Zea mays* ) المرتبة الثانية بعد القمح من حيث الإنتاج في العالم كما يعتبر من أهم المحاصيل الزراعية في جنوب إفريقيا ( 1996،FAO). تستعمل الذرة في العديد من المنتجات الغذائية لذلك تعتبر أكبر مصدرا للطاقة للإنسان والحيوان IITA, 2006))). إلا أن هذا النبات معرض للإصابة بالفطريات الممرضة التي تتسبب في خسائر كبيرة للمحصول من بينها :

**1.2** **-** **الانتراكنوزAntrachnose**

**1.1.2- تعفن الساق :** الفطر المتسبب في هذا المرض هو*Colletotrichum graninicola* ،في نهاية المرحلة الخضرية لنبات الذرة Zea mays، تظهر خطوط سوداء على المنطقة السفلية للساق، هذه الأخيرة يطبعها اللون الأسود ثم تتعفن بعد ذلك كذلك يلاحظ اللون البني القاتم على النسيج الداخلي ( اللب) للساق، تذبل الأوراق وتموت، هذا ما يؤدي إلى موت النبات فجأة قبل نضج الحبوب حيث يبدو نبات الذرة في حالة متجمدة .(Crouch etBeirn, 2009)

**2.1.2-** **حروق الأوراق**

يلاحظ جفاف على العقد العلوية للساق، الأوراق والسنابل الصغيرة. أما الأوراق السفلية وقاعدة الساق تبقى خضراء. يمكن أن يتسبب الفطر في حروق بيضاوية على الأوراق أو مغزلية بنية ذات حواف داكنة أو أرجوانية. يعيش الفطر على بقايا نبات الذرة والبذور المصابة. في حالة تعفن الساق، يتكاثر الفطر داخل النبات عن طريق الجذور كما تساعد الجروح الموجودة على السيقان والأوراق في إصابة النبات بالفطر الممرض وللحشرات أيضا دورا في تخزين الجراثيم داخل الجروح .(Crouch et Beirn , 2009a)

**2.2- التفحم المشترك** **Charbon commun**

الفطر المتسبب في هذا المرض هو*Ustilago maydis* ، تظهرالأعراض المرضية لهذا الفطر على شكل بثرات على قاعدة الساق، تكون طرية بيضاء اللون ثم تصبح رمادية، تمتلئ بغبار أسود، تظهر الجراثيم وتتحرر بعد تشقق الغشاء الخارجي كما يلاحظ ظهور هذه البثرات على الأوراق خاصة على العرق الوسطي وحواف النصل. يبقى الفطر الممرض داخل التربة وبقايا المزروعات عدة سنوات على هيئة جراثيم، لكن بعد انتشارها يمكن أن تلوث نبات الذرة في أي مرحلة خضرية كما تساعد الجروح على استقرار الفطر الممرض، يتكاثر هذا الأخير بوجود كميات معتبرة من الأمطار وبمعدل مرتفع من الرطوبة والحرارة (Munkacsi et *al*. , 2007).

**3.2-** **تفحم نورات الذرة** **Charbon des inflorescens du maïs**

الفطر المتسبب في هذا المرض هو *Sphaelotheca reiliana*، بعد مرحلة الإزهار، تظهر أعراض المرض على السنابل أو أحيانا السنابل الصغيرة. يغطي السنابل كتلة من الغبار الأسود، عبارة عن جراثيم حرة. وعلى إثر هذه الإصابة، تتألف السنابل من كريات كبيرة الحجم في القاعدة، طرية ملساء حيث لا تنتج السنابل المصابة الحبوب كما يلاحظ انتفاخ في علوها. وعلى إثره تتخذ السنابل هيئة حبة الإيجاص، تحتوي على كتل من الجراثيم السوداء. تكون النباتات المصابة ذات حجم غير طبيعي وقصيرة الطول. تعتبر التربة المصدر الرئيسي للإصابة، يمكن للفطر العيش عليها مدة 5 سنوات .

تحرض الجراثيم على إصابة الأجزاء النباتية التي تنمو تحت سطح التربة بعدها ينمو المسليوم، ويجتاح النهايات الطرفية للنباتات الصغيرة. وبعد استطالة الساق ، يمكن للمسليوم أن يحدث الإصابة بطريقة منتظمة على الأعضاء التكاثرية وتساعد العوامل المناخية كالرياح والأمطار على انتشار الجراثيم كما يساعد الجفاف ونقص الآزوت على زيادة المرض ( Wei et *al*. , 1988).

**4.2-** **سقوط الباذرات** **Foutes des semis**

الفطر المتسبب في هذا المرض هو *Fusarium roseum*، يتمثل المصدر الرئيسي لحدوث الإصابة الفطرية في تواجد الفطر على الحبوب أو داخل التربة. بعد انتقال جراثيم الفطر الممرض من الحبوب إلى الجذور. وعلى إثره يتوقف نمو النباتات الصغيرة أثناء مرحلة صعودها Gheorghe, 2009) Dorin et).

**5.2-** **الفيزاريوز** **Fusariose**

يتسبب في هذا المرض فطر*Fusarium sp*، يجتاح الفطر الممرض الساق في نهاية المرحلة الخضرية ثم تنتقل الإصابة إلى الجذور، بعدها يتباطئ نمو الفطر حتى مرحلة الإزهار، أين يزداد نشاطه ويتقدم نحو قمة الساق، مما يحدث خللا بنظام الأنسجة. كما يلاحظ توزع بقع بنية محزرة على النباتات الصغيرة خاصة على الجذور وcoleoptile. تتحلل منطقة ما بين العقد السفلية وتمتلئ بمسليوم أبيض وردي، مما يؤدي إلى جفاف النباتات ثم تتكسر قبل نضجها. تعتبر البذور المصدر الأول لحدوث إصابة نبات الذرة بفطر *Fusarium sp* حيث يتطور المسليوم على البذور أثناء إنباتها، ويزداد نشاطه وهذا ما يبطئ ويعيق مرحلة إنبات البذور، مما يؤدي إلى نقص في نمو النبات أثناء مرحلة الصعود. أما المصدر الثاني للإصابة يتمثل في وجود الفطر على هيئة جراثيم على الطبقة السطحية للتربة وبسبب عامل التهوية يساعد على نمو المسليوم الذي يتكاثر فيما بعد Kang et Duchenauer,2002)).

**6.2-** **ريزوكتون** **Rhizoctone**

الفطر المتسبب في هذا المرض هو*Rhizoctonia solani* ، خلال مرحلة 5 – 6 أوراق، تظهر على الجذور بقع منخورة، مما يؤدي إلى تغير لون الجذور وتتخذ بنية داكنة اللون. حيث يتسبب الفطر في جفاف الأوراق ( الأغصان المورقة ) ويستمر هذا الجفاف حتى نهاية دورة حياة النبات. يبقى الفطر على بقايا المزروعات، الجذور، الأعشاب الضارة أو داخل التربة فترة معينة Agrios, 1997)).

**7.2-** **الصدأ** **Rouille**

يسببه فطر *Puccinia sorghi*، تبدو أعراض المرض على الأوراق السفلية للنبات على هيئة تآليل (بثرات)، بنية حمراء اللون غبارية، حيث يبلغ قطر البثرات حوالي 1 ملم، ثم تنتقل هذه الجراثيم إلى الأجزاء العلوية للنبات، أين تصبح البثرات سوداء اللون أثناء نضجها. توجد البثرات على الأوراق، مما يؤدي إلى تكسرها وتتحرر منها جراثيم حبيبية بصورة كبيرة تحفز هذه الجراثيم على حدوث الإصابة مرة أخرى ((Berquist et Masias,1974 ).

**8.2- التعفن الجاف للذرة** **Pourriture sèche du maïs**

الفطر المتسبب هو  *Stenocarpella macrospora* المعروف باسم *Diplodia zea schweintz* و *Sphaeria zea ( hendersonia)* , *Macrodiplodia zea(schweintz)*، يصادف هذا الفطر في المناطق الأقل برودة وينتشر بكثرة في إفريقيا الغربية، الشرقية والبحر الأبيض المتوسط كما لوحظ انتشاره في أمريكا الشمالية ، الجنوبيـة والوسطى .

يمضي هذا الفطر فترة الشتاء على هيئة أجسام ثمرية قابلـة للحياة أو على شكل مسليوم على بقايا الذرة ،على التربة أو الجذور. تساعد الحرارة والرطوبة على تكوين الجراثيم التي تنتشر بواسطة الرياح، المطر والحشرات. تحدث الإصابة لنباتات الذرة بداية من الجذور والسنابل ثم تنتقل إلى السيقان. إن تطور مرحلة تعفن السيقان تكون محفزة بواسطة المناخ الجاف، يكون تعفن السيقان متزامنا مع جروح بيضاوية غير منتظمة أو متطاولة، يبلغ طولها حوالي 1 إلى 10 سم مع مركز بني إلى أصفر ذات حواف أكثر عتامة في بداية إصابة السيقان، يهاجم الفطر مباشرة النظام الوعائي، مما يؤدي إلى تقليل دوران النسغ وبالتالي ضعف في حجم الحبوب. تزداد خطورة المرض مع التسميد غير المتوازن، يؤدي نقص الكلسيوم K إلى سوء تصريف المياه كما يتأثر وعاء حبوب الطلع وغلاف الثمار بالمرض ( De Leon, 1984 ) .

**9.2- حروق الذرة** **Helminthosporiose**

يتجسد الفطر المتسبب في هذا المرض في أربعة أنواع، تعرف الهيئة الجنسية لفطر *Helminthosporium* بـ *Setophaeria* . أما الهيئة اللاجنسية فتتمثل في *Exserohilum turcicum*  و الأنواع الثلاثة المتبقية هي :  *Cochliobolus carbonum ،Cochliobolus heterosptroplus* و*Setosphaeria rostrata*. يتطور فطر *turcica* *Setosphaeria* على الأوراق وأحيانا على وعاء الطلع، حيث يغطي السنابل ويحرض على تكوين بقع على هيئة مغزل بطول 3 - 15 سم في اتجاه العروق .

تكون إصابة النبات بهذا الفطر بداية من الأوراق السفلية، وتظهر الأعراض على هيئة جروح صغيرة بعيدة عن بعضها. تتطور الإصابة على الأوراق العلوية وبسرعة كبيرة على الأزهار، مما يؤدي إلى جفاف الأوراق. من بين العوامل المساعدة على تطور الفطر الممرض هو تعاقب الرطوبة والجفاف. يعيش الفطر فترة الشتاء على بقايا نبات الذرة، يمكن للجراثيم أن تنتشر على مسافات كبيرة.

بين ( Traut et Warren, 1993 ) إصابة نبات الذرة بفطر *Puccinia sp* مما يؤثر مباشرة على عملية التركيب الضوئي، علما أن هذا الفطر متطفل إجباريا على شتلات الذرة ويتسبب في إصابة هذه الأخيرة خلال المراحل النشطة من التطور.

كما أشار ( Njuguma et *al*., 1992) إلى إصابة نبات الذرة بفطر *Phaerosphaeria maydis* . حيث تظهر أعراض المرض بشكل بقع بنية محاطة بهالة شفافة على سطح الأوراق.

أكدت دراسة أجريت على نبات الذرة عزل فطر *Drechslera turcica (pass)* , *Exserohilum turcicum ( pass)* أما الهيئة اللاجنسية هي *Trichometasphaera turcica luttrell*. تؤدي الإصابة بهذا الفطر إلى إحداث جروح على المجموع الخضري كما يمكن لهذا الفطر اجتياح نبات الذرة في أي مرحلة من مراحل تطوره Jordan et *al*. , 1983)). كما أجريت عدة أبحاث على بذور الذرة بغرض عزل أنواع عديدة من الفطريات.

عزل ( Bakan et *al*. , 2002) من عينة الحبوب الملوثة فطر*Fusarium sp* و  *Aspergillus sp* ، مع العلم أن هذين النوعين معروفين بإفرازهما لعدة سموم فطرية. كما أكدت دراسة أخرى إصابة حبوب الذرة بأنواع أخرى من الفطريات من أهمها:

*alternata ,Monilia sp ,Fusarium sp ,Drescheslera sp ,Aletrnaria*

*Penicillium sp, Nidrospora oryzea* (Khan et *al*. , 1988 ) .

أوضح (Shurtleff , 1984) أن الفطريات المصاحبة لحبوب الذرة ، تؤثر على نوعيتها، هذا يؤدي إلى زيادة الأحماض الدهنية، نقص في الإنبات وبصورة خاصة تعمل على إتلاف الحبوب .

أيضا تم عزل أنواع *Alternaria ، Aspergillus ، Bipolaris maydis ،* *Fusarium* *moniliforme* ، *Helminthosporium sp*، *Mucor sp* و *Penicillium* من بذور الذرة Tulin et Askun , 2006 ; Anne et *al*. , 2000)).

**10.2- فطر *F.roseum* كنموذج من بين الفطريات المصاحبة لنبات الذرة**

يعتبر فطر *F.roseum*من بين الأجناس المركبة ، التي تتضمن العديد من الأنواع أهمها :

*graminearum . F.roseum var ، culmorum .* *F.roseum var ،*

*F.roseum var. arthrosporioide ، Froseum var. avenaceum* (شكل3).

*   *

*F.arthrosporioide* 4- *F. avenaceum* 3-  *F. graminearum* 2- *F. culmorum*1-

) Dequeiroz, 2007) *F.roseum*  أنواع فطر **:** **3****شكل**

يتواجد هذا الفطر الممرض على بذور مختلف النجيليات خاصة الذرة خلال المرحلة الخضرية، تظهر أعراض مرض الفيزاريوز fusariose خلال مرحلة صعود النباتات الفتية إلى غاية نضج المحصول. يجتاح فطر *F.roseum* كل أعضاء النبات، مما يؤدي إلى نقص في النمو مع ظهور بقع بنية على قاعدة ساق نبات الذرة كما يلاحظ هذا اللون بين العقد. في حين يتخذ الساق من الناحية الداخلية اللون الأحمر الغامق كذلك يغطي هذا اللون مساحة نصل الأوراق وجفافها. كما يحدث تعفن الجذور وهذا ما يؤدي إلى إصابة نبات الذرة بمرض سقوط الباذرات(Champion, 1997) foutes de semis. يعتبر مرض الفيزاريوز fusariose أحد العوامل المتسببة في تلوث نبات الذرة بمختلف أنوا ع جنس *Fusarium* . من خلال عدة دراسات، أكدت وجود فطر *graminearum F*. و  *verticilloide .F* على السنابل. أما السيقان فيتكاثر عليها *F.culmorum* كذلك *graminearum F..* إن إصابة أجزاء النبات بعدد كبير من هذه الفطريات، زاد من قدرتها على إفراز السموم الفطرية وخطورتها على النباتWood, 2002) ). إن خصائص التخزين المثلي لحبوب الذرة والمتمثلة في ( حرارة، حموضة وتهوية )، يمكن أن تمنع نمو أجناس الـ*ـ Fusarium*المنتجة للسموم . لكن قد تحدث الإصابة للنبات بهذه الفطريات وهو قائما في الحقل خلال مرحلة الإزهار، تبين أيضا أن فطريات *graminearum F.* و *F.culmorum* هي السائدة على نباتات الذرة (Champeil et *al*. , 2004 ) .

**1.10.2- تصنيف فطر*F.roseum***

حسب Lepoivre (2003) تم تصنيف فطر *F.roseum* كما يلي :

* [Fungi](http://eol.org/pages/5559/overview)
  + [Ascomycota](http://eol.org/pages/5577/overview)
    - [Sordariomycetes](http://eol.org/pages/2858320/overview)
      * [Hypocreales](http://eol.org/pages/5645/overview)
        + [Nectriaceae](http://eol.org/pages/5650/overview)

[Fusarium Link](http://eol.org/pages/16364/overview)

*Fusarium roseum* f. *roseum* Link

**2.10.2- العلاقة بين الفطر الممرض والنبات العائل**

من بين الميكوفلورا المتزامنة مع نبات الذرة (*Zea mays*) تجدر الإشارة إلى الفطريات الخيطية، من بينها جنس الـ *Fusarium .* تكون أغلبية أنواع هذا الفطر ممرضة أو مترممة، كما لوحظ إنتشار فطر *Fusarium* في كل المناطق الزراعية المتخصصة في إنتاج محصول الذرة، مع اختلاف بسيط بين المناطق على حسب الظروف المناخية. تقل نسبة انتشار فطر *F.moniliforme* و*subglutinans F.* في إفريقيا الاستوائية، بينما تزداد هذه النسبة مع *graminearum F*. الذي يكثر انتشاره في المناطق ذات المناخ الأكثر رطوبة. أجريت عدة أبحاث في كلدونيا الجديدة ، أثبتت أن فطريات*F*.moniliforme و graminearum *F*. جد سائدة في هذه المناطق، وأحدثت خسائر في محصول الذرة قاربت 100% Llorens et *al*. , 2006)).

إن مجموع نتائج الدراسة الديناميكية على أصناف الذرة المدروسة في ظروف طبيعية أو في البيت البلاستيكي، بعد الحقن بالعديد من سلالات فطر *Fusarium*، تبين تطور مرض الـ fusariose خلال الدورة الزراعية للنبات. و لتحديد الإصابة، تم استعمال تقنية التعليم ( بوضع علامات موجبة للطفيلي ) والتي تسمح بوجوده على النبات العائل ثم يمكن تتبع طريقة تطوره (Singh, 2005).

من جهة أخرى يعتبر فطر *F. graminearum* من بين الفطريات المترممة على البقايا النباتية، ويتسبب في إحداث تسمم لمختلف النجيليات مثل: القمح، الشعير، الذرة، الأرز وعلى نباتات أخرى واسعة الزراعة مثل القطن (Desjardins, 2003).

**3.10.2**- **الدورة البيولوجية لفطر *Fusarium***

يتطور فطر *Fusarium* في البداية على البقايا النباتية الموجودة في الحقل. خلال هذه الفترة يبدأ تكوين وإنتاج الجراثيم الاسكية، التي تتجمع في الجسم الثمري perithicium خلال 16 – 18 ساعة بتركيز 600 إلى 900 جرثومة آسكية /م3، تحرض هذه الجراثيم على إحداث الإصابة الأولية للنبات Paulitz,1996)) .

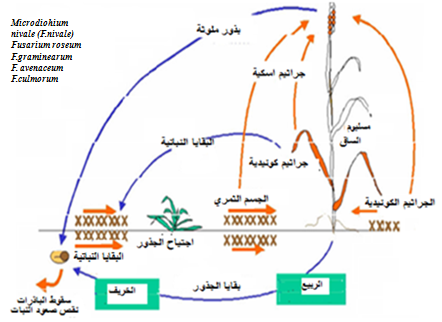
تنتشر الجراثيم التي تتسبب في الإصابة الأولية عن طريق الهواء، وتتثبت على السنابل وتنبت بمساعدة الظروف المناخية من الحرارة والرطوبة. إن ظهور أعراض المرض على السنابل، يؤدي إلى جفافها قبل النضج، كذلك يؤدي إلى أقل تعبئة للحبوب. إن تطور الفطريات الممرضة على سطح السنابل، يؤدي فيما بعد إلى ظهور صبغة وردية اللون على السنابل تكون مميزة لنوع *Fusarium* Mongrain et *al*.,2000) ).

تؤدي الجراثيم الجديدة حينئذ إلى إصابة ثانوية أخرى، كذلك وجود الجراثيم الكونيدية في التربة، تتسبب في إحداث أوبئة للنباتات في السنة الموالية. يساعد زرع الحبوب الملوثة بفطر *Fusarium* على انتشار الفطر الممرض. وعلى إثره تظهر على النباتات الفتية بقع بنية منخورة بصورة كبيرة على المجموع الجذري و هذا ما يعيق تغذية النبات بصورة صحيحة و يموت بسرعة. كل هذه الأعراض خاصة بمرض سقوط الباذرات fontes des semis التي يتسبب فيها فطر *Fusarium*. تساعد الجراثيم الموجودة في الأجسام الثمرية على بقاء الفطر مخزن على البقايا النباتية طيلة فصل الشتاء. عندما تتوفر الظروف الملائمة (ظلام و رطوبة كافية)، يتفتح الجسم الثمري و تنتشر الجراثيم الاسكية في الهواء، هذا ما يسمح باستعمارها للأزهار و الساق. في هذه الحالة يكون الفطر في هيئته الجنسية *Gibberella*. بعد ذلك مباشرة، تنبت الجراثيم الاسكية و ذلك بتوفر عامل الرطوبة المطلقة التي تفوق 85 % و درجة الحرارة التي تتراوح بين(25-30)م°. بعدها تحدث إصابة النبات في أي مرحلة من مراحل تطوره، قد يتوغل الفطر داخل النبات عن طريق فتحات الأنسجة (نتيجة لتقدمها في العمر)، عن طريق المئبر بعد الإزهار أو عن طريق الغلاف الثمري Buchenauer, 2002) et Kang).

كما يمكن للفطر أن يدخل داخل النبات بطرق أخرى، بحيث تتميز بعض الفطريات ببنيات خاصة، التي تسمح بثقب غلاف الخلايا النباتية، تسمى هذه البنيات بـ apressorium إضافة إلى ذلك، تنبت بعض الجراثيم الفطرية على سطح الأعضاء النباتية ثم تتوغل عن طريق الثغور القريبة. أما البعض الآخر من الفطريات فإنها تتوغل داخل النبات عن طريق الجروح الموجودة على الطبقات الخارجية لأعضاء النبات.

وهذا ما يؤكده ( Davies et *al*. , 2000) بأن توغل *Pyrenpeziza* *brassicae* داخل النبات، يتم دون تكوين apressorium ، لكن هذا التوغل يحدث نتيجة لإفراز كمية هائلة من إنزيم كيتيناز cutinase، الذي يحلل مادة كيتين cutine.

أحيانا، تسقط الحبوب الملوثة على التربة خلال الحصاد حيث تعتبر مصدرا جديدا للفطر الممرض. في هذه الحالة، يكون الفطر في هيئته اللاجنسية *Fusarium. من جهة* أخرى، عند تواجد الفطر في التربة ينتج الجراثيم الكلاميدية (هيئة لا جنسية للفطر(، تتميز هذه الجراثيم بغشاء صلب الذي يسمح لها بمقاومة الظروف غير الملائمة وبقائها مدة فترة الشتاء مخزنة في التربة (شكل 4).



**شكل 4**:الدورة الحيوية لفطر *Fusarium* Mongrain et *al*.,2000)*)*

كما تجدر الإشارة إلى أن الأغشية النباتية، تتكون من مختلف المركبات المتمثلة في سليلوز، بكتين pectine و اللجنين lignine هذه المركبات تعيق دخول العامل الممرض إلى داخل الخلايا النباتية. كما تزيد من سماكة جدران الخلايا. رغم هذه الحواجز التي تحمي الأنسجة النباتية إلا أن الفطريات لها القدرة على تحليلها ثم التوغل داخل خلايا العائل.

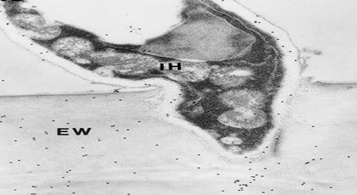
على هذا الأساس، ينتج فطر *Fusarium*عددا كبيرا من إنزيمات التحليل lytiques، التي تسمح بتحطيم الغشاء الخلوي للنبات حيث تسمى إنزيمات تحليل الغشاء الخلوي

Degrading Enzymes) Cell Wal) من بينها الإنزيمات القادرة على تحليل طبقات الغشاء النباتي سليلاز cellulases و بكتيناز pectinase.

**4.10.2- الإصابة**

تبين أن جراثيم *Fusarium*، تنبت على سطح السنابل منتجة أنابيب الإنبات، هذه الأخيرة تكون مسليوم كثيفا مستعمرا لتجويف السنبلة، بعد ذلك يكون المسليوم لهيفات ممرضة التي تستعمر المبيض وتتكاثر بين الخلايا و بتقدم الإصابة، تظهر أعراض المرض على النبات. بعدها يتقدم الفطر و يتوغل داخل الأنسجة الوعائية للخشب ونسيج النخاع للساق هذا ما يسمح للفطر بالتطور داخل أنسجة النبات. إن بداية الأعراض المرضية، تتجسد في وجود بقع منخورة على الساق و تلون الأنسجة. في الأخير، تتوغل الهيفات داخل خلايا العائل و ذلك باختراقها لجدار الخلايا. وقد تبين من تحليل المراكز المصابة، تراجع لمختلف مركبات الغشاء النباتي. اتضح أيضا أن إنزيمات تحليل الغشاء الخلوي CWDE تعتبر من أهم العوامل المهمة في تسمم النباتTorp et Nirenberg, 2004) ).

بالإضافة إلى إنزيمات التحليل القادرة على هضم الأنسجة النباتية. تلعب السموم الفطرية لفطر *Fusarium* دورا هاما عند إصابة النباتات (Harris et *al*. , 1999) (شكل 5).



**شكل5:**إصابة خلية البشرة للنبات بهيفا فطر *Fusarium* Kang et Buchenauer, 2002))

EW : الغشاء الخلوي لخلايا البشرة ، IH :هيفا الفطر المتطفل

**5.10.2- تعريف مرض الفيزاريوز fusariose**

إن مصطلح fusariose النجيليات، يتضمن 3 أنواع من أعراض المرض حسب  :(Parry et *al*., 1995)

1 – Fusariose seedling Blight

تكون الإصابة على مستوى البذور، ويتسبب في نقص صعود الشتلات، كما يساعد على مرض سقوط الباذرات Foutes des semis .

2 – Fusariose foot Rot

على مستوى قاعدة الساق ، يحدث نخر في الأنسجة النباتية.

3 – Heat blight

على مستوى السنابل ، يؤدي إلى عدم نضج هذه الأخيرة ونقص في امتلائها بالحبوب( شكل 6).

**a b c**

**شكل6**:أعراض مرض fusariose على النجيليات McMullen et Stack, 2011))

(**a** :حبوب الذرة مصابة بـ fusariose، **b** :ساق مصابة،**c**  : سنابل مصابة)

**6.10.2-** **عموميات حول مرض الفيزاريوزfusariose**

تم اكتشاف مرض fusariose أول مرة سنة 1884 في انجلترا، منذ ذلك الوقت أنتشر هذا المرض في كل أنحاء العالم متسببا في أوبئة في قارة أسيا، كندا، أوربا وأمريكا .(Goswami et kistler, 2004)

انطلقت أول دراسة لمرض الـ fusariose في أمريكا الشمالية خاصة في الولايات المتحدة، تؤدي الإصابة بهذا المرض إلى خسائر اقتصادية . تم تعريف مرض fusariose من طرف المركز الدولي لتحسين الذرة و القمح (CIWMI)

International Maize and Wheat Improvement Center كعامل رئيسي الذي يتسبب في خسائر كبيرة لمحاصيل النجيليات خاصة القمح والذرة في العديد من مناطق العالم. ويتضح تأثير المرض على النباتات في نقص وزن الحبوب وسقوط الأزهار (Pirgozliev et *al*., 2003). تكون الحبوب صغيرة الحجم ، خفيفة الوزن ، متجعدة و أحيانا مغطاة بأصبغة بيضاء أو وردية Champiel et *al*. , 2004)) .

يؤدي مرض الـ fusariose إلى إتلاف نوعية الحبوب، هذا يعطي نتائج غير مرغوب فيها أثناء عملية التحويل الصناعية للحبوب. مع العلم أن حبوب النجيليات الملوثة بفطر *Fusarium*، الذي يعمل على تحليل نشاء الحبوب بروتينات التخزين والأغشية الخلوية للنبات *al*. ,1985) Bechtel et).

**3- المقاومة البيولوجية**

**1.3 -** **عموميات حول المقاومة البيولوجية**

يغطي مصطلح المقاومة البيولوجية مختلف التصورات حسب الأنظمة المشتركة في حماية المزروعات حيث أعطى (Miller et Apelt, 1993) تعريفا للمقاومة البيولوجية، يتمثل في استعمال كائنات حية طبيعية ضد حشرات التلف والعوامل الممرضة. يتناسب هذا التعريف لاختيار طبيعة العامل المستعمل سواء كان حشرات أو كائنات حية دقيقة. إن استعمال هذه العوامل إما أن يكون داخلي كالسموم المشتقة من الكائنات الحية الدقيقة بطريقة تلقائية ضد العامل الضار، قد يكون فيروس حشري Entomophage (فطريات، بكتيريا و حيوان أولي) أو حشرات مثل المفترسات prédateur ومتطفلات parasitoide.

تستعمل عوامل المقاومة البيولوجية بطريقتين :

واحدة علاجية وتتم عن طريق المكافحة المباشرة والثانية وقائية في هذه الحالة التدخل يكون بصورة غير مباشرة. وعلى هذا يمكن القول أن طرق المقاومة البيولوجية تقدم حلولا واسعة، بسبب آليات الكائنات الحية الدقيقة ذات القدرة على المقاومة البيولوجية .

من الجانب التطبيقي تم إثبات وجود ثلاثة أنواع من المقاومة البيولوجية :

* **المقاومة البيولوجية القديمة ( الكلاسيكية )**

تتمثل في إدخال جنس جديد في المحيط، بغرض مراقبة فئات الأوبئة التي تصيب المزروعات Clarke et Walter, 1995)).

* **المقاومة البيولوجية العالية**

تتمثل في زيادة حجم فئات الأوبئة الطبيعة ، وعلى إثره يتم إدخال عدد معين من الكائنات الحية ذات المقاومة البيولوجية وانتشارها وتكاثرها في المنطقة المعطاة Nordlund,1996)).

* **استعمال أجناس محفزة**

تسمح هذه الطريقة بتحفيز فئات أو أجناس طبيعية على مقاومة الأجناس الممرضة، كإدخال عدد من ذكور عقيمة في فئات طبيعية بغرض الحد من التناسل. كذلك تستعمل المواد الكيميائية المستخلصة من النباتات بالطبع ذات الأصل النباتي أو من كائنات حية دقيقة مثل تركيبة *Bacillus thuringiensis* التي تحتوي على سم بلوري exotoxine، يمكن لهذه البكتيريا مقاومة كائنات أخرى ممرضة للنباتات Boivin , 1992 )).

حسب (Miller et Apelt,1993) يمكن تطوير طريقة المقاومة البيولوجية ضد حشرات التلف التي تستلزم أربعة خطوات :

* دراسة بيولوجيا الكائن الحي الضار للنباتات.
* دراسة بيولوجيا الأجناس المؤهلة طبيعيا للمقاومة البيولوجية.
* الأخذ بعين الاعتبار لمتطلبات التجارب المخبرية في حالة الظروف الطبيعية .
* المصادقة على التجارب المخبرية عن طريق تجارب على مستوى الحقل .

**2.3 - طرق المقاومة البيولوجية**

يوجد العديد من طرق المقاومة البيولوجية في تاريخ البشرية من بينها:

**1.2.3**- المقاومة البيولوجية عن طريق استعمال المفترسات Prédateur تقتل المفترسات ضحيتها لكي تلبي حاجياتها الغذائية ونلاحظ وجود نوعين منها *Stenophage,Euryphage*

Myers et *al*., 1989)).

يكون النوع الأول خاص ودورته البيولوجية تتوافق مع ضحيته. أتضح من خلال المقاومة البيولوجية أن أكثر العائلات استعملا والتي تتمثل في بعض الأجناس

*Syrphidae, Coccinellidae, Cecidomycidae* Pimentel, 1963)).

**2.2.3-** المقاومة البيولوجية عن طريق استعمال المتطفلات parasitoide عبارة عن فيروس الحشرات الذي يكمل دورة حياته، بقتل عائله. تتميز هذه الفئة بقدرتها الكبيرة على التوجيه والبحث النشط على عائلها ومن بين الرتب الأكثر استعمالا في المقاومة البيولوجية هي Hyménoptères )87.3%), 12.5) Diptères, (% 0.2) Coléoptères %)Tagaki et Hirose, 1994)).

**3.2.3**- المقاومة البيولوجية عن طريق استعمال الطرق الزراعية تتمثل في مجموعة الطرق الزراعية التي تدمر الكائنات الحية ذات الأثر السلبي على المحاصيل الزراعية. توجد سلسلة من الطرق الزراعية لإتمام المقاومة البيولوجية مثل الحرث، الزراعات المزدوجة، إزالة الأعشاب الضارة حول الغرس Mc Neely et Scherr, 2003)).

**4.2.3**-المقاومة البيولوجية عن طريق استعمال أنواع نباتية مقاومة حسب (IBC ,1997) تتمثل في استعمال الأنواع النباتية ذات القدرة على مقاومة الأمراض و إعطائها لأحسن مردود، رغم وجود كائنات ضارة.

تتميز هذه المقاومة بوجود مكانيزمين هما :

* تغيير هيئة الكائن الحي Antixénose

يتمثل في اكتساب النبات مورفولوجيا (الطول ، الوزن) وفسيولوجيا(الرائحة) ، تساعد النبات على التقليل من الأضرار المتسبب فيها الكائنات الحية الضارة Greathead,1997)).

* الايض الحيوي Antibiose

يتميز النبات في هذه الحالة بإنتاج مواد قادرة على إعاقة تطور الكائن المفترس Badalyn et *al*.,2004)).

**5.2.3-** المقاومة البيولوجية عن طريق استعمال مبيد الحشرات النباتي، أكثر من 59 عائلة و188 جنس من النباتات استعملت لكي تكافح أو تكبح الحشرات الضارة، تفرز هذه النباتات مواد تتميز بخصائص مضادة للحشرات Auld et Morin,1995)).

**6.2.3**- المقاومة البيولوجية عن طريق استعمال الكائنات الحية، يمكن استعمال العديد من مجموعات الكائنات الحية الدقيقة في المقاومة البيولوجية، من أهم ميزات عامل المقاومة البيولوجية أن يكون له معدل تكاثر جيد ، قدرة جيدة على التأقلم ودورة حياة هذه الكائنات يجب أن تكون متزامنة بالنسبة لدورة حياة الطفيليات الضارة Weeden et *al*.,2007)). تتمثل هذه الكائنات الحية الدقيقة في (البكتيريا، الفطريات و حيوان أولي الخ....)، تتسبب في أمراض مهمة للحشرات الضارة للنباتات، والأكثر استعمالا هي البكتيريا *B.thuringiensis*، تنتقل عن طريق الهواء، الماء أو الحشرات

Cloutier et Cloutier, 1992)).

بالنسبة للعوامل الممرضة، تتميز بقدرتها على الانتقال بكميات كبيرة ولها فاعلية سريعة، تتوزع بنفس صورة لعامل المقاومة البيولوجية.

* **الديدان الخيطية**

عبارة عن دودة دائرية متطفلة، تصيب عائلها عن طريق الدخول إلى المعدة بعد أن تتعرف عليه. تتوغل بداخل عائلها عادة عن طريق الفتحات الطبيعية ( الفم ...) في حالة دخول الديدان الخيطية، تحرر بكتيريا التي تحملها طبيعيا الذي يسمح للدورة بالتغذية. لا يعيش المدمر فترة طويلة وبعد عدة أيام، تتحرر مآت الديدان الخيطية Nematode والتي تغادر للبحث عن عائلها من جديد Gaugler,2010)).

* **البكتيريا**

توجد بكتيريا *B.thuringiensis* طبيعيا في كل الترب، تهاجم اليرقات، البعوض والذباب Dnphy et Tibelius,1992) ). تم عزل *Bt* أول مرة في اليابان سنة 1902 . تكون *Bt* فعالة لأنها تقتل اليرقات الفتية لأن هذه الأخيرة تستهلك الأوراق . تنتج *Bt* السموم التي تدخل إلى المعدة وتحطم النظام الهضمي للحشرة، مع العلم إن استعمال محلول هذه البكتيريا لا يشكل أية خطورة على صحة الإنسان والحيوان Lynch et *al*.,2001)).

* **الفطريات**

يعتبر فطر*Beauveria bassiana* كائن حيمجهري متواجد بكثرة على الترب في كل أنحاء العالم، مما أهله أن يكون عامل للمقاومة البيولوجية وهذا عن طريق انتشاره وتكاثره .(Jamal, 2008)

يهاجم هذا الفطر عددا كبيرا من الحشرات حيث يقتل هذه الأخيرة خلال مراحل اليرقات الكبيرة غير الناضجةBarron, 2001)).

لا يحتاج هذا الفطر أن يكون موجها لكي يكون له تأثرا على حشرات التلف، لكن الاتصال البسيط يكفي لإحداث الإصابة. إذا كان الفطر على هيئة جراثيم، يتعرف على الحشرة وكأنها عائله ويهاجم، تساعده الظروف الطبيعية على إنبات الجراثيم Jamal, 2008 ) (. في حالة إنبات الفطر يضعف قوقعة الحشرة، لكي يتوغل ويقتلها ربما عند الضرورة عن طريق إنتاج السموم ثم يستهلك غذائها Groden, 1999)).

في حالة موت الحشرة، يغطي الفطر هذه الأخيرة بطحلب أبيض منتجا ملايين الجراثيم التي تكون مستعدة لإحداث العدوى للحشرات الأخرى. تتنوع كثيرا مدة حياة جراثيم الفطر، في حالة التواجد في الحقل ،تدوم مدة حياتها بين 24 سا إلى 26 يوم Jamal, 2008 ) (. بعكس بعض أنواع المقاومات، يكمن أن تعيش الجراثيم مدة معينة هذا ما يضمن لمراقبة الكائنات الضارة لفترة زمنية طويلة.

يكون تأثير فطر *B.bassiana*على الكائنات الحية غير المستهدفة كبيرا كذلك تفاعلات الحساسية التي يصاب بها العمال في المخبر في حالة الاتصال مع الفطر (Zimmerman, 2007).

**4- عموميات حول**

**جنس *Trichoderma***

أدخل مصطلح *Trichoderma* في علم الفطريات التطبيقي سنة 1794 عن طريق Person . كما أشارBisset,1991a) )للفطريات المجهرية التي اعتبرت منذ 200 عام كـ Gastéromycètes .

تنتمي هذه الكائنات الحية الدقيقة إلى مجموعة كبيرة من الفطريات التي ليس لها تكاثرا جنسيا معروفا. ينتج جنس *Trichoderma* العديد من الإنزيمات والمواد الحيوية الفعالة كما يستعمل كعامل للمقاومة البيولوجية وذلك لقدرته على التضاد المباشر مع أجناس فطرية أخرى، مستعملا عدة ميكانيزمات (تطفل فطري، تنافس، أيض حيوي و تحليل الهيفات)، وذلك لترقية النباتات العائلة Kubicek et Harman, 2002)).

**1.4 - مورفولوجيا فطر *Trichoderma***

تتضح الهيئة الماكروسكوبية لجنس *Trichoderma* بعد تنميته على بيئة غذائية داخل أطباق بتري حيث تبدو المستعمرة الفطرية ذات مظهر سبخي بصورة خفيفة أو مندمجة، تعطي الجراثيم الكونيدية مسليوم أبيض كذلك تظهر المستعمرة في الأيام الأولى شفافة وفي اليوم الرابع من نموها يظهر اللون الأخضر على الأجزاء الهوائية للمسليوم، يتوافق هذا مع تشكل خطوط دائرية أخرى منتظمة مركزية.

يظهر المسليوم تحت المجهر الضوئي مركبا من هيفات صفراء، مقسمة متفرعة ذات جدران ملساء، الحوامل الكونيدية مخروطية أوهرمية كثيرة التفرعات، تحمل الفياليدات ذات هيئة فلاسكات والتي تحمل بدورها الجراثيم الكونيدية Landreau, 2001) ) (شكل7).



**شكل7**:مستعمرة فطر*T.viride* على بيئة PDA وعلى درجة حرارة 25م°( Samuels,1996 )

**2.4-** **تصنيف جنس *Trichoderma***

حسب ( Bissett , 2004 ) أن الوضع التصنيفي لهذا الفطر يكون كالآتي:

Embranchement : Amastigomycota

Sous-embranchement : Ascomycotina

Classe : Sordariomycètes

Ordre : Hypocréales

Famille : Hypocreaceae

Genre : *Hypocrea mitosporique Trichoderma*

**3.4-** **الوسط البيئي لفطر *Trichoderma***

يتميز فطر *Trichoderma* بقدرته على التأقلم مع مختلف الظروف المناخية، يوجد بكثرة في الطبيعة وفي الوسط الترابي (Esposito et Silva,1998). نتيجة لنموه السريع وقدرته على استعمال مختلف المواد الغذائية. يتطور تقريبا على كل ترب الغابات وعلى النباتات المتحللة وهذا يجعله جدير بالملاحظة. يلوث بكثرة الدبال ويكون نادر التطفل على النباتات الحية ( Roquebert , 1996 ).

بينت بعض الدراسات أن جنس *Trichoderma* يعتبر من بين ثلاثة أنواع الفطرية الموجودة في التربة ويأتي في المرتبة الثالثة بعد *Aspergillus* و*Penicillium*حيث يمثل وجود *Trichoderma* في الوسط الترابي بـ 6 % من العدد الكمي للأجناس الفطرية Landreau, 2001 )).

**4.4 -** **تعريف فطر *T*. *viride***

فطر *viride* *T*. هو نوع من جنس *Trichoderma* ينتج الجراثيم بطريقة لا جنسية، عن طريق الانقسام الميتوزي (Jaklisch et *al*. , 2006). يكثر انتشاره على الدبال وله مقاومة. يعتبر فطر متضاد ضد الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في التربة، يتميز بفاعليته من أجل مراقبة البذور و الأمراض التي يكون مصدرها التربةBisset,1991a) ). يوجد مصطلح آخر لـ *T.viride*هو *T.ligronum*. أما الهيئة الكاملة parfaite لهذا الفطر تتمثل في

*Hypocrea aurantiaca, Hypocrea coprosma, Hypocrea rufer*

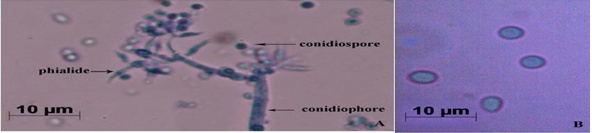
*Hypocrea albo-medullosa, Hypocrea atrogelatinosa* Domsch et *al*.,1993)).

**5.4-** **تواجد فطر *T. viride***

ينتشر فطر *viride* .*T* في المناطق الاستوائية. تم عزله من مختلف المواد من بينها الطحالب، الخشب، مواد البلاستيك، المنتجات الغذائية (النجيليات، القمح، الشعير، الخرطال، الذرة، الطماطم الخ....) التربة، الورق والقطن Domsch et *al*.,1993)).

**6.4 -** **مورفولوجيا فطر*T. viride***

يكون الثالوس Thalle لـ *Trichoderma* تقريبا شفافا ثم يصبح أبيضا أو خضرا مع تقدم عمر المستعمرة الفطرية كذلك وجود كتل زغبية ذات لون أخضر تتكون من الجراثيم، هذه الأخيرة تكون بيضاوية، يصل قطرها بين 3.6 – 4.5 ميكرون، تكون الحوامل الكونيدية متفرعة حيث تكون هرمية الشكل. تتميز هذه الحوامل بقصر طولها، خضراء اللون في النهايات الطرفية على خلاف القاعدة. أما الفياليدات تبدو متجمعة في هيئة باقة. كما سجل وجود الجراثيم الكلاميدية مؤلفة من كريات ملساء بينية أو نهائية في المستعمرات المتقدمة في السن ( Samson et *al*., 1994) (شكل 8).



**شكل8:**الخصائص المورفولوجية لفطر *T. viride* Kananan et *al*., 2012)).

(A مسليوم حامل للحامل الكونيدي و الجراثيم الكونيدية ، B الجراثيم كونيدية)

**7.4- بيولوجيا فطر *T. viride***

تتراوح درجة الحرارة المثلى لنمو *T. viride* بين (20 – 28) م°، أحسن نمو يلاحظ بصورة خاصة على درجات حرارة بين (6 – 32) م°. في بعض الحالات الاستثنائية قد ينمو على درجة حرارة 37م°، ويتوقف عن النمو عند 0م°. في حالة التربة الساخنة التي تتراوح فيها درجة الحرارة ( 49 – 55 ) م° ، تعتبر هذه الدرجة بالنقطة الحرارية المتسببة في موت الفطر. يتراوح pH النمو لفطر *T. viride* بين 3 – 9 و الـ pH الأمثل بين 4.5 – 5.5Subramanian, 1983)).

**8.4 - دورة حياة فطر *T. viride***

يتكاثر فطر *T. viride* تكاثرا جنسيا حيث تمثل الحوامل الكونيدية المرحلة السائدة من التكاثر في ظروف خاصة، تنبت الجراثيم لتعطي المسليوم الذي يتكون من هيفات متفرعة، تتشكل عليها الجراثيم الكونيدية (Rifai, 2004).

**9.4** **- المنتجات الأيظية لفطر *T. viride***

يتميز فطر *T. viride* بقدرته على إفراز كمية معتبرة من المنتجات الأيظية منها :

,B-cellulase,endo 13émodine ,cellulase,cellobiase ,amylase

gliotoxine, polypeptide, protease, endo B-1-4hydrolase,exo-gluconase

B-glucosidase, trichothécènes, trichodermine Xiaoyil et *al*., 2012)).

**10.4 - قدرة فطر *T. viride*على التضاد**

**1.10.4- الأيض الحيوي Antibiose**

بينت عدة دراسات قدرة *Trichoderma* على إنتاج المضادات الحيوية والسموم التي تكون طيارة وغير طيارة، لها تأثيرا مباشرا على الكائنات الحية الأخرى مثبطا بذلك نموها ( Johanne, 2002 ).

أشار Berber et *al* ( 2009 ) في أبحاثه الحديثة إلى إنتاج المركبات الطيارة المنتجة من طرف فطر *T. vivide* والمتمثلة في L-hydroxy-3-Methyl anthraqinone ذات فاعلية كبيرة، التي توقف أو تحد من تطور العديد من الفطريات الممرضة الموجودة في التربة. كما يؤثر trichothécènes وtrichodermine على جراثيم فطريات العفن والبكتيريا. بالمقابل فأن هذه المنتجات من المحتمل أن تشترك في المقاومة البيولوجية ضد فطريات العفن Elena, 2004 )).

**2.10.4- التنافس La compétition**

يحدث التنافس بين الكائنات الحية، بسبب قلة العناصر الغذائية الضرورية لتطورها في المحيط الخارجي. يظهر هذا التنافس في قدرة الكائن الحي على استغلال كل العناصر بسرعة محددا بذلك تواجدها. و التي يتعذر الحصول عليها من قبل الكائنات الحية الأخرى (Bolton et *al*.,1993).

يظهر التنافس بين فطر *T. viride* والفطريات الممرضة للنبات عند استعمال المصادر الغذائية الموجودة في الوسط المحي، حيث تستخدم *Trichoderma* هذا السلوك من أجل احتلال المكان قبل وصول الكائنات الحية غير المرغوب فيها (Johanne, 2002). هذه الطريقة في التنافس، تساعد الفطر المتضاد على كبح نمو بعض الفطريات الممرضة الموجودة على سطح الترب، هذا ما يقلل من خطورة الأمراض.

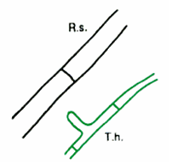
يتميز فطر *T. viride* بقدرته العالية على التنافس مع العديد من الفطريات الممرضة مثل : *Verticillium, Rhizoctonia, Pythium, Alternaria*.....الخ Samson et *al*., 1994)).

**3.10.4- التطفل الفطري Mycoparasitisme**

يتطفل فطر *Trichoderma* على الفطريات الممرضة، مما يؤدي إلى تحطيم العامل الممرض وهذا بسبب إلتفاف هذا الفطر حول الفطر الممرض ثم يتوغل فطر *Trichoderma* إلى الداخل أو بإفراز إنزيمات التحليل (Johanne, 2002). إن تطبيق ميكانيزم التطفل الفطري من طرف فطر *Trichoderma* يمكن تلخيصه في الخطوات التالية :

* **مرحلة التحفيز** **:**

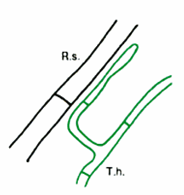
تعتبر الخطوة الأولى، يتم من خلالها اقتراب فطر *Trichoderma* من الفطر الممرض الذي يفرز مركبات تحث على تجاوب فطر المقاومة البيولوجية عن طريق chimiotropisme في حين تتجه هيفات عائله مباشرة نحوه. مع العلم أن طبيعة هذا التحفيز لم تعرف إلى حد الآن (شكل 9،10).



**a** : مرحلة التحفيز

* **مرحلة التعارف :**

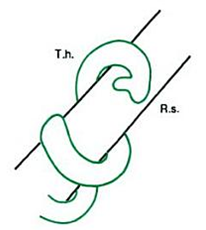
يتعرف الفطر الممرض على فطر *Trichoderma* بسبب وجودLectines . حيث يتم الالتصاق عن طريق ارتباط agglutinine للفطر الممرض مع بعض السكريات الموجودة في الجدار الخلوي لفطر *Trichoderma.*



**b** : مرحلة التعارف

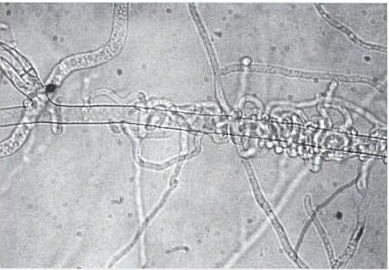
* **مرحلة الالتفاف:**

يحدث الالتفاف بين هيفات الفطر الممرض وفطر المقاومة البيولوجية حيث تكبر هيفات فطر *Trichoderma* على طول هيفات العائل أو تلتف حولها وتفرز مختلف الإنزيمات مثل إنزيمات التحليل Lytique (سليلازcellulase ، كتيناز chutinase، جليكناز glucanase بكتيناز pectinase ومضادات حيوية مثل gliotassine الذي يشترك في ميكانيزم التطفل الفطري Chet,1987)). كذلك بين Inbar et Chet,1992)) أن الالتفاف حول هيفات العائل يستلزم التعارف المسبق لسكريات lectine التي ترتبط عن طريق روابط agglutinine لـ *Sclerotina rolfsii*. تتميز سلالات Trichodermaبقدرتها علىمهاجمة فط*ر Sclérotina rolfsii*، الذي يتعرف علىD-glucose و D-manose وهي عبارة عن سكريات تتواجد في الجدار الخلوي لفطر *Trichoderma.*



**c**  :الالتفاف مرحلة

**شكل 9**: مراحل التطفل الفطري عند فطر *Trichoderma*(Johanne, 2002 )



**شكل10:** التطفل الفطري بين فطر*Trichoderma* و *Rhizoctonia solani* Chet,1987))

**4.10.4- التضاد L’antagonisme**

يتمثل في تثبيط إنبات جراثيم الفطريات الممرضة. تعرف هذه الظاهرة باسم mycostase ، سواء عن طريق تحليل مسليوم الفطريات mycolyse)) أو تحليل المستعمرات البكتيرية bactériolyse)) Curl et Truelove,1986)).

تم توضيح خصائص التضاد من طرف Chet et *al*.,1997)). أما في سنة 1971 قام كل من Webster et Dennis بتوضيح مختلف ميكانيزمات التضاد التي تتمثل في التطفل الفطري، الأيض الحيوي والتنافس على الأغذية أو احتلال الوسط المحيط .

عدة أبحاث تناولت أهمية فطر *Trichoderma*وقدرته على التضاد ضد عدد كبير من الفطريات الممرضةComporta, 1985) ). كما بينت أبحاث (Baker, 1988) أن بعض سلالات *Trichoderma* لها قدرة على تطبيق فعالية تحفيز نمو بعض النباتات .

درس Lynch et *al* ( 1991) تأثير *Trichoderma* على نمو الحبوب في غياب العامل الممرض، كذلك تحفيز نمو نبات الخس من جهة أخرى إن لهذا الفطر قدرة عالية على مقاومة فطر*Fusarium*، *Pythium* و *Rhizoctonia.*

**5.10.4- التداخل بين فطر *Trichoderma* والنبات**

عرف فطر*Trichoderma* بقدرته على اجتياح جذور النباتات ومن جهة أخرى، عند معالجة الثمار، الأزهار، الأوراق، والجذور بجراثيم فطر *Trichoderma* تسمح هذه الأخيرة بتكوينحاجز واقي حول الجذور، تعيق بذلك دخول الفطريات الممرضة داخل أنسجة الجذور Harman, 2000)).

إن توغل فطر *Trichoderma* في الأنسجة الداخلية للجذور، يحدد بقائه على مستوى الطبقات السطحية فقط أو الطبقة الثانوية للخلايا الجذرية Yedidia et *al*.,1999)).

يفرز فطر *Trichoderma* ثلاثة أنواع من المركبات التي تحرض على مقاومة النبات ضد العوامل الممرضة. تتمثل هذه المركبات في البروتينات، تتميز بقدرتها على تحليل محتويات العوامل الممرضة (تعمل عمل الإنزيمات) ، سكريات أحادية oligosaccharide و أخيرا بعض المركبات ذات الوزن الجزئي الضعيف التي تتحرر من الأغشية الخلوية لفطر *Trichoderma* Harman et *al*., 2004)). إن وجود العوامل الممرضة وعوامل المحيط البيئي (درجة حرارة، رطوبة....) تساعد من فاعلية فطر *Trichoderma* لأنه يجتاح المكان قبل وصول الفطريات الممرضة. تتمثل فاعلية هذا لفطر في حماية الجذور ضد الفطريات الممرضة ( خاصية واقية)، تسمح له بتكوين غلاف على مستوى الجذور وذلك لمنع توغل العوامل الممرضة داخل الجذور. يمكن أن ينشط فطر *Trichoderma* النبات بغياب الكائنات الممرضة Johanne, 2002 )).

**6.10.4- تأثير فطر *Trichoderma* على ميتابوليزم النبات**

أكدت عدة دراسات أن اجتياح فطر *Trichoderma* لجذور النبات يساعد على زيادة إفراز إنزيمات الدفاع منها peroxidases , chitinases, B-1.3-glucanase : Harman et *al*., 2004)).

إن تثبيت فطر *Trichoderma*على جذور النبات يحفز على زيادة امتصاص الماء و بعض العناصر الغذائية (النحاس، الحديد، الفسفور، المنغنيز و الصوديوم) من محلول التربة هذه الزيادة في امتصاص العناصر الغذائية، تؤكد على تحسين ميكانيزم امتصاص هذه العناصر (Yedidia et *al*.,2001). من جهة أخرى، بينWindham et *al*.,1986)) إن تواجد فطر *Trichoderma*مع جذور النبات يقلل من أمراض الجذور و ذلك عن طريق تنشيط تجاوب دفاع النبات.

**5- التداخلات الفطرية**

إن دراسة التداخلات مهما جدا حيث تساعد في شرح التغيرات الملاحظة على مستوى البنية الميكروبية Widden, 1997) ). تتم التداخلات الفطرية بثلاثة ميكانيزمات متداخلة أو في وقت واحد. التطفل parasitisme، الأيض الحيوي antibiose و التنافس compétition Celar, 2000)). عرف التنافس عن طريق علماء الإيكولوجيا كتأثيرات عكسية لكائن حي على آخر مع استهلاك أو مراقبة المصدر المتوفر ذو الكمية المحدودة ( Keddy, 1989 ). أما الأيض الحيوي فيعتبر كمكانيزمات محرضة عن طريق الأيض الخاص كالإنزيمات، المركبات الطيارة والمضادات الحيوية Lokwood, 1988)) .

يمكن أن تلخص التداخلات التنافسية في تداخلات مباشرة أو غير مباشرة، تحدث التداخلات المباشرة عندما لا يكون هناك تداخل بين المتنافسين وذلك عن طريق إفراز الإيض الثانوي ( مضادات حيوية، طيارة أو منتشرة ) التي يمكن أن تثبط أو تحلل على ُبعد معين المتنافسين. فغير المباشرة عندما لا يوجد تدخل كيميائي أو عدم وجود محفزا مثلا يستهلك جنس معين من الفطريات لكل الأغذية الموجودة في الوسط دون أن يتحصل الجنس الثاني على مصدر غذائي، يكون هذا التداخل مهم عندما تكون المتطلبات الطاقوية غير متساوية حيث أن أحد المتنافسين تكون له متطلبات جد عالية للمصدر المتنافس عليه. تتوافق ظواهر التداخل مع إنتاج المضادات الحيوية التي تخص تحليل هيفات سلالة فطرية عن طريق سلالة أخرى (Widden et Abitbol, 1980) .

تتميز ظواهر التنافس في مرحلتين : الأولى عن طريق أحسن انتشار لجراثيم الفطر، تجرثم سريع، امتداد المسليوم والقدرة على الاستعمار السريع للمصادر الغذائية. والثانية تتمثل في الحماية والدفاع على الوسط عن طريق التطفل الفطري أو إنتاج مركبات من المضادات الحيوية ( Boddy, 2000) .

يخضع التنافس للعديد من العوامل الخاصة كالظروف المحيطة ( الحرارة، حموضة pH، الضغط الجوي، كذلك طبيعة العزلات الفطرية، يعني قابليتها على استعمار الوسط أو حماية النبات Cano et Bago, 2005)).

إن معرفة ميكانيزمات التداخل بين الفطريات، تساعد على استغلال الفلورا الفطرية خاصة في مجال مراقبة الفطريات الممرضة ويبدو ذلك واضحا عند استعمال الخمائر في المقاومة البيولوجية هذه الأخيرة تعتبر كوسيلة بيولوجية لمراقبة الحشرات والعوامل الممرضة للنباتات Schirmbock et *al*.,1994) ; Bleve et *al*., 2006 ; Zhao et *al*., 2008).

كما تستعمل مجموعة من الفطريات التي تنتمي إلى الفطريات الناقصة مثل *Beauveria* و*Metarhizium* ضد الناموس. أما *Trichoderma* فهو يستعمل ضد الفطريات الممرضة Celar, 2003 ;Lumsden et *al*.,1990)).

**1.5- التداخلات بين النباتات والكائنات الحية الدقيقة**

تتعرض النباتات خلال فترة حياتها إلى الإجهاد المائي بعدة مظاهر :

- طبيعة غير حيوية ( الحرارة، البرودة، الجفاف.....).

- طبيعة حيوية ( كائنات حية دقيقة، حشرات، أعشاب ضارة .......).

تطور النباتات ميكانيزمات، تساعدها على التأقلم مع العوامل المحيطة ومقاومة العوامل الممرضة المتنوعة المتصلة بها كذلك تمتلك هذه النباتات مقاومة بيولوجية ضد الفطريات الممرضة و الحشرات عن طريق حواجز سابقة التكوينLamb et *al*.,1989)).

صنفت العوامل الممرضة للنباتات إلى مجموعتين منها :

**ا**- التي تقتل عائلها وتتغذى على محتوياته ( مترممة necrotrophe (.

**ب**- التي تحتاج إلى عائلها الحي، لكي تتغذى وتكمل دورة تطورها (متطفل biotrophe). مما يؤدي ربما إلى موت العائل بحيث تنتج الفطريات بنيات خاصة مثل Haustoria التي تسمح بأخذ العناصر الغذائية من خلية العائل دون أن تحدث اضطرابات وظيفية كبيرة.

من جهة أخرى لا تمتلك النباتات نظام مناعي مثل الحيوانات، لكنها تتطور وتكتسب مناعة على مستوى خلاياها كذلك تنتج مجموعة الإشارات النظامية في موقع الإصابة (Dangl et Jones, 2001). يمكن ملاحظة ثلاثة أنواع من التداخلات بين النباتات والكائنات الحية الدقيقة.

**1.1.5- تداخل غير عائل Interaction non hôte**

في هذا التداخل يكون الكائن الحي الممرض غير قادر على التوغل أو التكاثر داخل النبات وبهذا لا تحدث أية إصابة لهذا الأخير. قد يعود السبب إلى أن النبات لا يملك العناصر الغذائية الضرورية التي تساعد على اجتياح الفطر الممرض للنبات العائل Nurnberger et *al*., 2004)).

**2.1.5- تداخل العائل غير المتوافق Interaction hôte incompatible**

يكون التداخل غير متوافق بين العائل المقاوم والعامل الممرض، في هذا التداخل يفقد العامل الممرض بصورة معتبرة قدرته على النمو والتكاثر حيث يفرز النبات لبروتين ينتج من طرف جين المقاومة للنباتR)) والآخر ينتج من طرف جين avirulence (Avr) للفطر الممرض. بالمقابل تكتسب الخلايا المحاطة بالجروح مقاومة ضد الإصابة بالفطر الممرضHR ( Agrios, 2005 ) .

**3.1.5- تداخل العائل المتوافق Interaction hôte compatible**

يكون التداخل المتوافق بين العائل الذي يتميز بقدرته على تحمل الإصابة الفطرية أو غير قادر على مقاومة العامل الممرض، في هذه الحالة لا يتم التعارف بين الفطر الممرض والنبات حيث يستطيع هذا الأخير تحريض ميكانيزمات الدفاع التي تسمى MAMPs Microbe-Associated Molecular Patterns)) والتي تحد من نمو الفطر الممرض (Fritig et *al*.,1998).

**2.5- أنواع ميكانيزمات الدفاع عند النبات**

يوجد نوعان :

**1.2.5- الدفاع سابق التكوين**

من بين ميكانيزمات مقاومة النبات ضد العوامل الممرضة، الحواجز الخلوية ( الأدمة) التي تمنع دخول العامل الممرض في أنسجة النبات. وفي غياب وسائل التخريب لهذه الحواجز، يلزمه البحث عن فتحات طبيعية ( ثغرات ) لكي يتوغل داخل النبات وفي حالة دخول العامل الممرض في النبات، ينتشر في داخل الفراغ المتمدد، في حين ينخفض pH إنزيمات التحليل ومضادات الميكروبات التي تنتج من طرف النبات مكونا لحاجز آخر يمنع دخول العوامل الممرضة، من بين هذه المركبات ( الفينولات phenols، الجليكوسيدات glucoside، صابورين saporines وجليكوزنولات glycosinolates....) التي تعتبر مركبات مكونة للنباتات، لها نشاط مضاد الفطريات Osbourn,1996)).

إضافة إلى ذلك تكون خلايا النباتات محاطة بغشاء طلب، يعيق أغلبية الكائنات الحية من عبوره. لكي تعيش هذه الكائنات داخل النبات فإنها تستمد غذائها من السيتوبلازم لذا فهي تطور ميكانيزمات تسمح لها بتثبيط نشاط الدفاعات سابقة التكوين وتحلل الغشاء Gohre et Robatzeek, 2008)). ينشا عددا كبيرا من العوامل الممرضة لاتصال فيزيائي خاص مع خلايا النبات العائل حيث تنتج بعض البكتيريا لنظام إفرازي من نوع Type III Secretion System)(III)) الذي يكون لمحقنة جزيئية متوغلا عن طريق الغشاء النباتي والأغشية البلازمية لكي يلقي بجزئياته داخل السيتوبلازم Dowell et Simon, 2008) Mc).

بعض الفطريات البيضية Oomycètes وفطريات أخرى، يمكنها التوغل داخل خلايا البشرة مكونة حويصلات apressoria هذه البنيات لها غشاء سميك، يسمح بعبور الهيفات عبر الغشاء النباتي عن طريق الضغط الأسموزي ثم تتشكل بنيات خاصة تسمى haustoria . بعدها تفرز الكائنات الحية الدقيقة لإنزيمات التحليل متعددة الأجزاء، تسمح هذه الإنزيمات بتوغل العامل الممرض داخل النبات Jones et Dangel , 2006)) .

**2.2.5- الدفاع المحرض Defense induite**

تمتلك النباتات إلى جانب الحواجز الفيزيائية والكيميائية سابقة التكوين إلى أنظمة معرفية وتجاوب محرض التي ُتنتج من طرف النبات مباشرة بعد الاتصال الأول مع الجزيئات الغربية وتكون قوية عن طريق التداخل مع العوامل الممرضة. مع العلم أن النباتات لا تمتلك لنظام دفاعي مثل الحيوانات، لكن لها مناعة طبيعية، لكي تتعرف على العوامل الممرضة، تحرض على تجاوب الدفاع الذي سرعان ما يوقف أو يبطئ نمو العامل الممرض Jones et Dangl , 2006)). تشارك مختلف المركبات في مقاومة النبات، كما تشترك البروتينات مع الدفاع وتسمى PR-proteins)Pathogenisis-Ralated proteins). صنفت بروتينات P R – Proteins حسب الخصائص الفييزيوكيميائية والوظيفية إلى بروتينات صغيرة الحجم، تفرز في الفراغ خارج الخلوية داخل النبات.

يسمى الأيض الثانوي بـ phytoalexines وله خصائص التضاد الفطري. يكون بنائها محرضا عن طريق تنشيط تعبير الجينات بإنزيمات البناء الخلوي .

هذه المركبات خاصة بعائلة واحدة من النباتات تتمثل في عائلة البقوليات التي تتميز بـاحتوائها علىiso flavonoïde, phytoalexines)). أما عائلة Solanaceé تتميز بوجود تربينات Terpénoïde .

تجدر الإشارة إلى وجود أيض ثانوي له تأثير على الميكروبات، يمكن أن يكون موجودا داخل النباتات على هيئة بيولوجية غير نشطة مثل glucosides ,glucosinolates ,cyanogenique التي تنشط عند الاستجابة إلى الجروح في النسيج أو الهجوم عن طريق العوامل الممرضة. في حالة تعرض النبات إلى اجتياح الكائنات الحية الدقيقة الشرسة virulents وغير الشرسة، أو اصطناعيا إلى مركبات كيميائية مثلAcide salicylique،acide benzol ، dichloro-isonicotinique acide 2.6-، تحفز على تنشيط مقاومة طبيعية لدى البنات 1997) Sticker et *al*.,). كما أن للجذور دورا مهما حيث تحرض على مقاومة في حالة وجود كائنات حية دقيقة ممرضة. يتم هذا عن طريق اتصال الجذور مع بكتيريا المنفعة مثل *Pseudomonas و Bacillus.*

لا يلاحظ في هذه الحالة بناء بروتينات الدفاع، لكن يكون للنبات مهيئا لهجوم ثاني بحيث يتفاعل بسرعة عن طريق ميكانيزمات الدفاع، تخضع هذه الإشارة إلى حمض السالسليك acide salicylique لكن يشترك فيها الجاسمونيك jasmonique   و الاتيلين éthylène (Pieterse et *al*.,1998). من بين جزيئات الإشارة التي تمثل التداخل بين النباتات والعوامل الممرضة Phytohormones مثل حمض الجاسمونيك acide jasmonique و الاتلين éthylène وحمض السالسليك acide salicylique . بين العديد من العلماء الدور المهم لهذه الهرمونات في تنظيم طرق ترجمة الإشارة. واتضح أن حمض السالسليك( S A ) له دورا رئيسيا في تنشيط الدفاع ضد الكائنات الحية الممرضة الحيوية، في حين حمض جاسمونيك JA و الإتلين ( At ) تكون مشتركة في الدفاع ضد العوامل الممرضة المترممة Nécrotrophe (Glazebrook,2005  ; Turner et *al*., 2002 )

**1.2.2.5- الإتلين (Et ) Ethylène**

عبارة عن هرمونات نباتية، ذو طبيعة سائلة، يشترك في نمو وتطور النبات، له دورا مهما في مختلف مراحل حياة النبات مثل إنبات الحبوب، تطور شعيرات الامتصاص على الجذور ونضج الثمار Ecker, 1995 )).

الإتلين هو منظم استجابة النبات بعد الإجهاد غير الحيوي ( جفاف ، جروح ، انخفاض درجة الحرارة الخ......) أو حيوي بعد مهاجمة عامل ممرض للنبات. يختلف دور الإتلين في الدفاع عند النباتات حسب نوع العامل الممرض ونوع النبات. في حالة الإصابة بعامل ممرض مترمم، يعيق الإتلين الاستجابة ويمكن أن يثبط تطور الأعراض Van Loon et *al*.,2006)).

**2.2.2.5- حمض الجاسمونيك (J A) Acide Jasmonique**

عبارة عن جزيئه إشارة مشتقة من حمض دهني، يشترك في العديد من المظاهر البيولوجية للبنات. مثل تطور حبوب الطلع و الحبوب،  والدفاع عن الجروح من الحشرات والعوامل الممرضة Turner et *al*. , 2002)  Reymond et Farmer, 1998 ;). يكون حمض الجاسمونيك ومشتقاته نشطة بيولوجيا، من بين مشتقاته ميتيل الجاسمونيك methyle jasmonique، هذه المركبات تكون موجودة في النباتات وتؤثر في مختلف الظواهر الفيزيولوجية . (Geelaman et Mullet, 1997)

بين Farmer et Rayan ( 1992 ) أن حمض الجاسمونيك J A له وظيفة الدفاع المباشر، اتضح هذا بعد ملاحظة التفاعل الحاصل بين الجروح التي تحدثها الحشرات آكلات العشب . إن تكوين حمض الجاسمونيك وتحريض الجينات المثبطة للبروتيازProtease ، تتداخل مع مستخلص الهضم للحشرات وهذا ما يؤثر على تطورها حيث تحرض الجروح على تحرير حمض لنولييك Acide Linoleïque (Tuner et *al*. , 2002 ) ( L A ).

**3.2.2.5- حمض السالسليك ( S A ) Acide Salicylique**

يفرز حمض السالسليك ( S A ) داخل النباتات في حالة الاستجابة لهجوم مختلف بالعوامل الممرضة ( Loake et Grant, 2007 ). يشترك في العديد من المتجاوبات للإجهاد الحيوي ( عوامل ممرضة) وغير حيوي. توجد مركبات مماثلة لحمض السالسليك وتتمثل في s-methyle ester benzothiadiazole (BTM)وحمض 2.6-dichlorosonicotinique Acide ، هذا الحمض يكون محرضا لمقاومة جيدة ضد العوامل الممرضة (بكتيريا الفطريات البيضية، فطريات أخرى والفيروسات) ويوجد عند النباتات أحادية وثنائية الفلقة Ryals et *al*., 1996)) (شكل11).



**شكل11:**مقارنة نوعين من المقاومة المحرضة التي يتميز بها النبات

A -المقاومة المنظمة المكتسبة ،التي تحدث عند تعريض الجذور أو الأنسجة الورقية إلى العوامل غير الحيوية أو الحيوية، و تكون خاضعة لحمض salicylique بالاشتراك مع تراكم بروتينات PR

B –المقاومة المنظمة المحرضة، تحدث عند تعريض الجذور إلى سلالات Rhizobactéries، التي تحفز نمو النباتات، خاصة هرمون الاتلين ethylène و الجاسمونيك jasmonique ،وعدم خضوعها لحمض السالسليك salicyliqueغير المشترك مع بروتينات PR مع ذلك إن تجاوب المقاومتين تكون مرتبطة جزئيا Markell et Francl, 2003)).