

## البكتريا المُمرضة للحشرات *Entomopathogenic Bacteria* *Bacillus thuringiensis (B.t)*

احمد القناوي

ماجستير مكافحة المتكاملة – معهد البحر المتوسط للزراعة – باري – ايطاليا

**تعريف المكافحة الحيوية:** هو الدور الذي تلعبه الكائنات الحية الطبيعية (الاعداء الطبيعية) للتقليل من كثافة اعداد الكائنات الحيوانية والنباتية الاخرى الضارة (الافات).

### عناصر المكافحة الحيوية الرئيسية:

- الطفيليات
- المفترسات
- مسببات الامراض ( فطر - بكتيريا - فيروس)

### مسببات الامراض الحشرية:

تنشأ الامراض المعدية للحشرات نتيجة لنشاط الكائنات الدقيقة داخل عوائلها ويرتبط بذلك افراز هذه الكائنات لمواد كيميائية تضر بها او لا استهلاكها غذاء العائل او الاكسجين المتواجد بأنسجته . ويظهر على الحشرة المريضة اعراض تتمثل في تغيير سلوكها أو في تركيب جسمها. كذلك عادة ما يتغير لون جسمها مما يميزها عن الافراد السليمة, ويرتبط اختلال اللون بكل مساحة الجسم احيانا, ودائما يصاحب المرض اختلال في الهضم , فتقل شهية الحشرة المريضة فلا تتجذب الي الطعام او تمتنع عن تناول الطعام , يصعب على اليرقة المريضة التحول الى طور العذراء ويندر ان تخرج الحشرة من الطور الاخير, ويتغير قوام الانسجة فيلين بعضها او يغلظ.

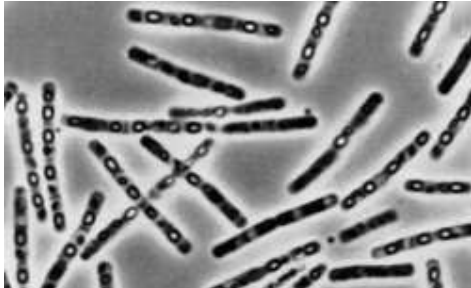
يتطلب استخدام الكائنات الممرضة في مكافحة الافات معرفة دقيقة لخصائص هذه الكائنات وعوائلها, وبعلاقة كليهما بالظروف البيئية, اذ لابد من تواجد العائل في بيئة ظروفها تتاسب احداث المرض , حيث تدفع هذه الظروف بمزيد من احتمالات العدوى وتشجيع العوائل الحشرية الكائنة في تجمعات وبكثافة عالية.

توجد كائنات عديدة ممرضة للحشرات واهمها :

- البكتريا الممرضة للحشرات Entomopathogenic Bacteria
- الفطريات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Fungi
- الفيروسات الممرضة للحشرات Entomopathogenic Virus
- الديدان الممرضة للحشرات Entomopathogenic Nematodes

### البكتريا الممرضة للحشرات Entomopathogenic Bacteria

تعتبر البكتريا من الانواع *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus popilliae*, *B. lentimorbus* من اكثر الانواع اهمية في مجال مكافحة الميكروبية للافات بل ان النوع *Bacillus thuringiensis* وسلالاته المختلفة مثل *israelensis*, *aizawi*, *kurstaki* من اهم السلالات التي تستخدم في مكافحة الحيوية للافات.



يتميز النوع *Bacillus thuringiensis* بأنه ينمو على بيئات صناعية صلبة او سائلة وبالتالي امكن انتاجه بكميات كبيرة في شكل مساحيق قابلة للبلل W.P او مستحلبات او مساحيق للتغفير. بعكس النوع *Bacillus popilliae* الذي يمرض الخنفساء اليابانية والذي لا يمكن تنميته علي بيئات صناعية والانواع سابقة الذكر لا تمرض الانسان او حيوانات المزرعة او النبات كما لا تضر بنحل العسل او الحشرات النافعة.

بكتريا *Bacillus thuringiensis* ككتريا عسوية

### الوضع التقسيمي:

**Kingdom:** Eubacteria

**Domain:** Bacteria

**Phylum:** Firmicutes

**Class:** Bacilli

**Order:** Bacillales

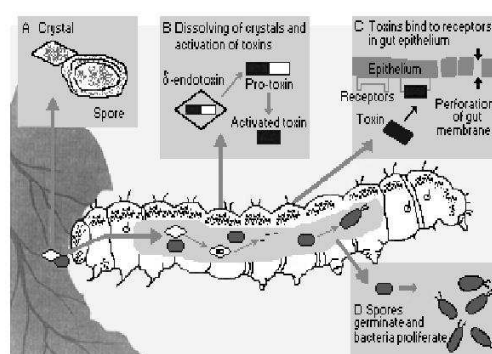
**Family:** Bacillaceae

**Genus:** *Bacillus*

## كيف تُمرض *Bacillus thuringiensis* الحشرات:

يوجد من هذا النوع من البكتيريا سلالات تمرض يرقات بعض انواع حرشفية الاجنحة *aizawi* , *kurstaki* , وسلالات تمرض يرقات البعوض مثل *israelensis* وسلالات اخرى تمرض بعض انواع غمدية الاجنحة.

ويصل اعداد الانواع المختلفة التي يمكن ان تكافح باستخدام مستحضرات الميكروب *Bacillus thuringiensis* وسلالاته الى حوالي 30 نوعا من الحشرات معظمها من رتبة حرشفية الاجنحة, غير ان درجة حساسية هذه الانواع للاصابة والتأثير بالميكروب تتراوح بين المتوسط وعالي الحساسية. وقد وجد من نتائج الدراسات والبحوث ان الخلية الخضرية لهذا الميكروب اثناء نموها في تقوم بافراز مادة سامة تسمى Exotoxin وهي مادة سامة لكثير من الانواع وغير متخصصة وغير مرغوب تواجدها بالمستحضرات

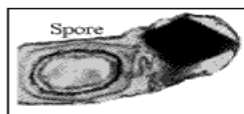


التجارية لذلك تختار السلالات من الميكروب التي لا تفرز هذه المادة او تفرزها بدرجة قليلة جدا مثل السلالة. *B.t. var. kurstaki*.

### *Bacillus thuringiensis*



Gram-positive, spore-forming soil bacterium



Produce insecticidal crystal proteins ( $\delta$ -endotoxins) during sporulation



Most *Bt* strains can synthesise more than one crystal, which may be formed by different Cry toxins

وعند تحول الخلية الخضرية الي طور الحرثومة تكون بجوار الجرثومة داخل الخلية الام الحاوية علي الجرثومة جسم بلوري يسمى *enotoxin* وهو يتكون من مجموعات من الاحماض الامينية ذات اثر سام علي الخلايا الطلائية للقناة الهضمية الوسطي لكثير من يرقات حرشفية الاجنحة, وهذا الجسم البلوري قابل للذوبان في الوسط القلوي حوالي PH 8 ولذلك عند تناول اليرقات لغذاء ملوث بهذا الجسم البلوري, يذوب داخل فراغ القناة الوسطي ويسبب تلف للخلايا الطلائية, وتتفصل عن بعضها البعض وعن الغشاء القاعدي الذي تركز عليه وبذلك ينفذ جزء منه الي دم الحشرة ويسبب الشلل لها فضلا علي انها تصبح قادرة على تناول الغذاء او القيام بعملية الهضم لتلف الخلايا الطلائية المبطنه لجدار القناة الهضمية الوسطي. بالاضافة الي ذلك فإن جراثيم الميكروب قد تنبت داخل القناة

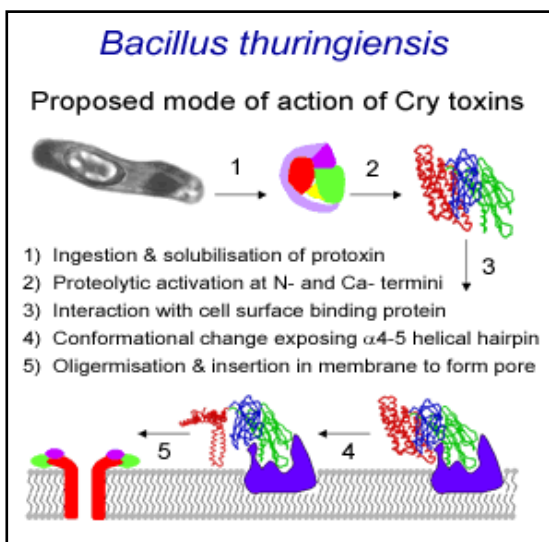
الهضمية للحشرة او تنفذ الي داخل فراغ الجسم حيث تنبت الي خلايا خضرية تنقسم بسرعة في دم الحشرة, والذي يعتبر وسط ملائم لنموها فيحدث تسمم بكتيري يكمل موت اليرقة المصابة بالتاكيد.

### العوامل المؤثرة علي الاصابات البكتيرية:

لا بد من توافر ظروف خاصة كي تتم اصابة الحشرة بالامراض البكتيرية الاجبارية. فالمرض اللبني milky disease الناجم عن انواع من جنس *Bacillus* لا يحدث الا لانواع من الحشرات تتبع عائلة الجعال, كما ترتبط الاصابة بالمرض البكتيري المتسبب عن النوع *Bacillus thuringiensis* غالبا بالحشرات حرشفية الاجنحة وخاصة تلك التي تتراوح درجة الايون الهيدروجيني بقناتها الهضمية بين 9 – 10,5. وتؤثر بعض العوامل غير الحيوية علي فاعلية الممرضات البكتيرية اذ تضر الاشعة فوق البنفسجية بجراثيم وبلورات البكتيريا. كما تلعب الحرارة والرطوبة دورا هاما في فاعلية هذا النوع من البكتيريا. وتؤثر ظروف وسط الانتشار في نشاط الممرضات البكتيرية الكامنه فالانخفاض في درجة الحرارة والتجوع والتراحم بين افراد العائل تشكل عوامل تدفع بارتفاع حساسية تلك الممرضات بالبيئة.

### القدرة الامراضية للبكتيريا:

تنشأ القدرة الامراضية لـ *Bacillus thuringiensis* من اربعة مركبات سامة تتواجد في خلاياها او في وسط تضاعفها:



اولا: انزيم الفوسفوليبيز Phospholipase C = Lecithinase C المسؤول عن اهلاك العائل اذا تكفي ثلاث ميكروجرامات منه لاحداث الجرعة النصف مميته  $LC_{50}$  للطور اليرقي الانسلاخي الخامس للدبور المنشاري ويشار الي هذا الانزيم بالالفيا اكسوتوكسين (*B.t.a.exotoxin*).

ثانيا: المركب السام الثاني بيتا اكسوتوكسين (*B.t.B.exotoxin*) حيث وجد انه يتكون من اجزاء متساوية من الادينين والريبوز والفسفور ويوقف تخليق الحامض النووي.

ثالثا: جاما اكسوتوكسين (*B.t.y.exotoxin*) من انزيم او عدة انزيمات غير معروفة الي الان.

رابعا: سيجما اندوتوكسين (*B.t.8.endotoxin*) بداخل الجسم البلوي للخلية البكتيرية يتحمل هذا المركب درجة الحرارة ويذوب في المحاليل القلوية. اذا ينشط هذا الاندو تكوسين في القناة الهضمية ذات الوسط القلوي في يرقات حرشفية الاجنحة مطلقا المكونات السامة من الجسم البلوري الذي يسبب الشلل للقناة الهضمية في مدي دقائق من تواجد هذا الجسم.

### المستحضرات البكتيرية:

في شكل مساحيق قابلة للبلل, للتغفير, او مستحلبات تتكون من حوالي 4% مادة فعالة ( الاجسام البلورية فقط او الاجسام البلورية + الجراثيم) والباقي (96%) من مواد حاملة وناشرة ومبلله ولذلك يسهل استخدام المستحضرات البكتيرية رشا او تغفيرا علي النباتات وبنفس الات الرش العادية. والمساحيق القابلة للبلل او للتغفير تتحمل التخزين لمدة عامين على درجة الحرارة العادية.

## قابلية المستحضرات البكتيرية للنوع *Bacillus thuringiensis* للخلط مع المبيدات الحشرية:

يمكن خلط المستحضرات البكتيرية للنوع *B. thuringiensis* مع معظم المبيدات الحشرية دون ان يتاثر الميكروب الممرض بذلك او يفقد الجسم البلوري خواصة. فيما عدا المبيدات التي تعتمد في تركيبها علي املاح المعادن الثقيلة مثل النحاس والزنبق وكذلك الكبريت والزرنيخ وغيرها مما يستخدم في مكافحة البكتيريا الممرضة للنبات او الفطريات الممرضة للنبات.

### مميزات المستحضرات الميكروبية :

- 1- امنة للانسان والحيوان والحشرات النافعة لم تتاثر اى من المفترسات والطفيليات بالمستحضرات البكتيرية.
- 2- زيادة مدى الامان فى استخدام هذه الكائنات على الاعداء الطبيعية واعادة فرصة
- 3- المحافظة على التوازن الطبيعى بين الافة واعدائها الحيوية.
- 4- ليس لها فترة امان بعد الرش
- 5- يستمر الاثر الباقي فترات طويلة حيث تؤثر عقب الاجيال المتعاقبة حيث تؤدي الى خفض الكفاءة التناسلية لاناث الحشرات .
- 6- عدم وجود ظاهرة مقاومة الحشرات للميكروب حيث لا تكون الحشرة مناعة ضدها مثل المبيدات الكيماوية .
- 7- قابلة للخلط مع المبيدات الكيماوية والمسببات المرضية الاخرى

### عيوب المستحضرات البكتيرية :

- 1- تتاثر بالظرووف البيئية مثل اشعة الشمس.
- 2- لاتعطى تاثير فوري مثل المبيدات الكيماوية .
- 3- تحتاج تقنية عالية من قبل القائمين بها عند الاستخدام .
- 4- تكلفة صناعتها عالية بالمقارنة بالمبيدات الكيماوية .

### حساسية الحشرات للبكتريا.

توجد بعض العوامل التي تؤثر على حساسية الحشرات للاصابة بالبكتريا:  
 ا- درجة حموضة معدة الحشرات  
 ب- وجود مستقبلات على جدر الامعاء

### تأثيرالعوائل النباتية علي نشاط *Bacillus thuringiensis* :

عند عمل دراسات على تأثير العائل النباتى على حساسية الحشرات للاصابة بالبكتريا وجد ان هناك بعض النباتات تحتوي علي بعض المواد المثبطة للميكروب *Bacillus thuringiensis* منها محاصيل خضر مثل

الجزر والبصل ومحاصيل فاكهه مثل اورارق العنب ومحاصيل حقل مثل الذرة الشامية وكل هذه النباتات عوائل لدودة ورق القطن .

وقد اتضح ان العصارات والمستخلصات النباتية لثلاثة انواع من نباتات العائلة الصليبية وهي الكرنب واللفت والفجل غير منشط لنمو الميكروب *B.t.kurstaki* , *B.t.aizawi* كذلك لوحظ ان بعض نباتات العائلة البقولية وهي البرسيم والفول والفاصوليا وفول الصويا والحلبة كانت عصارتها ومستخلصاتها غير مثبطة لنمو الميكروب ايضا .

وجد ان المستخلص المائي والمستخلص الكحولي ومستخلص خلات الايثايل والايثر لبعض انواع من النباتات لعائلات مختلفة غير مثبطة لنمو كل من السلالتين *B.t.kurstaki* , *B.t.aizawi* وهذه النباتات هي البرسيم والفول (فيما عدا مستخلصها المائي فقد كان تأثيره قليلا علي نمو السلالة *B.t.kurstaki* والكرنب واللفت والفجل والبنجر والملوخية والرجله.

## المراجع:

1. المكافحة البيولوجية للافات الزراعية  
محمد فؤاد توفيق
2. المكافحة الحيوية للافات الزراعية  
معهد بحوث وقاية النبات
3. المكافحة الحيوية امان للإنسان والبيئة  
احمد حسين الهندي
4. اساسيات وبرامج المكافحة البيولوجية للافات الحشرية  
وزارة الزراعة المصرية بالتعاون مع وكالة التعاون الالمانى  
احمد رؤف حامد
5. زيادة فاعلية المبيدات الحيوية التي اساسها الباسلس ثورانجنسيس  
( رسالة دكتوراه مقدمة من فاطمة ابو بكر عطالله )
6. تأثير العوائل النباتية على نشاط الباسلس ثورانجنسيس  
( رسالة ماجستير مقدمة من فاطمة ابو بكر عطالله )