

## السيتوكاينينات Cytokinins

في النصف الاخير من القرن 19 ، افترض العلماء ان الانسجة التي اصابها التمزق او التجريح تنتج مادة ما تنتشر الى الخلايا السليمة المجاورة للجرح وتنبه فيها النشاط المرستيمي .  
فقد اثبت احد العلماء ان المواد المنتشرة في اللحاء تنبه وتحت تكاثر الخلايا في نسيج درنات البطاطا .  
وكذلك وجد ان خلايا النسيج الوعائي تحتوي على مواد تنبه وتحت انقسام خلايا نبات التبغ . وقد توصل العلماء الى التركيب الكيميائي الذي اطلق عليه الكاينتين بسبب انقسام الخلايا في مزارع الانسجة لخلايا نبات التبغ. ونتيجة لاكتشاف الكاينتين ابتداء عصر جديد في ابحاث انقسام الخلايا في النبات واطلق اسم السيتوكاينين على المركبات التي تظهر خواص منظمة لنمو النبات .

كان أول اكتشاف لهذه المواد المنشطة لانقسام الخلايا في مستخلص الخميرة حيث تمكن العالم Miller في عام 1956 من عزل مركب بيوريني من DNA وتم التعرف على هذا المركب وهو 6-Furfuryl amino purine والذي اطلق عليه Kinetin وتوجد هذه المركبات بصورة طبيعية في النباتات في صورة المركب Zeatin وخاصة في الذرة الصفراء.  
وهناك أنواع من السيتوكاينينات:

-الادينين Adenine

-الكينيتين Kinetin

-بنزيل ادينين Benzyl Adenine

-الزياتين Zeatin

-Dihydrozeatin-

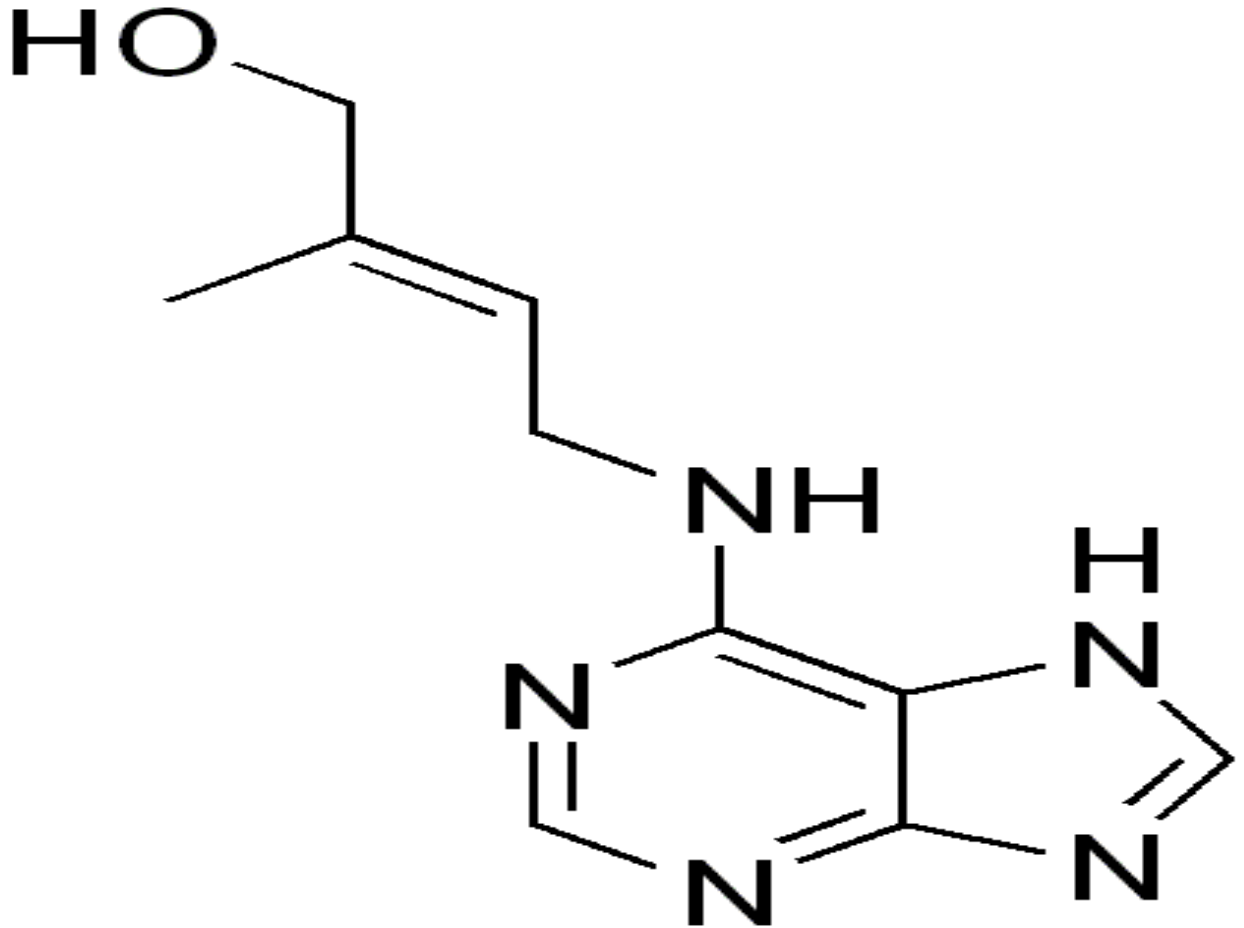
-6-benzylaminopurine-

-Diphenylurea-

-Thidiazuron (TDZ)-

اكثر المركبات شيوعا :

الزياتين Zeatin



### توزيع السيتوكاينينات في النبات :

تنتج في المناطق المرستيمية وفي المناطق ذات جهد النمو المستمر ، أي ان السيتوكاينينات تكون موجودة بوفرة في الجذور والاوراق الحديثة والثمار النامية. تنتج السيتوكاينينات في الجذور خاصة خلال مرحلة البادرة ثم تنتقل الى الاجزاء العلوية من النبات خلال الخشب .

### انتقال السيتوكينينات

غير قابلة للحركة الذاتية ولكنها تتحرك اساسا **وتنتقل في نسيج الخشب** ابتداء من الجذور وتوزع في جميع اجزاء النبات أي انها تحمل في تيار النتح الموجود داخل النبات اي ان حركتها سلبية. وقد امكن اثبات ذلك فعند حدوث الادماء في حالة ساق نبات العنب فقد وجد ان السائل المائي من الادماء يحتوي على كمية كبيرة من السيتوكينينات.

والادماء **bleeding** هو عبارة عن ظاهرة تساقط وظهور قطرات مائية بعد قطع الساق وخاصة في منطقة قريبة من سطح التربة. وهو يخرج من نسيج الخشب ومصدر هذه العصارة والماء الناتج هو نتيجة للضغط الجذري.

#### دور هرمونات النمو في المراحل النباتية المختلفة

المراحل	الايوكسين	الجبـرلين	السيـتوكاينين	الابسيسك اسد	الاثيلين
	منشطات النمو			مثبطات النمو	
الانقسام الخلوي	+	+	+		
زيادة حجم الخلية	+	+	+		
التميـز	+	+	+		
الازهار	+	+	+		
الاثمار	+	+	+		
تكوين البذور	+	+	+		
كمون البذور	±	+	+		
الشيخوخة	±	±	+		
التساقط	±	±	±		

وظائف السيتوكينين1- انقسام الخلايا Cell division

اهم وظائف السيتوكينين هو تأثيره على انقسام الخلايا وهذه الصفة تتخذ أساساً لإثبات وجود السيتوكينين في العديد من الاختبارات الحيوية. ولكن اتضح من التجارب انه لا بد من وجود اوكسين في تجارب كالس ساق التبغ. اتضح ان اضافة الاوكسين منفردا في البيئة يسبب كبر حجم الخلايا فقط دون انقسام والعكس صحيح فاضافة السيتوكينين منفردا في البيئة لا يسبب انقسام الخلايا. وعند اضافة الاوكسين والسيتوكينين للبيئة يحدث انقسام سريع للخلايا وينمو نسيج الكالس ويكبر في الحجم. أي يتضح ان السيتوكينين والاكسين لازمين معا لحدوث انقسام الخلايا.

- ✓ إذا تمت اضافة الكاينيتين اكثر من الاوكسين يحفز ← سيقان واوراق .
- ✓ إذا تمت اضافة الكاينيتين اقل من الاوكسين يحفز ← الجذور .

وقد اتضح دوره جليا في تكوين الصفيحة الوسطى اثناء الانقسام كما له دور في تنشيط الجينات اللازمة لانتاج انزيمات الايض المختلفة وبناء المادة العضوية التي لها دور في رفع الاسموزية داخل الخلايا النباتية وزيادة معدلات الامتصاص. حتى تصل الخلية لمرحلة البلوغ ويصبح لها القدرة على الانقسام .

2- استطالة الخلايا Cell enlargement

يؤثر السيتوكينين على الاستطالة العرضية للخلايا أي تستطيل الخلايا بالعرض اما الاستطالة الطولية للخلايا فيتحكم فيها الاوكسين والجبرلين. حيث وجد ان له دور في تركيز المادة العضوية داخل الخلايا لزيادة اسموزيتها وبالتالي حجمها .

وترجع استطالة الخلايا للأسباب التالية :

أ. تنشيط امتصاص الماء في الخلايا ، وامتصاص الماء يتكون كاستجابة لتكوين السكريات المختزلة في الخلايا الفلقية.

ب- يزيد من نشاط الانفرتيز وهو الانزيم المحلل للسكر الى جلوكوز وفركتوز.

ج - يعمل الكينتين على مرونة الجدار الخلوي مما يشجع تضخم واتساع الفلقات .  
تسبب المعاملة بالسيتوكينين كبر في حجم الخلايا في اقراص اوراق النبات ، يعتقد ان السيتوكينين لازم لكبر مساحة النصل حيث انه في حالة ازالة القمة النامية للجذور وهي مكان تخليقه تفشل الاوراق في التوسع **leaf expansion**  
كما وجد ان معاملة الاوراق بالسيتوكينين في هذه الحالة تسبب توسع الاوراق أي تحل المعاملة باضافة السيتوكينين محل القمة النامية للجذور.

### 3- التميز في الخلايا :

له دور في تميز الخلايا النباتية الى انسجة وعائية حيث ينشط الكامبيوم الحزمي والبيين حزمي لانتاج الخشب واللحاء وهو يتعاون مع الاوكسين والجبرلين في انتاج الخشب واللحاء .  
فهو يتعاون مع الاوكسين لانتاج خشب اكثر في حالة عطش النبات وتعرضه للجفاف .  
ويتعاون مع الجبرلين لانتاج لحاء اكثر .

### 4- السيتوكينين يمنع الاصفرار:

لتأثيره الموجب على البروتين والاحتفاظ بمادة الكلوروفيل ومنع تحللها ويعتبر ذلك أحد الاختبارات الحيوية الدالة عليه. وقد أمكن استغلال تلك الفكرة في تخزين بعض المحاصيل الورقية كما في الخس والبقدونس وقد وجد انه يخفض من معدل تنفس بعض المحاصيل الورقية فيساعد بذلك على تخزينها.  
كما ان له دور في تكوين صبغة بيتاسيانين حيث وجد ان بادرات بعض النباتات تحتاج الى الضوء لتكوين صبغة **betacyanin** ولكنها يمكن ان تتكون في الظلام عند معاملتها بالسيتوكينين.  
أي ان للسيتوكينين دور هام في تكوين الصبغة.

### 5- الازهار :

يعمل على تنشيط هرمون الازهار في نباتات النهار القصير والتي تحتاج الى ليل طويل لتنشيط هرمون الازهار وقد وجد ان للسيتوكينين دورا بارزا بتنشيط الازهار عند معاملة النباتات به .

**7- تكوين الثمار:**

بعد حدوث الاخصاب يكون نمو المبيض في الفترة الأولى نتيجة لانقسام الخلايا فقط وبعد هذه المرحلة يصبح نمو المبيض نتيجة كبر حجم او استطالة الخلايا. ولذلك فان نمو المبيض وتحوله الى الثمرة يكون في المراحل الاولى على الاقل راجع الى السيتوكينين خاصة وانه امكن اثبات ذلك. فقد وجد ان الثمار اثناء تكوينها تحتوي على تركيز عالي من السيتوكينين وخاصة في المراحل الاولى اثناء انقسام الخلايا ومثال ذلك القطن والتفاح والموز وغيره.

ويعتبر المكان الرئيسي لتخليق السيتوكينين في النبات هو القمم النامية للجذور ولكن يمكن ان تكون الثمار الصغيرة اثناء تكوينها وايضا الاجنة مركز لتخليق هذه المركبات.

**8- كسر سكون البذور:**

يمكن ان تسبب المعاملة بالسيتوكينيات انبات البذور في بعض الحالات. فقد وجد في حالة بذور الخس صنف *Grand rapids* ان الضوء لازم لانبات هذه البذور وان الضوء الاحمر هو المؤثر على الانبات دون الوان الطيف الضوئي الاخرى. وجد ان البذور المعاملة بالكاينتين يمكن ان تنبت في الظلام، أي انه يحل محل الضوء الاحمر او الضوء العادي. كما يؤثر الكاينتين على انبات بذور التبغ.

كما يعمل على كسر كمون في البذور مع الجبرلين ومقاومة عمل الابسيسك اسد حيث يعمل عكس عمل الهرمون المسبب لكمون البذور .

حيث يعمل على زيادة اسموزية الخلايا ويزيل بلزمتها عن طريق تركيز المواد العضوية والسكريات الى داخل الخلايا كما يعمل مع الاوكسين في تفكيك السليلوز واشباه السليلوز ليسمح بمرور المواد والماء عبر الجدر الخلوية .

**9- تأخير الشيخوخة:**

- عند حدوث الشيخوخة للورقة يحدث انخفاض في محتوى الكلوروفيل والبروتين و **RNA** ثم تسقط الورقة او تجف على النبات. والسيتوكينين يؤخر الشيخوخة لانه يمنع التدهور السريع والانخفاض في تركيز الكلوروفيل والبروتين و **RNA**.

-ايضا السيتوكينين يؤخر دخول النسيج النباتي في الشيخوخة **Ageing** من خلال تثبيط النشاط الإنزيمي الخاص بجميع العمليات الفردية للشيخوخة مثل منعه لنشاط إنزيم **Dehydrogenase** ايضا له دور في إيقاف أو تأخير التحلل والموت **Senescence**.

**وإذا فصلت الاوراق الناضجة عن النبات يحدث :**

- 1- تحلل سريع للبروتين .
  - 2- هجرة المكونات الليبيدية والاحماض النووية الى العنق .
  - 3- سرعه تحلل الكلوروفيل واختفائه .
- فمعاملة الاوراق المفصولة بالسيتوكينين يطيل فترة حياتها عن طريق تاخير تحلل البروتين والكلوروفيل

**10- التساقط :**

له دورا في إيقاف التساقط ومنعه **Abcission** مثل تساقط الأوراق والأزهار والثمار، وذلك لدوره البارز في منع نشاط انزيمات التحلل .

**- السيادة القمية Apical Dominance**

**ملخص هذه الظاهرة** ان البرعم الطرفي ينمو بنشاط بينما يمنع البراعم الابطية والموجودة اسفله لمسافة ما على النبات من النمو، أي انه ورغم وجود برعم جانبي في إبط كل ورقة فإن الفروع الجانبية لا تنمو ما دام البرعم الطرفي محتفظا بقوته ومستمر في النمو , فأذا ما تم إزالته فالنمو يبدأ في الحال من البراعم الجانبية معطية الاوراق او الأفرع او الأزهار. وهذا التأثير المثبط للبرعم الطرفي على نمو البراعم الابطية هو ما يسمى بالسيادة القمية.

وهذا راجع لتأثير الاوكسين بتركيز عالي في البراعم الابطية اسفل البرعم الطرفي مما يمنع نموها حيث ان هذه البراعم تحتوي على الاوكسين الخاص بها وعلى اوكسين اضافي منقول اليها من البرعم الطرفي فتصل الى التركيز المثبط للنمو.

وتعد من التطبيقات الهامة للسيتوكاينين الحد من تأثير ظاهرة السيادة القمية فتؤدي المعاملة به الى تشجيع تكوين البراعم الجانبية في الورق، ايضا قد يرجع البعض السيادة القمية الى زيادة الأوكسين بالبراعم وفي نفس الوقت قلة السيتوكاينين فعند اضافة السيتوكينين خارجيا يمكن إلغاء السيادة القمية ويبدو ان العلاقة التضادية بين الأوكسين والسيتوكاينين هي المسؤولة عن السيادة القمية.

الآلية عمل السيتوكاينينهناك اقتراحات لآلية عمل السيتوكاينين هي :

1- الكاينتين يسبب انتقال النتروجين الذائب من الاوراق الى مواضع اخرى على نفس النبات . ادت هذه النتائج الى ان السيتوكاينينات تؤثر على النبات لانها اماكن جذب لها افضلية في اجتذاب وتركيز وتراكم المغذيات .

وقد اقترح الباحثين ان الاوراق المعاملة بالسيتوكاينين تنظم سريان وتدفق المغذيات اليها أي ان هذه المواد الغذائية تسحب من النبات الى اماكن معينة بنفس النبات ولكنها معاملة بالسيتوكاينينات .

2- عمل السيتوكاينين يكون بتاثيره على الارجح على عملية بناء البروتين عن طريق اشتراكها في

**عملية اتصال ال RNA**

مع الريبوسوم اثناء تمثيل البروتين .

-ومن العوامل التي تدل على ان السيتوكاينينات تتفاعل مباشرة مع الاحماض النووية هي :

-تركيب السيتوكاينين الكيميائي .

- ينبه وينشط السيتوكاينين لتخليق كل من RNA وكذلك البروتين .