الاثلين Ethylene (C_2H_4)

هو غاز هايدروكربوني وقد اعتبر هرمونا نباتيا حديثا واحد منظمات النمو وهو مركب عضوي وله تأثيرات كثيرة ومهمة على النمو.

الاثلين سجل كامتياز باسم الايثرل Ethereal وهو قابل للذوبان بالماء ثم اعطى اسم الاثيفون Ethephon وهذا يتجزأ تدريجيا في المحلول المائي وفي انسجة النبات مكونا الاثلين. وبما ان الاثلين هو غاز فلا يحصل به تراكمات في النبات ولا توجد له تأثيرات جانبية او سمية.

التأثيرات الفسيولوجية للأثلين:

1- تشجيع الاثلين لنضج الثمار: اهتم الباحثون بدراسة العلاقات بين نضج الثمار وغاز الاثلين واساس هذه العلاقة مبني على ملاحظتين هما:

– ان النضج الطبيعي للثمار يكون مصحوب بزيادة كمية الاثلين المنتجة في انسجة الثمرة.

– ان معاملة بعض الثمار بالأثلين تؤدي الى التبكير في بدء عملية النضج والاسراع فيها.

عند تنفس الثمار سوف يتكون الاثلين وبوجود الاوكسجين سوف ينشط تأثيره مما يؤدي الى زيادة نضج الثمار وذلك من اجل المحافظة على الثمار من النضج تحفظ الفاكهة (خاصة اللحمية منها) في مخازن مكيفة للخزن في جو غني بغاز CO_2 (5 – 10%) ذو محتوى منخفض من O_2 (1 – 3%) وبدرجات حرارة منخفضة.

2- التأثير على الازهار: عند اضافة الأثلين او الرش بالايثرل او الاثيفون على نبات الاناناس ادى الى ازهار النبات. لوحظ ان رش IAA على الأناناس يشجع التزهير بسبب تكوين الاثلين الذي يشجع التزهير يعمل توازن بين النمو الخضري والنمو الزهري فيتوقف النمو الخضري وبالتالي تتجه النباتات للازهار. اذ ان طبيعة الاناناس يستمر في النمو الخضري، فعند الرش بالاثيلين سوف يحث من تكوين الاثيلين فيعمل على تثبيط النمو الخضري، وبما ان عملية الازهار عملية مجهدة للنباتات والنبات مستمر بالنمو الخضري يحدث تنافس غذائي ولا تزهر النباتات. ولكن عند بطء النمو الخضري او تثبيطه من قبل الاثيلين، سوف يتجه النبات للتزهير.

3- الاثلين يسبب تشوه النمو Epinasty: ان المعاملة بالتراكيز العالية من الاوكسين IAA تسبب هذه الظاهرة والتي تسمى (بالذبول المؤقت) من خلال المساعدة على تحرير الاثلين.

4- الاثلين يسبب الشحون Etiolation للنبات: حيث ان الكميات الكبيرة من الاثلين تؤدي الى تقليل صبغات التركيب الضوئي ويصبح النبات شاحب نتيجة هدم البروتينات والكلوروفيل أي يحدث الهدم في مكونات الانسجة اكثر من البناء في النبات.

5- الاثلين يثبط استطالة الساق والاوراق والجذور ويثبط كذلك نمو البراعم وتضخم الجذور ويسبب توسع الخلايا قطرياً.

6- الاثلين يسبب السيادة القمية: للبراعم الطرفية ويثبط نمو البراعم الجانبية وقد وجد ان الاثلين يتكون بكثرة في الانسجة المرستيمية الطرفية ويمكن القول ان كلاً من الاوكسين والاثلين يؤدي الى تثبيط نمو البراعم الجانبية وقد وجد ان CO_2 بتركيز 5% قد ينهي السيادة القمية لان CO_2 ينافس الاثلين.

7- الاثلين يسبب الانفصال او سقوط الاوراق Abscission: وجد ان الاثلين يسرع من انفصال الاوراق والثمار (عكس عمل الاوكسين) وعند جود الاوكسين بكمية كافية في نصل الورقة لا يحدث انفصال ولكن عندما يقل تركيز الاوكسين ويزداد كمية الاثلين فسوف يعمل على تكوين طبقة الانفصال.

8- الاثلين يسبب الشيخوخة: لقد تبين نتيجة العديد من الابحاث ان الاثلين يسبب شيخوخة الاوراق وغيرها من الانسجة والاعضاء النباتية.

9- الاثلين يحدد الجنس sex expression: وجد ان الاثلين يشبه الاوكسين في زيادة عدد الازهار الانثوية في النباتات التي تنتج ازهار ذكرية كثيرة (كنباتات العائلة القرعية).

10- الاثلين ينهي سبات البذور: لقد وجد ان الاثلين ينهي من سبات البذور ويزيد من نسبة انباتها.

استخدام الاثلين في البستنة:

1- لانضاج الثمار.

2- سهولة عملية الجني من خلال تكوين طبقة الانفصال.

3- يستخدم لخف الازهار او خف الثمار.

4- يستخدم في المحاصيل لغرض زيادة سمك الساق القطري والتقليل من طول النبات مما يقلل من اضطجاع النبات.

استخدام منضمات النمو في الانضاج الصناعي للثمار:

لقد تم استخدام منضمات مختلفة لأغراض الانضاج الصناعي لثمار الفاكهة والخضراوات ويعتبر الاثلين اهمها وكذلك بعض المركبات التي تحرر الاثلين بعد الاضافة مثل الاثيفون.

كما لوحظ ان (2,4-D) يشجع النضج في ثمار مختلفة منها الموز والتفاح والكمثرى، حيث تبين انه عند غمس الموز في مركب بتراكيز 1600,200 جزء بالمليون تحول الى اللون الاصفر واصبحت الانسجة لينة خلال 72 ساعة بينما بقيت الثمار غير المعاملة خضراء وصلبة.

ان استخدام الاثينول Ethephon الذي يحرر الاثلين بعد الاضافة كانت فعالة في نضج ثمار الموز بدرجة موازية للاثلين حيث كانت النتائج الحاصلة من غمس الثمار لمدة ساعة في محلول الاثيفون بدرجة حرارة الغرفة مشابهة الى تعرض الثمار لغاز الاثلين لمدة 24 ساعة.

نصح العالم Cousins بعدم حفظ البرتقال مع الموز لان البرتقال ينتج مواد طيارة تسبب نضج الموز.

الاوكسينات Auxins

الاوكسين : كلمة لاتينية تعني الى النمو (To growth) واطلق هذا اللفظ على هرمون النمو الذي ينتج في قمة النبات. والاوكسينات عبارة عن احماض بحلقات غير مشبعة.

توجد الاوكسينات في انسجة جميع النباتات الراقية وبتراكيز واطئة جدا تتراوح 10 مايكرو غرام/كيلوغرام وزن رطب من النسيج النباتي وخاصة في المناطق المرستيمية والانسجة النشطة في النبات الوعائية اي يوجد الاوكسين في القمم النامية والاوراق الحديثة التكوين والثمار والجذور.

ينتقل الاوكسين الطبيعي بصورة قطبية اي من الاعلى الى الاسفل حيث يصنع في القمة النامية وينتقل الى الجذر خلال الساق.

اما سرعة الانتقال القطبي فيتراوح من 12 – 20 ملم / ساعة وهذه الحركة اسرع من الانتشار.

استخدام الاوكسينات في البستنة:

1- تستخدم الاوكسينات بشكل واسع في تجذير العقل الساقية.

2- تستخدم الاوكسينات في زيادة العقد.

3- تستخدم الاوكسينات في زيادة النسبة الجنسية.

4- تستخدم الاوكسينات في انتاج الثمار العذرية.

5- تستخدم الاوكسينات كمبيدات ادغال.

6- تستخدم الاوكسينات لخف الثمار.

وتعد الاوكسينات اول نوع من الهرمونات النباتية المكتشفة وتتميز الاوكسينات بقابليتها على تنظيم النمو وذلك بتحفيزها لانقسام واستطالة الخلايا النباتية .

التأثيرات الفسيولوجية للاوكسينات:

ان تأثير الاوكسين الفسيولوجي على نمو وتطور النبات تتوقف على تركيز الاوكسين فبعض التأثيرات تكون محفزة للنمو وبعضها مثبطة للنمو ومن اهم تأثيراتها في الانسجة النباتية:

1- تحفيز الاوكسين لاستطالة الخلايا: تلعب الاوكسينات دورا هاما في استطالة الخلايا اثناء نمو الكثير من الاعضاء النباتية فقد وجد ان اضافة الاوكسين الى النبات الكامل لا يؤدي الى زيادة النمو الطولي بسبب تركيز الاوكسين الداخلي يكون كافيا حيث ان زيادة تركيز الاوكسين تسبب زيادة في معدل الاستطالة ضمن مدى معين من التراكيز، وان التراكيز العالية تعطي تأثير مثبطا.

اما بالنسبة للجذور فعند اضافة الاوكسين للجذر يتوقف عمل الاوكسين ويتحول الى مثبط حيث يعمل على ايقاف النمو الطولي ويعمل على زيادة التفرعات الجذرية لأنه يعمل على انقسام الدائرة المحيطية في الجذر، وان انقسام النبات لا يؤدي الى استطالة النبات وان استطالة النبات سببها هو استطالة الخلايا .

2- تحفيز الاوكسين لانقسام الخلايا وتكوين الكالس callus: ان الاوكسين يشجع تكوين الكالس (خلايا برنكيمية غير متخصصة) ولكن ضمن تراكيز قليلة، حيث ان زيادة تركيز الاوكسين يؤدي الى زيادة انتاج الاثلين.

وتعتبر عملية تكوين الكالس مهمة في تقليل فقد الماء واتقاء اضرار المسببات المرضية.

ان اكثار النباتات بالعقل اضافة الى تكوين الكالس يعد ضرورياً لتجذير العقل والذي يلعب الاوكسين دورا مهما في تكوينه حيث ان التأثير الاساس للاوكسين هو تحفيزه لاستطالة الخلايا النباتية وفي نفس الوقت تحفيز الانقسام الخلوي .

وقد يتكون الكالس في اماكن الجروح على الاجزاء النباتية وعند معاملة تلك الاجزاء او المناطق بالاوكسين قد يتطور الكالس مكونا جذور عرضية على خلايا الكالس. واحياناً يسبب الاوكسين التخصص او التمييز لهذه الخلايا.

3- الاوكسين يشجع على تكوين بادئات الجذور Root initiation: لقد وجد ان اضافة الاوكسين بتراكيز عالية نسبيا الى الجذور يقلل من نمو واستطالة الجذور ولكن في الوقت نفسه يعمل الاوكسين على زيادة التفرعات وتكوين الجذور الجانبية هذه الظاهرة تعتمد على انقسام الخلايا في الدائرة المحيطية. ومن الاوكسينات التي تحفز تكوين الجذور IAA , IBA , NAA .

4- السيادة القمية ونمو البراعم الجانبية Apical dominance growth of lateral buds

لوحظ في العديد من النباتات ان البرعم الطرفي Apical bud ينمو بشدة ويظهر نوع من التأثير التثبيطي على نمو البراعم الجانبية اي تحصل ظاهرة السيادة القمية نتيجة تفوق البرعم الطرفي في النمو على بقية البراعم الجانبية. وان ازالة البرعم الطرفي يؤدي الى تحفيز البرعم الجانبي على النمو ولو اضيف مكعب الجلاتين الحاوي على الاوكسين الى الجزء المقطوع يودي الى تثبيط نمو البراعم الجانبية في النبات.

*لماذا يثبط تركيز معين من الاوكسين نمو البراعم الجانبية بينما يحفز نمو البراعم الطرفية ؟

– احدى التفسيرات تقول ان البراعم الجانبية تكون حساسة لتراكيز معينة من الاوكسينات وان الانتقال القطبي للاوكسين نحو القاعدة خلال الساق يثبط الارتباطات الوعائية بين البراعم الجانبية والساق نفسه مما يؤدي الى انخفاض في قابلية البراعم الجانبية للحصول على المواد الغذائية بواسطة الانسجة الناقلة .

– التفسير الاخر يقول ان المواد الغذائية تتجمع في اماكن ذات التركيز العالي فوجود حالة التنافس على المغذيات بين البرعم الطرفي والبراعم الجانبية يكون مسؤولاً عن حدوث ظاهرة السيادة القمية .

5- تكوين ثمار عذرية Parthenocarpy: تتكون الثمار العذرية نتيجة نشوء الثمرة بدون حدوث اخصاب. حيث يضاف الاوكسين بطريقة الرش الى ازهار بعض النباتات لأجل زيادة تركيز الاوكسين وتحفيز تكوين الثمار العذرية كما في الطماطة والكمثرى والشليك من اجل زيادة إنتاجية هذه المحاصيل.

*الثمار الحقيقية هي تلك الثمار التي تنشا من تضخم جدار المبيض كما في االحمضيات.

الثمار الكاذبة هي التي تنشا من انسجة اخرى مثل التخت كما في التفاح والكمثرى.

6- منع الانفصال (تثبيط التساقط) : تحدث ظاهرة التساقط بسبب تكوين طبقة من الانسجة في قاعدة السويقة او الحامل وتسمى بمنطقة الانفصال Abscission Zone وتضعف الصفائح الوسطية للخلايا مما يؤدي الى سهولة فصلها عند تعرضها لأبسط تأثير ميكانيكي. وقد وجد ان الاوكسين يمنع تطور طبقة الانفصال كما يضن ان نصل الورقة ينتج الاوكسين المثبط لتطور طبقة الانفصال. ولكن عند ازدياد عمر الورقة فان كمية الاوكسين تقل وبذلك تتكون طبقة الانفصال.

7- زيادة التنفس: لقد وجد ان الاوكسين يزيد من معدل التنفس وبالتالي يؤدي الى زيادة النمو.

8- استعمال الاوكسين كمبيدات ادغال: اهم الاوكسينات المستخدمة لمكافحة الادغال هي:

1- 2,4-D داي كلوروفينوكسي استيك اسيد

2- 2,4,5,T تراي كلوروفينوكسي استيك اسيد

3- MCPA 4 كلور–2– ميثايل فينوكسي استيك اسد

4- Picloram والذي يباع تجارياً باسم (Tordon)

ان هذه المواد هي مبيدات اختيارية وهي عبارة عن اوكسينات مصنعة ثابتة بتراكيز عالية لها عدة تأثيرات على النباتات منها:

أ– الاخلال بالنمو نتيجة زيادة العمليات الحيوية .

ب– ان استخدام الاوكسين بتراكيز عالية يشجع النبات على انتاج الاثلين مما يعمل على تشوه النبات اي نمو النبات بشكل عشوائي غير منتظم وبالتالي يؤدي الى موت النبات .

ج– الاوكسينات لها تأثير على الاحماض النووية حيث تؤثر على DNA المسئول على نشاط الانزيمات فسيحدث خلل في عمل الانزيمات .

9- تحفيز تكوين الاثلين: لقد ظهرت الدراسات ان IAA عند اضافته بتراكيز عالية يؤدي الى انتاج الاثلين وان الاثلين يسبب ظاهرة تشوه النمو Epinasty وان للأثلين تأثيرات معاكسه لـ IAA . اما في الجذور فقد وجد ان الاوكسين يحفز تكوين الاثلين والذي يسبب خاصية الانتحاء الارضي Geotropism.

10- تحفيز الاوكسين لنقل المواد الحيوية (المغذيات): لقد وجد ان IAA يشجع تكوين المغذيات ويكون مركز التصريف الصناعي.

وقد وجد ان تأثير الاوكسين على النمو يحدث نتيجة ازدياد نقل المواد الغذائية والحيوية في حين ان استطالة الخلية تكون سريعة جدا اذا ما قورنت بحركة نقل المغذيات ومع ذلك فانه تأثير الاوكسين على حركة نقل المغذيات يمكن ان يؤثر على المدى البعيد في عملية النمو في مختلف اجزاء النبات .

11- تحديد الجنس Sex Expression: لقد وجد ان الاوكسين يحفز تكوين الازهار الانثوية في النباتات. وان نوعية الاوكسين وتركيزه وموعد رشه مهم جدا في تكوين هذه الازهار، وتستعمل هذه الطريقة لغرض زيادة انتاجية الحاصل وخاصة في القرعيات.

س/ عدد اهم استخدامات الاوكسينات في البستنة.

س/ ما هو التأثير الفسلجي للأوكسين في انقسام الخلايا وتكوين الكالس.

<u>طرق فصل الاوكسينات والاختبارات الحيوية لها:</u>

ان الاوكسينات توجد بكميات قليلة جدا بحدود (10 مايكرو غرام/كغم) وزن رطب من النسيج النباتي واعلى ما تكون في القمم النامية للسيقان والجذور والاوراق .

علل/ لذلك لا يمكن تقديرها بالطرق الكيمياوية بطريقة روتينية الامر الذي ادى الى استخدام الاختبارات الحيوية Bioassay.

بعد تشخيص الـ IAA في النباتات من قبل Thiman و Kogil حاول الكثير من الفسيولوجيين النباتيين البحث عن هذا الاوكسين او غيره من الاوكسينات في عدد النباتات. وطبيعي ان نجاح البحث يعتمد على الطريقة الصحيحة لاستخلاص الاوكسين وقياس الكمية المستخلصة ومن الطرق المستعملة في استخلاص الاوكسين هو استعمال المذيبات الايثر الاثيلي البارد او كحول الاثيلي البارد او الكلوروفورم البارد. ان المستخلص بالايثر يجب ان يركز بالتبخير ومن ثم يضاف الى مكعب الجيلاتين.

في بعض الطرق التكنيكية يؤخذ مكعب الجيلاتين ويوضع في تماس مع العضو النباتي المرغوب دراسته لاجل انتشار الاوكسين من خلايا العضو النباتي الى مكعب الجيلاتين كما فضل went في تجارب تأثير

الاوكسيين على انحناء غمد الرويشة ويسمى هذا بالاوكسين المنتشر كما يطلق على عملية فحص فعالية الاوكسين او غيره من المواد باستعمال الانسجة الحية بالاختبار الحيوي Bioassay .

اهم طرق اختبار الاوكسين bioassay لتقدير الاوكسينات المستخلصة

1- اختبار انحناء غمد رويشة الشوفان : يوضع مكعب الجيلاتين الحاوي على الاوكسين على جهة واحدة من عقد غمد الرويشة المقطوعة وبذلك ينتشر الاوكسين خلال غمد الرويشة مباشرة اسفل مكعب الجيلاتين ويسبب نمو واستطالة هذه الخلايا بسرعة فيحدث تفاوت بالنمو وبالتالي انحناء غمد الرويشة الى الجهة الأخرى من المكعب الحاوي على الاوكسين. ان درجة الانحناء(تقاس بطريقة Shadograph وذلك بوضع عدة اغماد للرويشة في حامل امام ورقة فوتوغرافية حساسة ثم تحمض وتثبت) عند اضافة IAA المصنع الى عقب غمد الرويشة فان درجة انحناء غمد الرويشة تتناسب تقريبا مع تركيز IAA المستعمل ولحد معين (2 ملغم / لتر) وبذلك يمكن مقارنة الاوكسين المجهول والمستخلص من النسيج النباتي مع الاوكسين الصناعي المضاف، في قدرته على تحفيز انحناء غمد الرويشة .

2- اختبار النمو المستقيم في الشوفان : وهي مبنية على قابلية الاوكسين في زيادة استطالة خلايا اغماد الرويشات او الساق فعند قطع اغماد رويشات الشوفان النامية في الظلام ولازالة اي مصدر للاوكسين الداخلي ثم توضع قطع من عقب غمد الرويشة المتبقية في محاليل حاوية على مستخلص الاوكسين او محلول الاوكسين المصنع. وجد ان نمو هذه القطع يزداد بزيادة لوغاريتم تركيز الاوكسين وبمقارنة زيادة نمو بسبب الاوكسين المستخلص من النبات مع النمو الناتج عن الاوكسين الاصطناعي يمكن تقدير فعالية او كمية الاوكسين الموجودة في النسيج النباتي .

ويذكر ان طريقة اختيار النمو المستقيم هي حساسة ايضاً، لكنها غير متخصصة للاوكسين مقارنة بطريقة الانحناء الاولي نظرا لان العديد من المركبات الكيمياوية يمكن ان تسبب نمو القطع بطريقة اختبار النمو المستقيم.

3- اختبار انحناء ساق البزاليا المشقوق: ان هذه الطريقة تشبه الاولى من ناحية اعتمادها الانحناء المتسبب عن النمو المتفاوت تؤخذ قطع من ساق بادرة البزاليا النامية في الظلام وتشق طوليا وتغطس في محاليل الاختبار.

ففي اول الامر يحدث انحناء سلبيا الى الخارج بسبب امتصاص خلايا القشرة الداخلية للماء. ان خلايا البشرة تستجيب عادة لأوكسين في النمو الطولي بينما تستجيب خلايا القشرة من نموها العرضي اكثر من الطولي وبعد فترة المعاملة بالتراكيز الفسيولوجية للاوكسين يحدث الانحناء الموجب الذي يتناسب مع لوغاريتم تركيز الاوكسين.

4- اختبار تثبيط جذور الرشاد: تعد الجذور اكثر الاعضاء حساسة للاوكسين مقارنة بالسيقان ولهذا السبب تثبط الجذور بتراكيز الاوكسين التي تحفز السيقان، ولذلك نجد ان التراكيز المخففة من الاوكسين تكون كافية لنمو الجذور وعلى هذا الاساس فان فائدة هذه الاختبارات تكمن في ان نمو الجذور يحدث حتى عند التراكيز المنخفضة جدا للاوكسين كتلك التراكيز الموجودة في مستخلصات الانسجة النباتية.

وطريقة هذا الاختبار تتضمن اولا تعقيم بذور الرشاد ثم انباتها على ورقة ترشيح مبللة بالماء وبعد وصول الجذور الى الطول المناسب توضع في اطباق بترية تحتوي على 15 مل من محلول الاختبار وبعد 48 ساعة من ذلك يتم قياس الجذور.

الاوكسينات المصنعة تقسم الى خمسة مجاميع

1- مجموعة الحوامض الاندولية Indole acid مثل

اندول حامض البروبونيك Indole Propionic acid IPA

اندول حامض البيوتيرك Indole butyric acid IBA

2- مجموعة حوامض النفثالين Naphthalene acid مثل

نفثالين حامض الخليك Naphthalene acetic acid NAA

3- مجموعة حوامض الكلوردفينوكسي Cloro Phenoxy acid مثل

2 ، 4 - داي كلوروفينوكسي حامض الخليك 2,4-d 2,4,5-T

4- مجموعة حامض البنزويك Benzoic acid مثل

2,4,6-T 2,4,6,Trichlorobenzoic acid من نوع مبيدات الاعشاب

5- مجموعة حامض البيكولنيك Picolinic acid مثل

اوكسين من نوع مبيدات الاعشاب المسمى بالبيكلورام Picloram او التوردون

السلوك الفسلجي للاوكسين المصنع يشبه سلوك IAA وكذلك يطلق عليه الهرمونات

يعتبر IBA من اكثر الاوكسينات استعمالا في تكوين الجذور العرضية وذلك لأنه:

1- يمكن استخدامه في مدى واسع من التراكيز.
2- ليس له تأثير سمي على النباتات المعاملة.
3- تستجيب معظم النباتات للمعاملة ب IBA.
4- لا يتأكسد بالضوء كما هو الحال في IAA.

طرق اذابة منظمات النمو

	منظم نمو	المذيب
جبرلين	GA3	ايثانول Ethanol
اوكسين	IBA	KOH هيدروكسيد البوتاسيوم 1N
	IAA	1N NAOH or KOH
	NAA Solution	Amuonium
سايتوكانين		
	Kinetin	1N NAOH
	BA , BAP	KOH
اوكسين	2,4-D	KOH ايثانول
سايتوكاينين	Zeatin	1N NAOH
	2IP	IN KOH

الجبرلينات Gibberellins

تعتبر الجبرلينات من منشطات النمو النباتي وهي احدى الهرمونات المخلقة طبيعيا داخل الانسجة النباتية Phytohormone ولقد اكدت الابحاث بانها موجودة في جميع اصناف المملكة النباتية كذلك لها دور في نمو وتمايز النباتات الراقية. ينتقل GA_3 الموجود في البذور عن طريق اللحاء الى البادرة وفي الجذور عن طريق الخشب كذلك يصنع في قمة الجذور، وان سرعة نقل AG_3 في الاوعية الناقلة 5 سم/ساعة وانه اسرع من انتقال الاوكسين.

التاثيرات الفسلجية للجبرلينات

1- تحفيز استطالة الخلايا وتنشيط النمو القزمي الوراثي: تؤدي معاملة النبات بالجبرلين الى استطالة الخلايا حيث يزداد طول السلاميات ويزداد محور الورقة الطولي عن العرضي كذلك له القابلية على تنشيط النمو القزمي الوراثي في بعض النباتات القزمية مثل الفاصوليا والبزاليا والرقي والخيار، ان التقزم الوراثي يكون ناتج عن طفرة وراثية وان تأثير هذه الطفرة مورفولوجيا يسبب قصر السلاميات وليس تقليل عددها ولهذا فان اضافة الجبرلينات لهذه النباتات يسبب استطالة خلايا السلاميات وتصبح شبيهة بالنباتات الاعتيادية .

2- انقسام الخلايا: في البداية اعتقد ان ليس للجبرلين علاقة في انقسام الخلية ولكن بين احد العلماء Chandler (1957) ان انقسام خلايا المتك في نبات البصل يحدث بسرعة عند معاملتها بالجبرلين مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

3- الحث على الإزهار: ان النباتات ذات النهار الطويل او التي تحتاج الى البرودة اذا ما بقيت في ظروف النهار القصير او في ظروف الحرارة الدافئة فإنها تبقى خضرية وبشكل شبيهة بالوردة (Rosette) ولا تزهر. لكن في في حالة معاملة النباتات بالجبرلين سوف يعوضها عن الفترة الضوئية وفترة البرودة اللازمة لتحفيز التزهير، كما سيحفز استطالة السلاميات.

*ظاهرة التورد Rosette: هي ظاهرة تحدث عند انخفاض او فقدان تأثير الجبرلين على السيقان النباتية مما يؤدي الى قصر السلاميات وتقارب الأوراق من بعضها البعض.

4- تمد الورقة : بين Paul واخرون (1956) ان معاملة بعض النباتات مثل الطماطة والباقلاء والبزاليا والخيار واللهانة بـ GA_3 بتركيز 10-20 ملغم/لتر تصبح الأوراق اعرض وتستطيل مقارنة بالنباتات الغير معاملة.

5- تحفيز انبات البذور : اثبت الابحاث بان الجبرلين يؤدي الى زيادة الانبات حيث قام Rao واخرون (1963) بنقع بذور التوت *Morus indica* في محاليل GA_3 بتراكيز 100,50,25,10 ppm ملغم/لتر لمدة 24 ساعة بعد نقعها مسبقا في الماء وقد قورن انبات هذه البذور مع تلك البذور المنقوعة في الماء

المقطر فكانت النتيجة ان معدل الانبات في جميع الحالات سريع وازدادت نسبت الانبات وكانت طول البادرات اكبر بعد 12 يوما من النمو وكان اقل تركيز من GA_3 هو ppm50 الذي بواسطته تم الحصول على نسبة انبات 94% .

6- كسر طور السكون في النباتات والبذور: تتوقف بعض النباتات عن النمو في الخريف ولا تستعيد نموها الا بعد ان تجهز بمعاملات برودة محددة وهناك بحوث تثبت على ان الرش بالجبرلين ينهي الحاجة الى البرودة وتساعد النبات لاستعادة نموها وقد بين احد الباحثين بانه يمكن جعل درنات البطاطا الساكنة تنبت بواسطة نقعها في محلول مائي لـ GA بتركيز ppm25 لمدة ساعة ونصف .

وتحتاج بعض البذور الى فترة (ما بعد النضج) او المعاملة بالبرودة او التعريض للضوء او معاملات اخرى لغرض مساعدتها على الانبات، وقد تم التخلص من هذه الاحتياجات بواسطة فعل او تأثير GA_3 التي تلغي الحاجة للضوء مثل بذور الخس والتبغ وان الرش بـ GA_3 يلغي الحاجة الى البرودة لبذور الخوخ.

7- تحفيز تكوين الثمار العذرية: يقصد بالثمار العذرية تلك الثمار التي لا تحتوي على بذور حيث تعطي الزهرة ثمرة لا بذرية نتيجة فشل تلقيح واخصاب مبيض الزهرة وهذه ما يطلق عليه Parthenocarpy وتحدث العقد العذرية طبيعيا في العديد من الاصناف مثل برتقال ابو سرة والعنب (ثومبسون سيدليس) ويمكن احداث العقد العذري بالمعاملات الهرمونية فقد بين Crane واخرون (1960) ان GA بتركيز 500,250,50 جزء بالمليون أدى الى حث التوالد العذري وعقد اكثر للثمار في أشجار الخوخ.

8- اتجاه الاوراق: لاحظ العديد من الباحثين ان اول علامة نتيجة المعاملة بالجبرلين هو تغيير زوايا الاوراق بالنسبة للساق حيث لوحظ ان نبات الداوودي المعامل بالجبرلين يحمل اوراق بشكل عمودي.

9- عقد ونشوء الثمرة: اوضحت التجارب ان الجبرلين في بعض الحالات يؤدي الى زيادة عقد الثمار فقد بين Hield واخرون (1958) ان معاملة الليمون الحامض صنف Beress بتركيز ppm100 بالجبرلين ادى الى زيادة عقد الثمار مقارنةً بالنباتات غير المعاملة .

10- تغيير النسبة الجنسية Sex Ratio: ان تحديد الجنس هي صفة وراثية الا ان هذه الصفة تستجيب احيانا لتأثير عوامل اخرى منها المعاملة بالجبرلينات حيث يتغلب تكوين الاعضاء الذكرية للنبات عند ارتفاع مستوى الجبرلينات بالأنسجة فقد ادت المعاملة بالجبرلينات بتكوين 2000 ملغم/لتر لنباتات الخيار المؤنثة في طور البادرة المبكر الى دفع النباتات لانتاج ازهار ذكرية ومن ثم الحصول على بذور مستعملة لأغراض التربية والتحسين.

11- نمو الجذور: معظم التجارب تشير بانه ليس للجبرلينات تأثير على نمو الجذور ولكن التجارب التي اجريت على تجذير العقل بينت بوضوح ان الجبرلين لا يمنع وتمييز الجذور فقط ولكنه ايضا يبطل تحفيز الجذور الذي يسببه الاوكسين.

12- التاثير على استطالة الساق الزهري والازهار: تلعب الجبريلنات دوراً في ضبط التوازن بين نمو السلاميات ونمو وتطور الاوراق فمثلا يزداد نمو وتتطور الاوراق في انواع نباتات معينة بينما يبطئ نمو السلاميات مما يعطي شكلاً للنمو يشبه الوردة Rosette، وقبل ان يصل هذا النبات للأزهار تنشط نمو سلامياته مكوناً شمراخاً تحمل عليه الازهار وتسمى عملية استطالة الساق الحامل للأزهار Botting. وقد وجد ان النباتات ذات النهار الطويل او المتطلبة للبرودة اذا ما بقيت تحت ظروف النهار القصير او ظروف الحرارة الدافئة تبقى خضرية وشكل شبيه بالوردة Rosette ولا تزهر الا ان معاملة هذه النباتات بالجبرلين سوف يعوضها متطلبات الفترة الضوئية او فترة البرودة وبذلك تستطيل سيقانها وتزهر.

13- تحفيز تكوين الانزيمات المحللة للمواد الغذائية: لتوضيح هذه الظاهرة نلاحظ بذور الشعير حيث تتكون البذور من الجنين والاندوسبيرم والذي هو عبارة عن نسيج مكون من خلايا خازنة محاطة بطبقة رقيقة من خلايا حية غنية بالبروتين تسمى بطبقة الاليرون، وعند البدء بالإنبات فان طبقة الاليرون تجهز الانزيمات المحللة التي تهضم النشا والبروتين وتحولها الى مركبات ذائبة بسيطة يستخدمها الجنين عند النمو.

وقد تم الافتراض بان الجنين يجهز بعض الهرمونات الى طبقة الاليرون والتي تحفز تكوين الانزيمات الجديدة وان هذا الهرمون هو الجبرلين لأن اضافته الى البذور المزالة اجنتها الى تكوين انزيمات (الفا اميليز α amylease والبروتيز Protease.

الاختبارات الحيوية للجبرلينات : نقصد بالاختبار يعني تقدير استجابة النسيج النباتي الحي للهرمون وهناك عدة طرق لغرض اختبار الجبرلين حيوياً.

1- اختبار النباتات المتقزمة: من الطرق الاولى لفحص الجبرلين حيوياً هي تنشيط الجبرلين لنمو نباتات الرز، فعندما توضع بادرات الرز في اناء يحتوي على محلول الجبرلين يلاحظ بعد فترة (اسبوع) نمو واتساع الورقة الاخيرة للنبات.

كما وجد ان اضافة الجبرلينات الى النباتات المتقزمة لبعض الاصناف في الذرة، البزاليا، الخيار، الفاصوليا تؤدي الى جعل النباتات اعتيادية في طولها. اما نباتات الذرة الاعتيادية لا تتأثر بإضافة GA مما يدل انها ليست بحاجة لل GA.

2- اختبار اندوسبيرم بذور الحبوب : الجبرلين يحفز تكوين انزيم الفا اميلز α amylase في بعض الحبوب حيث تعقم بذور الشعير مثلاً في محلول هايبركلورات الكالسيوم $CaOCl_2$ لغرض قتل الاحياء المجهرية ثم تقطع البذرة الى انصافها بصورة عرضية وتوضع الانصاف الحاوية على الاندوسبيرم في اطباق حاوية على تراكيز معينة من GA وعلى درجة حرارة 30 °م وبعد مرور 24-48 ساعة تقاس كمية السكريات المختزلة بمحلول فهلنك ومن الطبيعي ان هذه السكريات تتكون نتيجة عمل انزيم الالفا اميلز كما يمكن قياس نسبة النشا المتناقصة بسبب عمل الانزيم.

3- استطالة السويقة تحت الفلقية (السفلى) لبادرات الخس: وفي هذه الطريقة توضع بادرات الخس في محلول الجبرلين ثم تقاس استطالة السويقة تحت الفلقية حيث تعطي مؤشرا لاستجابة النبات للجبرلين

4- الطريقة الاخيرة من الاختبارات الحيوية للجبرلين: هو قابلية الجبرلين في تأخير الشيخوخة في اوراق النبات حيث يستطيع الجبرلين تأخير شيخوخة الانسجة ولاسيما تقليل فقدان الكلوروفيل من اوراق بعض النباتات كما في السرطانات في نبات الثيل. اطلق على عملية فحص فعالية او كمية منضم النمو (الاوكسين GA_3) او غيرها من المواد باستعمال الانسجة الحية بالاختبار الحيوي Bioassay الاختبار الحيوي حيث يتم هذا الاختبار بتقدير استجابة النسيج النباتي الحي للهرمون.

الشيخوخة تحصل نتيجة تقدم العمر (اي تكون عملية الهدم اكثر من البناء)

السايتوكاينينات Cytokinin's

وهي قواعد حرة يصنعها النبات وتحث النبات على بناء البروتين. ويرمز لها بالرمز CK وتعرف بانها مواد تحفز انقسام الخلايا في اعضاء النبات المختلفة ولها دور في زيادة تكوين الكالس Callus وكسر السيادة القمية وبالتالي تشجيع البراعم الجانبية وتلعب دورا هاماً في عمليات انبات البذور وعقد الثمار وزيادة المادة الجافة في انسجة النبات. ومن امثلة السايتوكاينينات الطبيعية Zeatin المعزول من الجذور ومن امثلة السايتوكاينينات المعصنة Benzyl adenine (BA).

*الاوكسين يبنى في القمة النامية وينتقل من الاعلى الى الاسفل ويؤدي الى حدوث ظاهرة السيادة القمية. السايتوكاينين يبنى في الجذور وينتقل الى الاعلى بواسطة الخشب مع العصير الصاعد واه دور في كسر السيادة القمية.

*الاوكسينات توجد على شكل حوامض بينما السايتوكاينينات توجد على شكل قواعد

التأثيرات الفسيولوجية للسايتوكاينينات:

1- انقسام الخلايا: ان اضافة السايتوكاينينات والاوكسينات في الزراعة النسيجية بنسب صحيحة يعمل على تحفيز انقسام الخلايا وتكوين الكالس حيث اوضحت الدراسات ان اليسايتوكاينين يحفز انقسام الخلايا بينما الاوكسين يحفز تكوين الجذور.

2- اتساع الخلايا: عند معاملة بعض الاجزاء الورقية المأخوذة من اوراق نامية في الظلام لنبات الباقلاء بالكاينتين فان ذلك يؤدي الى اتساع الخلايا ويمكن ان يحدث التأثير من دون وجود الاوكسين ولوحظ اتساع الخلايا نسيج التبغ المزروع عند معاملته بالكاينتين.

3- تأثير السايتوكاينينات على النمو: لوحظ ان السايتوكاينينات لا تؤثر في استطالة الساق الاصلي بعكس ما هو عليه في الجبرلين ولكنه يؤدي الى تثخن الساق والجذور بسبب تأثيره في تحفيز اتساع الخلايا او تحفيز انقسام الخلايا ووجد ايضا ان السايتوكاينين يثبط من استطالة الجذر الرئيسي ويحفز تكوين الجذور الجانبية وتكون هذه قصيرة ومثخنة.

4- تأثير السايتوكاينين في تكوين الانزيمات: وجد ان السايتوكاينين يحفز تكوين بعض انزيمات التركيب الضوئي وانزيم الاملیز Amylase والثايمين وغيرها.

5- تأثير السايتوكاينين على الازهار: لقد وجد ان السايتوكاينين يحفز تكوين الازهار في النباتات التي تتطلب النهار الطويل او تتطلب فترة برودة كذلك يحفز تكوين الثمار العذرية في التين والعنب.

6- كسر السكون في البذور والبراعم: يساعد السايتوكاينين على كسر السكون في البذور والبراعم مثلا بذور الخس تحتاج الى ضوء لكي تنبت وسوف تنبت في الظلام عند معاملتها بالسايتوكاينين.

في الطبيعة تنبت البذور الموجودة قرب الجذور وذلك لان الجذور تفرز السايتوكاينين الذي يسهل من انباتها .

7- انهاء السيادة القمية: ان اضافة السايتوكاينين مع الاوكسين يؤدي الى تثبيط عمل الاوكسين وتحفيز نمو البراعم الجانبية. كما وجد ان السايتوكاينين يحرر البراعم الجانبية من سيادة البراعم الطرفية دون الحاجة الى قطع البراعم الطرفية.

8- تحفيز نقل المغذيات: وجد ان السايتوكاينين يحفز نقل المغذيات مثل الاحماض الامينية والهرمونات والعناصر المعدنية وبالأخص الفوسفات، مثلا عند اضافة حامض اميني مشبع الى جهة من الورقة واضافة السايتوكاينين الى الجهة الثانية نلاحظ ان السايتوكاينين يبقى مكانه ويجذب الحامض الاميني اليه (السايتوكاينين لا ينتقل من مكان اضافته الى مكان اخر).

اتساع الخلايا: يحفز السايتوكاينين اتساع الخلايا شانه شان الاوكسين والجبرلين فعند معاملة قطع ورقية من الفاصوليا بالسايتوكاينين يحدث اتساع كبير في الخلايا ولهذا السبب لا يمكن اعتبار السايتوكاينين محفزا لانقسام الخلايا فقط.

9- تأخير شيخوخة الاوراق: عند غمس الورقة في محلول مغذي حاوي على السايتوكاينين فان لون الورقة يبقى محافظ على اخضراره حيث ان السايتوكاينين يحافظ على تكوين الكلوروفيل والبروتينات والاحماض النووية. كما يستعمل في زيادة واطالة عمر الازهار المقطوعة والثمار الطازجة والخضراوات واطالة عمر الخزن ويكون مصحوب بقلة معدل التنفس.

تداخل السايتو كاينين مع الجبرلين والاوكسين:

* ان تداخل الجبرلينات مع السايتوكاينينات يكون من نوع التنافس او التعاون، فمثلا ان الجبرلينات GA_3 يحفز انبات البذور خلال 3 ايام الاولى من الزراعة بينما السايتوكاينين يثبط الانبات بعد اليوم الثالث.
* في بعض الحالات زيادة تركيز السايتوكاينين يقلل تركيز الجبرلين اللازم توفره.
* كما اتضح ان الجبرلين والسايتوكاينين يثبطان عملية تحفيز الاوكسين لتكوين الجذور.
* كما ان تداخل GA والاوكسين والسايتوكاسينين تسيطر على نمو انسجة الخشب.

تأثير السايتوكاينين على نمو الورقة وشيخوختها:

تعزى الشيخوخة الى مجموعة من العمليات الهدمية تنتهي بموت العضو وان موت الاوراق تبدا من قاعدة النبات الى راس الاوراق او النبات، حيث ان في الاوراق القديمة حصلت فيها عمليات الهدم اكثر من البناء ولكن يمكن تلافي هذه الحالة بإضافة الاوكسين ولكن الى حد معين.

وقد بينت الابحاث ان سبب شيخوخة الورقة هو حدوث نقصان في البروتين والاحماض الامينية وحدوث اصفرار للورقة نتيجة فقدان الكلوروفيل وينخفض معدل التنفس نتيجة قلة العمليات الحيوية.

اما ما يحدث في الخلايا فهو عدم تخصص العضيات، وزيادة نفاذية الاغشية (خروج محتويات الخلية الى الخارج) وتحطم الرايبوسومات واضمحلال النوى وبالتالي يتأثر العضو النباتي ككل.

* اسباب هرم الورقة: 1- عمر الورقة 2- عمليات الهدم اكثر من البناء 3- قلة السايتوكاينين

* عند الرش بالسايتوكاينين يحدث جذب للمغذيات ويستمر عمرها لفترة اطول وحسب الكيفية المضافة حيث يعيد النشاط الداخلي للنبات في مرحلة الشيخوخة.

فحص السايتوكاينين حيويا:

1- اول طريقة للفحص الحيوي للسايتوكاينين تمت بعزل انسجة من منطقة قريبة جدا من الكامبيوم في الجذور ثم زرعها في وسط صناعي واضيف للوسط الغذائي حليب جوز الهند حيث ادى الى زيادة انقسام الخلايا في مزرعة النسيج وهذا دليل على ان السايتوكاينين في الحليب هو الذي يسبب الانقسام في نسيج الكامبيوم.

2- الباحث Miller وجد طريقة اخرى تتضمن قياس الزيادة في نمو الكالس المستحصل علية من فلق فول الصويا حيث لوحظ زيادة في تركيز الكاينتين Kinetin الذي سبب زيادة في النمو.

3- تأخير الشيخوخة: ان اضافة السايتوكاينين يؤخر هدم الكلوروفيل والبروتينات والاحماض النووية لذا يمنع التدهور والشيخوخة.

* تجربة: لو اخذنا ورقتين مع حامل الورقة مقطوعة الاولى مجذرة والاخرى غير مجذرة نلاحظ ان الورقة غير المجذرة تدخل شيخوخة قبل الورقة المجذرة والسبب في ذلك ان الجذور تكون السايتوكاينين وتؤخر الشيخوخة.

المثبطات ومعوقات النمو
Growth inhibitors and retardants

لوحظ ان نمو النبات يعتمد على كمية ونوعية منظمات النمو فقد يتوقف او يقلل من نمو النبات في احدى فترات حياته **ويرجع السبب الى قلة تكوين محفزات النمو او زيادة في تكوين مثبطات النمو التي تتداخل مع عمليات النمو.**

من اهم المثبطات التي تم اكتشافها لحد الان هو حامض الابسيسك Abscisic acid ويتكون بشكل طبيعي والذي يسبب او يسرع عملية الانفصال الورقة والذي يسبب سكون البراعم في النباتات الخشبية.

الانفصال Abscission : ان ABA هو المسؤول عن انفصال الاوراق والثمار والاوراق الفتية اي ان المستوى العالي من ABA يحدث اجهاض وانفصال للثمار الفتية وكذلك يشجع شيخوخة وتفتح الثمار الناضجة.

– تحتوي الثمار الفتية التي تنفصل في وقت متأخر من موسم نضوج الثمار على كمية ABA تعادل ضعف الكمية في الثمار الفتية المنفصلة في بداية الموسم.

– لوحظ ايضا ان ABA يسبب سقوط جوزات القطن، وسويقات الاوراق ويحفز انقسام الخلايا وهدم الصفيحة الوسطى حيث ان ABA يشجع تكوين بعض الانزيمات مثل السليلز، البكتينز، والبروتيز التي تعمل على هدم خلايا الصفيحة الوسطى.

س/ ما سبب انخفاض نسبة حامض الابسسك ABA في الثمار الفتية عنخ في الثمار الناضجة.

ج/ بسبب وجود الاوكسين الذي يسبب تضخم المبيض والذي يحفز نمو الاجنة في البذور.

التأثيرات الفسيولوجية لل ABA:

1- التأثير على النمو: عند اضافة ABA الى الفروع النامية لبعض النباتات فأنها تسبب تثبيطا نمو الفرع وتكون السلاميات قصيرة والاوراق صغيرة وذلك بسبب قلة انقسام الخلايا في المرستيم الطرفي.

2- تحفيز التساقط والشيخوخة : لقد وجد ان ABA يسبب ظاهرة تساقط جوزة القطن او سويقات الاوراق حيث ينشط تكوين بعض الانزيمات المتعلقة بهدم الخلايا مثل انزيمات Pectinase و celluloses و Protease بينما يكون الـ ABA اقل تأثيرا على الاوراق الكاملة وتظهر ان قلة فعاليته على الاوراق الطبيعية على النبات ترجع الى تأثير الاوكسين والسايتوكاينين اللذان يمنعان السقوط ولكن اضافة ال ABA الى الاوراق المقطوعة تسبب الاسراع في الشيخوخة وذلك بفقدان الكلوروفيل والبروتينات.

3- التأثير على الازهار: لقد وجد ان تركيز ال ABA في اوراق نباتات ذات النهار القصير يزداد بحلول النهار القصير وبالتالي تزهر النباتات ولقد لوحظ ان نباتات النهار الطويل لا تزهر في ظروف النهار القصير مما يدل على احتمال تكوين مواد مثبطة للأزهار في القمم النامية لنباتات النهار الطويل.

4- التأثير على غلق الثغور: لقد وجد ان رش النباتات بتراكيز منخفضة ادى الى تقليل النتح وان قلة النتح يعزى الى غلق الثغور.

كما وجد ايضا ان مستوى ABA الداخلي يزداد في الاوراق تحت الاجهاد المائي وكذلك يزداد CO_2 في الخلايا الحارسة وذلك بفقد ال K^+ ويحدث تدفق من الخلايا فتنغلق الثغور وهذا يحافظ على النبات ضد الجفاف وعندما يروى النبات يزول الجهد المائي.

5- السكون في البذور: لقد وجد ان ABA يؤدي الى تثبيط انبات بذور بعض النباتات كما وجد ان ABA تقل نسبته عندما تتعرض البذور لدرجات حرارة منخفضة وبالتالي يؤدي الى كسر سكون البذور كما ان الجبرلين يتغلب على تأثير ال ABA المثبط لإنبات البذور حيث يؤدي المعاملة بالجبرلينات الى انبات هذه البذور.

6- السكون في البراعم: يسبب ال ABA سبات البراعم وذلك عند تكونه في الاوراق عندما يقصر النهار في الخريف ثم ينتقل الى البراعم عن طريق اللحاء ويسبب سبات البراعم وفي الربيع تقل كمية ال ABA في البراعم مما يؤدي الى تفتحها.

<u>الاختبار الحيوي لحامض الـ ABA</u>

توجد عدة طرق لفحص الـ ABA حيوياً منها:

1- تأثير ال ABA على نمو قطع من غمد رويشة الحنطة: حيث انه يثبط غمد الرويشة.

2- تثبيط انبات بذور الخس: وجد ان اضافة حامض الابسيسيك لبذور الخس يؤدي الى تثبيط انبات هذه البذور.

3- حدوث عملية الانفصال والسقوط (Abscission): لنصل او سويق الورقة فقد وجد ان ال ABA المضاف يسبب سقوط نصل الورقة فقط او نصلها وسويقها في النبات الكامل.

4- تأثير ال ABA على ميكانيكية غلق الثغور: تستعمل قطع من اوراق النباتات *Cammelina communis* او غيره من النباتات حيث تعامل الاوراق بقطرات من محلول ال ABA في جو خالي من CO_2 ثم تفحص الاوراق بواسطة المجهر لملاحظة مدى انغلاق الثغور نتيجة لهذه المعاملة.

5- طريقة قياس الABA بواسطة ال Gas chromatography طريقة التحليل الكروماتوكرافي

6- قياس ال ABA بطريقة Spectrophotometry

معوقات النمو Plant growth retardants

المعوقات تعرقل او تؤخر النمو في النباتات حيث تسبب تقليل استطالة الساق بسبب تثبيطها لفعالية المرستيمات تحت القمية Sub Apical meristems وبالتالي تقل استطالة الساق ومن هذه المركبات:

السايكوسيل او ccc والفوسفون phosphon و Amo1618 و Ancymidol وان هذه المركبات يطلق عليها معوقات النمو لأنها تعاكس العمليات الفسيولوجية للجبرلين وتقلل من تكوين الجبرلينات الداخلية للنبات. ومن الانواع الاخرى لهذه المركبات الالار Alar (SADH) ويسبب عرقلة النمو وتبكير ازهار بعض النباتات.

ان هذه المواد تثبط نمو النباتات وتجعله من النوع القصير عكس تأثير GA كما وجد ان Amo1618 وphosphon تثبط استطالة الخلايا وانقسامها في منطقة الخلايا تحت القمية في نبات الداوودي. موعد الازهار بعض النباتات الخشبية يمكن اسراعه بإضافة هذه المعوقات .

التداخل بين الاوكسين والاثلين

اكد عدد من الباحثين ان الاوكسين المضاف يشجع انتاج الاثلين في العديد من النباتات وقد لوحظ انه يشجع تكوين الاثلين في الجذور الازهار الاوراق السيقان الثمار (اي ان جميع الاجزاء النباتية تحتوي على الاثلين).

ولكن هناك نظرية تقول ان الاوكسين يحث الاثلين في الاجزاء الخضرية وتختلف استجابة الانسجة للاوكسين باختلاف التراكيز ونوع النسيج .

* ولكن المعروف ان التركيز الامثل للاوكسين مع التركيز الواطئ للاثلين يسبب النمو اي يشجع احدى العمليات قد تكون نموا وتجذير.

* التراكيز العالية للاثلين على الاوكسين تؤدي الى تثبيط عملية (النمو) (ولكن الاوكسين هنا ليس هو المثبط ولكن يحث تكوين الاثلين الذي يكون هو المثبط).

* وقد لوحظ ان انتاج الاثلين يكون بمعدل اقل بوجود التراكيز المثالية للاوكسين.

الوحدات المستعملة في التعبير عن تراكيز منظمات النمو النباتية :

من المعلوم ان الوزن الجزيئي الغرامي لأي مادة هو وزن المادة بالغرامات وهو ما يساوي عدديا وزن المادة بالوحدات الذرية مثلا :

الوزن الجزيئي الغرامي لسكر الكلوكوز C6 H12 O6 = 180

كما ان الوزن الجزيئي لأي مادة يحتوي على عدد 6.02× 10 ^{23} ويسمى بعدد افوكادرو .

محلول المولر Molar Solution : عند اذابة وزن جزيئي غرامي لمادة قابلة للذوبان بالماء في ماء كافي بحيث يكون الحجم النهائي لتر واحد يسمى المحلول الناتج بمحلول المولر (M) .

(و. ج +~~حجم الماء~~ ← لتر)

محلول لمولال Molal Solution : هو المحلول الناتج من اذابة وزن جزيئي غرامي للمادة في 1000 مل (لتر واحد) من الماء المقطر. بمعنى اخر انه عدد جزيئات المذاب والمذيب هي ثابتة تقريبا وقد يكون الحجم النهائي لمحلول الناتج اكثر او اقل من اللتر الواحد .

(و. ج + 1000 غم ماء~~مقطر~~ ← اكثر او من لتر)

نسبة المحلول Percent Solution : عند اضافة 10 غم من ملح الطعام الى النسبة المئوية للمحلول 90 مل ماء يتكون لدينا محلول بنسبة 10% من كلوريد الصوديوم .

المحلول العياري Normality Solution : عند ذوبان وزن مكافئ غرام لأي مادة في لتر واحد يتكون ما يسمى بالمحلول العياري (IN) وعند اذابة (و.م.غ+ لتر) وزنين مكافئين في لتر واحد يتكون عندنا (2N)

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن الذري}}{\text{التكافؤ}}$$

طريقة جزء بالمليون PPM : كل 1000 ملغم من المادة النقية في 1000 سنتمتر مكعب من مادة المحلول يعطي 1000 جزء بالمليون .

1 ملغم ملح يذاب في 1~~لتر مذيب~~ ← 1 جزء بالمليون

محاليل النسبة المئوية : يمكن التعبير في مثل هذه المحاليل بما يلي :

<u>محاليل النسبة المئوية الحجمية (V/V)</u> : فالمحلول الذي تركيزه 1% W/V عندما يذاب من المذاب الى المذيب ويكمل الحجم الى 100مل .

محاليل النسبة المئوية الوزنية (W/W) : فالمحلول الذي تركيزه 1% (W/W) عندما يذاب غرام واحد من المذاب ويمزج مع 99 (غرام من المذيب ويكون وزن المحلول الناتج 100 غرام .

اذا كان الوزن 5000 ملغم والحجم المحضر 1000 سنتمتر مكعب فالتركيز يكون

1000 ملغم مادة	1000 سنتمتر مكعب	1000 جزء بالمليون (ملغم/لتر)
5000 ←	1000 ←	س

$$\frac{5000 \times 1000 \times 1000}{1000 \times 1000} = 5000 \text{ جزء بالمليون تركيز المادة}$$

اذا كان المجهول المادة النقية ونريد الحصول على 1000 سنتمتر مكعب التركيز المطلوب 2000 جزء بالمليون .

1000 ملغم	1000 ملم	1000 ملغم / لتر
س ←	1000 ←	2000

$$\frac{2000 \times 1000 \times 1000}{1000 \times 1000} = 2000 \text{ ملغم / لتر}$$

كم نحتاج مادة نقية من منظم IBA لتحضير 500 سنتمتر مكعب في محلول تركيزه 500 جزء بالمليون .

1000 ملغم	1000 ملم	1000 ملغم/ لتر
س ←	500 ←	500

$$\frac{500 \times 500 \times 1000}{1000 \times 1000} = 250 \text{ ملغم نحتاج من المادة النقية}$$

كم نحتاج مادة نقية لتحضير 100 سنتمتر مربع من محلول تركيزه 2000 جزء بالمليون .

1000 ملغم ← 1000مل ← 1000 ملغم/ لتر

س ← 100 ← 2000

$$\frac{2000 \times 1000 \times 1000}{1000 \times 1000} = 200 \text{ ملغم/ لتر}$$

طرق استخدام منظمات النمو

الرش Spraying : وهي تلائم البيوت الزجاجية حيث يتم اذابة المنظمات في الماء المقطر وبالتراكيز المطلوبة وهذه الطريقة اكثر شيوعا في الخضراوات كما يمكن اتباعها في الحقول المكشوفة مع مراعات اجرائها في اوقات تقل فيها هبوب الرياح وانه يتم ذلك ايضا في الصباح الباكر او في المساء حيث يتبخر المحلول بشكل بطيء وذلك لإعطاء وقت كافي لامتصاص المنضمات من قبل الورقة ومما يجدر ذكره يتم اضافة مثل تلك المنظمات الى مياه الري في البلدان المتطورة زراعيا والتي تستخدم الري بالرش في ارواء النباتات ويمكن رش محاليل المواد المنظمة للنمو على نباتات الام لبعض الانواع ثم اخذ العقل من هذه النباتات بعد الرش بفترة ووضعها في وسط التجذير كما يمكن رش العقل بمحاليل منظمات النمو في مراقد الاكثار .

علل / لماذا لا تضاف محاليل منظمات النمو الى التربة

ج / لان محاليل منظمات النمو تستخدم بتراكيز قليلة كما انها ممكن ان تتحلل او ترتبط مع مركبات التربة فتفقد فعاليتها.

عجينة اللانولين Lanolin Paste : وتتلخص بخلط المادة الكيمياوية (منظم النمو) مع اللانولين وهي مادة خاملة درجة ذوبانها (55 – 60 م) حيث يتم خلق وزن معين للاوكسين مع حجم معين من اللانولين حسب التركيب المطلوب.

س / عجينة بتركيز 5000 جزء بالمليون في حجم 200 سنتمتر مكعب فما وزن المادة النقية

1000 ملغم ←	1000 مل ←	1000 ملغم / لتر
س ←	200 ←	5000

$$\frac{500 \times 200 \times 1000}{1000 \times 1000} = 1000 \text{ ملغم مادة نقية}$$

وتستخدم هذه الطريقة في مجال البحوث، حيث تذوب الهرمونات في بالكحول ويسكب على اللانولين ويترك في درجة حرارة الغرفة ليتبخر الكحول ويستخدم عادة للنباتات الصعبة جدا مثل نبات المكنوليا .

الاضافة عن طريق التربة Soil Application : (drench) : وتتم هذه الطريقة بإضافة منظمات النمو الى التربة بجوار النباتات وتتبع هذه الطريقة في حالة إضافة معوقات النمو ويمكن بواسطة هذه الطريقة التحكم في النمو الخضري وحث عقد الثمار .

التضبيب Aerosol Method : لقد وجد ان هذه الطريقة تكون ملائمة الاستخدام في ظروف البيوت الزجاجية والبلاستيكية وتتم بإذابة المادة المنظمة للنمو في غازات سائلة وعندما يطلق المحلول من خلال فوهات دقيقة فان الغاز الذي يترك هذه الفوهة سيؤدي الى اذابة منظمات النمو بصورة دقائق معلقة .

الحقن Injection : تتبع هذه الطريقة في بعض الحالات التي يكون فيها قطر الاجزاء النباتية المعاملة اكبر بكثير من قطر الابرة حيث يتم حقن المادة المنظمة للنمو في الجزء النباتي المراد معاملته .

طريقة التبخير Vapour Methiod : تستخدم هذه الطريقة تحت ظروف البيوت البلاستيكية والزجاجية حيث تضاف منظمات النمو عن طريق تبخيرها في اناء معدني حار ويجب تحديد المادة الكيميائية المستعملة بحذر لأنه الجرعات الكبيرة منه تؤدي الى حث تأثيرات غير مرغوبة على النبات .

في الشمع الكاربوني In Carbonax : يتم اذابة منظمات النمو في الشمع الكاربوني (Carbon Wax) وخزنها حيث يمكن ان يحضر التخفيف المطلوب حالا بإذابة اقراص الشمع الكاربوني في كمية الماء المقطر اللازمة وبهذه الطريقة نتخلص من الحاجة الى نقل المواد الكيماوية على هيئة محاليل .

طريقة الغمر السريع او المحاليل الكحولية او المحلول المركز Concentrated Solution dip method

في هذه الطريقة يحضر محلول مركز يتراوح تركيزه بين (500 – 10000) جزء بالمليون مذابة بالكحول والماء المقطر بنسبة 1:1 حجما حيث يتم معاملة العقلة لمدة قصيرة بحدود (5 – 10) ثواني ثم تغرس العقلة بوسط التجذير .

وعند استعمال هذه الطريقة يجب التأكد من غلق الاوعية الحاوية على المحلول جيدا بعد الانتهاء من العمل خوفا من تطاير الكحول حيث ان تبخر الكحول يؤدي الى تغيير التركيز كما يفضل ترك المحلول المتبقي بعد الاستعمال خوفا من التلوث

2000 سنتمتر مكعب 1000 ملغم / لتر IBA غمر سريع في ثواني

ماء 100 سنتمتر مكعب + 100 سنتمتر مكعب كحول .

طريقة الغمر الطويل او المحاليل المائية او المحلول المخفف :Solution Immersion method

تستخدم طريقة المحلول المخفف في حالة التراكيز القليلة مثلا لتحضير 1000 جزء بالمليون يؤخذ 1000 ملغم من IBA ويذوب في بضع قطرات من الكحول 5% ثم يكمل الحجكم الى 1000 سنتمتر مكعب من الماء المقطر وتستخدم تراكيز قليلة لان وضع العقلة يكون لمدة من (12 – 24) ساعة وتتراوح التراكيز المستخدمة في هذه الطريقة بين (50 – 200 ولغاية 500 جزء بالمليون)

25% ملغم / لتر IBA يذوب في ربع لتر من الماء المقطر (محلول مخفف بعد اذابته بالكحول) .

طريقة المساحيق Powder dip method : تستخدم هذه الطريقة على النطاق التجاري ويحضر الهرمون لإذابة المادة النقية (الاوكسين) بالكحول وحسب التركيز المطلوب ويضاف المحلول الكحولي الى المسحوق (Talk) لان دقائق المسحوق دقيقة جدا وتستطيع الدخول الى داخل الاوعية الناقلة وبعد سكب الهرمون والكحول على الباودر تترك العينة بدرجة حرارة الغرفة 20 م وبعد جفاف الكحول تطحن العجينة الى مسحوق دقيق ففي حالة تحضير 1000 جزء بالمليون من الباودر يؤخذ 1000 ملغم من الاوكسين تذوب بالكحول بعدها تسكب فوق 1 كغم من الباودر المكون من 75% بودرة 25% من اي مبيد فطري جهازي مثل البنليت او الكابتان او الرادوميل. من مزايا هذه الطريقة سريعة وسهلة الاستخدام والتحضير ولكن من عيوبها هو عدم الحصول على نتائج متجانسة بسبب اختلاف كمية المسحوق الملتصقة بقاعدة العقلة والتي تتأثر بمدى الرطوبة في قواعد العقل هل هو ناعم ام هناك زغب على قاعدة العقلة.

ملاحظة : ترطب قواعد العقل قبل المعاملة ثم تغمر قاعدة العقلة بعمق 1/2 انج في بودرة التالك المخلوط مع مسحوق المادة المنظمة للنمو (مادة التجذير) بنسبة حسب الرغبة وتزال الكمية الزائدة من المسحوق على العقلة وذلك بقرع العقلة على الجدران الداخلية للوعاء وبعدها تصبح العقلة جاهزة للزراعة في وسط التجذير .

5- الاثلين يثبط استطالة الساق والاوراق والجذور ويثبط كذلك نمو البراعم وتضخم الجذور ويسبب توسع الخلايا قطرياً.

6- الاثلين يسبب السيادة القمية: للبراعم الطرفية ويثبط نمو البراعم الجانبية وقد وجد ان الاثلين يتكون بكثرة في الانسجة المرستيمية الطرفية ويمكن القول ان كلاً من الاوكسين والاثلين يؤدي الى تثبيط نمو البراعم الجانبية وقد وجد ان CO_2 بتركيز 5% قد ينهي السيادة القمية لان CO_2 ينافس الاثلين.

7- الاثلين يسبب الانفصال او سقوط الاوراق Abscission: وجد ان الاثلين يسرع من انفصال الاوراق والثمار (عكس عمل الاوكسين) وعند جود الاوكسين بكمية كافية في نصل الورقة لا يحدث انفصال ولكن عندما يقل تركيز الاوكسين ويزداد كمية الاثلين فسوف يعمل على تكوين طبقة الانفصال.

8- الاثلين يسبب الشيخوخة: لقد تبين نتيجة العديد من الابحاث ان الاثلين يسبب شيخوخة الاوراق وغيرها من الانسجة والاعضاء النباتية.

9- الاثلين يحدد الجنس sex expression: وجد ان الاثلين يشبه الاوكسين في زيادة عدد الازهار الانثوية في النباتات التي تنتج ازهار ذكرية كثيرة (كنباتات العائلة القرعية).

10- الاثلين ينهي سبات البذور: لقد وجد ان الاثلين ينهي من سبات البذور ويزيد من نسبة انباتها.

استخدام الاثلين في البستنة:

1- لانضاج الثمار.

2- سهولة عملية الجني من خلال تكوين طبقة الانفصال.

3- يستخدم لخف الازهار او خف الثمار.

4- يستخدم في المحاصيل لغرض زيادة سمك الساق القطري والتقليل من طول النبات مما يقلل من اضطجاع النبات.

استخدام منضمات النمو في الانضاج الصناعي للثمار:

لقد تم استخدام منضمات مختلفة لأغراض الانضاج الصناعي لثمار الفاكهة والخضراوات ويعتبر الاثلين اهمها وكذلك بعض المركبات التي تحرر الاثلين بعد الاضافة مثل الاثيفون.

كما لوحظ ان (2,4-D) يشجع النضج في ثمار مختلفة منها الموز والتفاح والكمثرى، حيث تبين انه عند غمس الموز في مركب بتراكيز 1600,200 جزء بالمليون تحول الى اللون الاصفر واصبحت الانسجة لينة خلال 72 ساعة بينما بقيت الثمار غير المعاملة خضراء وصلبة.

الاثلين Ethylene (C_2H_4)

هو غاز هايدروكربوني وقد اعتبر هرمونا نباتيا حديثا واحد منظمات النمو وهو مركب عضوي وله تأثيرات كثيرة ومهمة على النمو.

الاثلين سجل كامتياز باسم الايثرل Ethereal وهو قابل للذوبان بالماء ثم اعطى اسم الاثيفون Ethephon وهذا يتجزأ تدريجيا في المحلول المائي وفي انسجة النبات مكونا الاثلين. وبما ان الاثلين هو غاز فلا يحصل به تراكمات في النبات ولا توجد له تأثيرات جانبية او سمية.

التأثيرات الفسيولوجية للأثلين:

1- تشجيع الاثلين لنضج الثمار: اهتم الباحثون بدراسة العلاقات بين نضج الثمار وغاز الاثلين واساس هذه العلاقة مبني على ملاحظتين هما:

– ان النضج الطبيعي للثمار يكون مصحوب بزيادة كمية الاثلين المنتجة في انسجة الثمرة.

– ان معاملة بعض الثمار بالأثلين تؤدي الى التبكير في بدء عملية النضج والاسراع فيها.

عند تنفس الثمار سوف يتكون الاثلين وبوجود الاوكسجين سوف ينشط تأثيره مما يؤدي الى زيادة نضج الثمار وذلك من اجل المحافظة على الثمار من النضج تحفظ الفاكهة (خاصة اللحمية منها) في مخازن مكيفة للخزن في جو غني بغاز CO_2 (5 – 10%) ذو محتوى منخفض من O_2 (1 – 3%) وبدرجات حرارة منخفضة.

2- التأثير على الازهار: عند اضافة الأثلين او الرش بالايثرل او الاثيفون على نبات الاناناس ادى الى ازهار النبات. لوحظ ان رش IAA على الأناناس يشجع التزهير بسبب تكوين الاثلين الذي يشجع التزهير يعمل توازن بين النمو الخضري والنمو الزهري فيتوقف النمو الخضري وبالتالي تتجه النباتات للازهار. اذ ان طبيعة الاناناس يستمر في النمو الخضري، فعند الرش بالاثيلين سوف يحث من تكوين الاثيلين فيعمل على تثبيط النمو الخضري، وبما ان عملية الازهار عملية مجهدة للنباتات والنبات مستمر بالنمو الخضري يحدث تنافس غذائي ولا تزهر النباتات. ولكن عند بطء النمو الخضري او تثبيطه من قبل الاثيلين، سوف يتجه النبات للتزهير.

3- الاثلين يسبب تشوه النمو Epinasty: ان المعاملة بالتراكيز العالية من الاوكسين IAA تسبب هذه الظاهرة والتي تسمى (بالذبول المؤقت) من خلال المساعدة على تحرير الاثلين.

4- الاثلين يسبب الشحون Etiolation للنبات: حيث ان الكميات الكبيرة من الاثلين تؤدي الى تقليل صبغات التركيب الضوئي ويصبح النبات شاحب نتيجة هدم البروتينات والكلوروفيل أي يحدث الهدم في مكونات الانسجة اكثر من البناء في النبات.

الاوكسينات Auxins

الاوكسين : كلمة لاتينية تعني الى النمو (To growth) واطلق هذا اللفظ على هرمون النمو الذي ينتج في قمة النبات. والاوكسينات عبارة عن احماض بحلقات غير مشبعة.

توجد الاوكسينات في انسجة جميع النباتات الراقية وبتراكيز واطئة جدا تتراوح 10 مايكرو غرام/كيلوغرام وزن رطب من النسيج النباتي وخاصة في المناطق المرستيمية والانسجة النشطة في النبات الوعائية اي يوجد الاوكسين في القمم النامية والاوراق الحديثة التكوين والثمار والجذور.

ينتقل الاوكسين الطبيعي بصورة قطبية اي من الاعلى الى الاسفل حيث يصنع في القمة النامية وينتقل الى الجذر خلال الساق.

اما سرعة الانتقال القطبي فيتراوح من 12 – 20 ملم / ساعة وهذه الحركة اسرع من الانتشار.

استخدام الاوكسينات في البستنة:

1- تستخدم الاوكسينات بشكل واسع في تجذير العقل الساقية.

2- تستخدم الاوكسينات في زيادة العقد.

3- تستخدم الاوكسينات في زيادة النسبة الجنسية.

4- تستخدم الاوكسينات في انتاج الثمار العذرية.

5- تستخدم الاوكسينات كمبيدات ادغال.

6- تستخدم الاوكسينات لخف الثمار.

وتعد الاوكسينات اول نوع من الهرمونات النباتية المكتشفة وتتميز الاوكسينات بقابليتها على تنظيم النمو وذلك بتحفيزها لانقسام واستطالة الخلايا النباتية .

التأثيرات الفسيولوجية للاوكسينات:

ان تأثير الاوكسين الفسيولوجي على نمو وتطور النبات تتوقف على تركيز الاوكسين فبعض التأثيرات تكون محفزة للنمو وبعضها مثبطة للنمو ومن اهم تأثيراتها في الانسجة النباتية:

1- تحفيز الاوكسين لاستطالة الخلايا: تلعب الاوكسينات دورا هاما في استطالة الخلايا اثناء نمو الكثير من الاعضاء النباتية فقد وجد ان اضافة الاوكسين الى النبات الكامل لا يؤدي الى زيادة النمو الطولي بسبب تركيز الاوكسين الداخلي يكون كافيا حيث ان زيادة تركيز الاوكسين تسبب زيادة في معدل الاستطالة ضمن مدى معين من التراكيز، وان التراكيز العالية تعطي تأثير مثبطا.

ان استخدام الاثينول Ethephon الذي يحرر الاثلين بعد الاضافة كانت فعالة في نضج ثمار الموز بدرجة موازية للاثلين حيث كانت النتائج الحاصلة من غمس الثمار لمدة ساعة في محلول الاثيفون بدرجة حرارة الغرفة مشابهة الى تعرض الثمار لغاز الاثلين لمدة 24 ساعة.

نصح العالم Cousins بعدم حفظ البرتقال مع الموز لان البرتقال ينتج مواد طيارة تسبب نضج الموز.

– التفسير الاخر يقول ان المواد الغذائية تتجمع في اماكن ذات التركيز العالي فوجود حالة التنافس على المغذيات بين البرعم الطرفي والبراعم الجانبية يكون مسؤولاً عن حدوث ظاهرة السيادة القمية .

5- تكوين ثمار عذرية Parthenocarpy: تتكون الثمار العذرية نتيجة نشوء الثمرة بدون حدوث اخصاب. حيث يضاف الاوكسين بطريقة الرش الى ازهار بعض النباتات لأجل زيادة تركيز الاوكسين وتحفيز تكوين الثمار العذرية كما في الطماطة والكمثرى والشليك من اجل زيادة إنتاجية هذه المحاصيل.

*الثمار الحقيقية هي تلك الثمار التي تنشا من تضخم جدار المبيض كما في االحمضيات.

الثمار الكاذبة هي التي تنشا من انسجة اخرى مثل التخت كما في التفاح والكمثرى.

6- منع الانفصال (تثبيط التساقط) : تحدث ظاهرة التساقط بسبب تكوين طبقة من الانسجة في قاعدة السويقة او الحامل وتسمى بمنطقة الانفصال Abscission Zone وتضعف الصفائح الوسطية للخلايا مما يؤدي الى سهولة فصلها عند تعرضها لأبسط تأثير ميكانيكي. وقد وجد ان الاوكسين يمنع تطور طبقة الانفصال كما يضن ان نصل الورقة ينتج الاوكسين المثبط لتطور طبقة الانفصال. ولكن عند ازدياد عمر الورقة فان كمية الاوكسين تقل وبذلك تتكون طبقة الانفصال.

7- زيادة التنفس: لقد وجد ان الاوكسين يزيد من معدل التنفس وبالتالي يؤدي الى زيادة النمو.

8- استعمال الاوكسين كمبيدات ادغال: اهم الاوكسينات المستخدمة لمكافحة الادغال هي:

1- 2,4-D داي كلوروفينوكسي استيك اسيد

2- 2,4,5,T تراي كلوروفينوكسي استيك اسيد

3- MCPA 4 كلور–2– ميثايل فينوكسي استيك اسد

4- Picloram والذي يباع تجارياً باسم (Tordon)

ان هذه المواد هي مبيدات اختيارية وهي عبارة عن اوكسينات مصنعة ثابتة بتراكيز عالية لها عدة تأثيرات على النباتات منها:

أ– الاخلال بالنمو نتيجة زيادة العمليات الحيوية .

ب– ان استخدام الاوكسين بتراكيز عالية يشجع النبات على انتاج الاثلين مما يعمل على تشوه النبات اي نمو النبات بشكل عشوائي غير منتظم وبالتالي يؤدي الى موت النبات .

ج– الاوكسينات لها تأثير على الاحماض النووية حيث تؤثر على DNA المسئول على نشاط الانزيمات فسيحدث خلل في عمل الانزيمات .

اما بالنسبة للجذور فعند اضافة الاوكسين للجذر يتوقف عمل الاوكسين ويتحول الى مثبط حيث يعمل على ايقاف النمو الطولي ويعمل على زيادة التفرعات الجذرية لأنه يعمل على انقسام الدائرة المحيطية في الجذر، وان انقسام النبات لا يؤدي الى استطالة النبات وان استطالة النبات سببها هو استطالة الخلايا .

2- تحفيز الاوكسين لانقسام الخلايا وتكوين الكالس callus: ان الاوكسين يشجع تكوين الكالس (خلايا برنكيمية غير متخصصة) ولكن ضمن تراكيز قليلة، حيث ان زيادة تركيز الاوكسين يؤدي الى زيادة انتاج الاثلين.

وتعتبر عملية تكوين الكالس مهمة في تقليل فقد الماء واتقاء اضرار المسببات المرضية.

ان اكثار النباتات بالعقل اضافة الى تكوين الكالس يعد ضرورياً لتجذير العقل والذي يلعب الاوكسين دورا مهما في تكوينه حيث ان التأثير الاساس للاوكسين هو تحفيزه لاستطالة الخلايا النباتية وفي نفس الوقت تحفيز الانقسام الخلوي .

وقد يتكون الكالس في اماكن الجروح على الاجزاء النباتية وعند معاملة تلك الاجزاء او المناطق بالاوكسين قد يتطور الكالس مكونا جذور عرضية على خلايا الكالس. واحياناً يسبب الاوكسين التخصص او التمييز لهذه الخلايا.

3- الاوكسين يشجع على تكوين بادئات الجذور Root initiation: لقد وجد ان اضافة الاوكسين بتراكيز عالية نسبيا الى الجذور يقلل من نمو واستطالة الجذور ولكن في الوقت نفسه يعمل الاوكسين على زيادة التفرعات وتكوين الجذور الجانبية هذه الظاهرة تعتمد على انقسام الخلايا في الدائرة المحيطية. ومن الاوكسينات التي تحفز تكوين الجذور IAA , IBA , NAA .

4- السيادة القمية ونمو البراعم الجانبية Apical dominance growth of lateral buds

لوحظ في العديد من النباتات ان البرعم الطرفي Apical bud ينمو بشدة ويظهر نوع من التأثير التثبيطي على نمو البراعم الجانبية اي تحصل ظاهرة السيادة القمية نتيجة تفوق البرعم الطرفي في النمو على بقية البراعم الجانبية. وان ازالة البرعم الطرفي يؤدي الى تحفيز البرعم الجانبي على النمو ولو اضيف مكعب الجلاتين الحاوي على الاوكسين الى الجزء المقطوع يودي الى تثبيط نمو البراعم الجانبية في النبات.

*لماذا يثبط تركيز معين من الاوكسين نمو البراعم الجانبية بينما يحفز نمو البراعم الطرفية ؟

– احدى التفسيرات تقول ان البراعم الجانبية تكون حساسة لتراكيز معينة من الاوكسينات وان الانتقال القطبي للاوكسين نحو القاعدة خلال الساق يثبط الارتباطات الوعائية بين البراعم الجانبية والساق نفسه مما يؤدي الى انخفاض في قابلية البراعم الجانبية للحصول على المواد الغذائية بواسطة الانسجة الناقلة .

الاوكسيين على انحناء غمد الرويشة ويسمى هذا بالاوكسين المنتشر كما يطلق على عملية فحص فعالية الاوكسين او غيره من المواد باستعمال الانسجة الحية بالاختبار الحيوي Bioassay .

اهم طرق اختبار الاوكسين bioassay لتقدير الاوكسينات المستخلصة

1- اختبار انحناء غمد رويشة الشوفان : يوضع مكعب الجيلاتين الحاوي على الاوكسين على جهة واحدة من عقد غمد الرويشة المقطوعة وبذلك ينتشر الاوكسين خلال غمد الرويشة مباشرة اسفل مكعب الجيلاتين ويسبب نمو واستطالة هذه الخلايا بسرعة فيحدث تفاوت بالنمو وبالتالي انحناء غمد الرويشة الى الجهة الأخرى من المكعب الحاوي على الاوكسين. ان درجة الانحناء(تقاس بطريقة Shadograph وذلك بوضع عدة اغماد للرويشة في حامل امام ورقة فوتوغرافية حساسة ثم تحمض وتثبت) عند اضافة IAA المصنع الى عقب غمد الرويشة فان درجة انحناء غمد الرويشة تتناسب تقريبا مع تركيز IAA المستعمل ولحد معين (2 ملغم / لتر) وبذلك يمكن مقارنة الاوكسين المجهول والمستخلص من النسيج النباتي مع الاوكسين الصناعي المضاف، في قدرته على تحفيز انحناء غمد الرويشة .

2- اختبار النمو المستقيم في الشوفان : وهي مبنية على قابلية الاوكسين في زيادة استطالة خلايا اغماد الرويشات او الساق فعند قطع اغماد رويشات الشوفان النامية في الظلام ولازالة اي مصدر للاوكسين الداخلي ثم توضع قطع من عقب غمد الرويشة المتبقية في محاليل حاوية على مستخلص الاوكسين او محلول الاوكسين المصنع. وجد ان نمو هذه القطع يزداد بزيادة لوغاريتم تركيز الاوكسين وبمقارنة زيادة نمو بسبب الاوكسين المستخلص من النبات مع النمو الناتج عن الاوكسين الاصطناعي يمكن تقدير فعالية او كمية الاوكسين الموجودة في النسيج النباتي .

ويذكر ان طريقة اختيار النمو المستقيم هي حساسة ايضاً، لكنها غير متخصصة للاوكسين مقارنة بطريقة الانحناء الاولي نظرا لان العديد من المركبات الكيمياوية يمكن ان تسبب نمو القطع بطريقة اختبار النمو المستقيم.

3- اختبار انحناء ساق البزاليا المشقوق: ان هذه الطريقة تشبه الاولى من ناحية اعتمادها الانحناء المتسبب عن النمو المتفاوت تؤخذ قطع من ساق بادرة البزاليا النامية في الظلام وتشق طوليا وتغطس في محاليل الاختبار.

ففي اول الامر يحدث انحناء سلبيا الى الخارج بسبب امتصاص خلايا القشرة الداخلية للماء. ان خلايا البشرة تستجيب عادة لأوكسين في النمو الطولي بينما تستجيب خلايا القشرة من نموها العرضي اكثر من الطولي وبعد فترة المعاملة بالتراكيز الفسيولوجية للاوكسين يحدث الانحناء الموجب الذي يتناسب مع لوغاريتم تركيز الاوكسين.

9- تحفيز تكوين الاثلين: لقد ظهرت الدراسات ان IAA عند اضافته بتراكيز عالية يؤدي الى انتاج الاثلين وان الاثلين يسبب ظاهرة تشوه النمو Epinasty وان للأثلين تأثيرات معاكسه لـ IAA . اما في الجذور فقد وجد ان الاوكسين يحفز تكوين الاثلين والذي يسبب خاصية الانتحاء الارضي Geotropism.

10- تحفيز الاوكسين لنقل المواد الحيوية (المغذيات): لقد وجد ان IAA يشجع تكوين المغذيات ويكون مركز التصريف الصناعي.

وقد وجد ان تأثير الاوكسين على النمو يحدث نتيجة ازدياد نقل المواد الغذائية والحيوية في حين ان استطالة الخلية تكون سريعة جدا اذا ما قورنت بحركة نقل المغذيات ومع ذلك فانه تأثير الاوكسين على حركة نقل المغذيات يمكن ان يؤثر على المدى البعيد في عملية النمو في مختلف اجزاء النبات .

11- تحديد الجنس Sex Expression: لقد وجد ان الاوكسين يحفز تكوين الازهار الانثوية في النباتات. وان نوعية الاوكسين وتركيزه وموعد رشه مهم جدا في تكوين هذه الازهار، وتستعمل هذه الطريقة لغرض زيادة انتاجية الحاصل وخاصة في القرعيات.

س/ عدد اهم استخدامات الاوكسينات في البستنة.

س/ ما هو التأثير الفسلجي للأوكسين في انقسام الخلايا وتكوين الكالس.

<u>طرق فصل الاوكسينات والاختبارات الحيوية لها:</u>

ان الاوكسينات توجد بكميات قليلة جدا بحدود (10 مايكرو غرام/كغم) وزن رطب من النسيج النباتي واعلى ما تكون في القمم النامية للسيقان والجذور والاوراق .

علل/ لذلك لا يمكن تقديرها بالطرق الكيمياوية بطريقة روتينية الامر الذي ادى الى استخدام الاختبارات الحيوية Bioassay.

بعد تشخيص الـ IAA في النباتات من قبل Thiman و Kogil حاول الكثير من الفسيولوجيين النباتيين البحث عن هذا الاوكسين او غيره من الاوكسينات في عدد النباتات. وطبيعي ان نجاح البحث يعتمد على الطريقة الصحيحة لاستخلاص الاوكسين وقياس الكمية المستخلصة ومن الطرق المستعملة في استخلاص الاوكسين هو استعمال المذيبات الايثر الاثيلي البارد او كحول الاثيلي البارد او الكلوروفورم البارد. ان المستخلص بالايثر يجب ان يركز بالتبخير ومن ثم يضاف الى مكعب الجيلاتين.

في بعض الطرق التكنيكية يؤخذ مكعب الجيلاتين ويوضع في تماس مع العضو النباتي المرغوب دراسته لاجل انتشار الاوكسين من خلايا العضو النباتي الى مكعب الجيلاتين كما فضل went في تجارب تأثير

الاوكسينات المصنعة تقسم الى خمسة مجاميع

1- مجموعة الحوامض الاندولية Indole acid مثل

اندول حامض البروبونيك Indole Propionic acid IPA

اندول حامض البيوتيرك Indole butyric acid IBA

2- مجموعة حوامض النفثالين Naphthalene acid مثل

نفثالين حامض الخليك Naphthalene acetic acid NAA

3- مجموعة حوامض الكلوردفينوكسي Cloro Phenoxy acid مثل

2 ، 4 - داي كلوروفينوكسي حامض الخليك 2,4-d 2,4,5-T

4- مجموعة حامض البنزويك Benzoic acid مثل

2,4,6-T 2,4,6,Trichlorobenzoic acid من نوع مبيدات الاعشاب

5- مجموعة حامض البيكولنيك Picolinic acid مثل

اوكسين من نوع مبيدات الاعشاب المسمى بالبيكلورام Picloram او التوردون

السلوك الفسلجي للاوكسين المصنع يشبه سلوك IAA وكذلك يطلق عليه الهرمونات

يعتبر IBA من اكثر الاوكسينات استعمالا في تكوين الجذور العرضية وذلك لأنه:

1- يمكن استخدامه في مدى واسع من التراكيز.
2- ليس له تأثير سمي على النباتات المعاملة.
3- تستجيب معظم النباتات للمعاملة ب IBA.
4- لا يتأكسد بالضوء كما هو الحال في IAA.

4- اختبار تثبيط جذور الرشاد: تعد الجذور اكثر الاعضاء حساسة للاوكسين مقارنة بالسيقان ولهذا السبب تثبط الجذور بتراكيز الاوكسين التي تحفز السيقان، ولذلك نجد ان التراكيز المخففة من الاوكسين تكون كافية لنمو الجذور وعلى هذا الاساس فان فائدة هذه الاختبارات تكمن في ان نمو الجذور يحدث حتى عند التراكيز المنخفضة جدا للاوكسين كتلك التراكيز الموجودة في مستخلصات الانسجة النباتية.

وطريقة هذا الاختبار تتضمن اولا تعقيم بذور الرشاد ثم انباتها على ورقة ترشيح مبللة بالماء وبعد وصول الجذور الى الطول المناسب توضع في اطباق بترية تحتوي على 15 مل من محلول الاختبار وبعد 48 ساعة من ذلك يتم قياس الجذور.

الجبرلينات Gibberellins

تعتبر الجبرلينات من منشطات النمو النباتي وهي احدى الهرمونات المخلقة طبيعيا داخل الانسجة النباتية Phytohormone ولقد اكدت الابحاث بانها موجودة في جميع اصناف المملكة النباتية كذلك لها دور في نمو وتمايز النباتات الراقية. ينتقل GA_3 الموجود في البذور عن طريق اللحاء الى البادرة وفي الجذور عن طريق الخشب كذلك يصنع في قمة الجذور، وان سرعة نقل AG_3 في الاوعية الناقلة 5 سم/ساعة وانه اسرع من انتقال الاوكسين.

التاثيرات الفسلجية للجبرلينات

1- تحفيز استطالة الخلايا وتنشيط النمو القزمي الوراثي: تؤدي معاملة النبات بالجبرلين الى استطالة الخلايا حيث يزداد طول السلاميات ويزداد محور الورقة الطولي عن العرضي كذلك له القابلية على تنشيط النمو القزمي الوراثي في بعض النباتات القزمية مثل الفاصوليا والبزاليا والرقي والخيار، ان التقزم الوراثي يكون ناتج عن طفرة وراثية وان تأثير هذه الطفرة مورفولوجيا يسبب قصر السلاميات وليس تقليل عددها ولهذا فان اضافة الجبرلينات لهذه النباتات يسبب استطالة خلايا السلاميات وتصبح شبيهة بالنباتات الاعتيادية .

2- انقسام الخلايا: في البداية اعتقد ان ليس للجبرلين علاقة في انقسام الخلية ولكن بين احد العلماء Chandler (1957) ان انقسام خلايا المتك في نبات البصل يحدث بسرعة عند معاملتها بالجبرلين مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

3- الحث على الإزهار: ان النباتات ذات النهار الطويل او التي تحتاج الى البرودة اذا ما بقيت في ظروف النهار القصير او في ظروف الحرارة الدافئة فإنها تبقى خضرية وبشكل شبيهة بالوردة (Rosette) ولا تزهر. لكن في في حالة معاملة النباتات بالجبرلين سوف يعوضها عن الفترة الضوئية وفترة البرودة اللازمة لتحفيز التزهير، كما سيحفز استطالة السلاميات.

*ظاهرة التورد Rosette: هي ظاهرة تحدث عند انخفاض او فقدان تأثير الجبرلين على السيقان النباتية مما يؤدي الى قصر السلاميات وتقارب الأوراق من بعضها البعض.

4- تمد الورقة : بين Paul واخرون (1956) ان معاملة بعض النباتات مثل الطماطة والباقلاء والبزاليا والخيار واللهانة بـ GA_3 بتركيز 10-20 ملغم/لتر تصبح الأوراق اعرض وتستطيل مقارنة بالنباتات الغير معاملة.

5- تحفيز انبات البذور : اثبت الابحاث بان الجبرلين يؤدي الى زيادة الانبات حيث قام Rao واخرون (1963) بنقع بذور التوت *Morus indica* في محاليل GA_3 بتراكيز 100,50,25,10 ppm ملغم/لتر لمدة 24 ساعة بعد نقعها مسبقا في الماء وقد قورن انبات هذه البذور مع تلك البذور المنقوعة في الماء

طرق اذابة منظمات النمو

	منظم نمو	المذيب
جبرلين	GA3	ايثانول Ethanol
اوكسين	IBA	KOH هيدروكسيد البوتاسيوم 1N
	IAA	1N NAOH or KOH
	Solution NAA	Amuonium
سايتوكانين		
	Kinetin	1N NAOH
	BA , BAP	KOH
اوكسين	2,4-D	ايثانول KOH
سايتوكاينين	Zeatin	1N NAOH
	2IP	lN KOH

المقطر فكانت النتيجة ان معدل الانبات في جميع الحالات سريع وازدادت نسبت الانبات وكانت طول البادرات اكبر بعد 12 يوما من النمو وكان اقل تركيز من GA_3 هو ppm50 الذي بواسطته تم الحصول على نسبة انبات 94% .

6- كسر طور السكون في النباتات والبذور: تتوقف بعض النباتات عن النمو في الخريف ولا تستعيد نموها الا بعد ان تجهز بمعاملات برودة محددة وهناك بحوث تثبت على ان الرش بالجبرلين ينهي الحاجة الى البرودة وتساعد النبات لاستعادة نموها وقد بين احد الباحثين بانه يمكن جعل درنات البطاطا الساكنة تنبت بواسطة نقعها في محلول مائي لـ GA بتركيز ppm25 لمدة ساعة ونصف .

وتحتاج بعض البذور الى فترة (ما بعد النضج) او المعاملة بالبرودة او التعريض للضوء او معاملات اخرى لغرض مساعدتها على الانبات، وقد تم التخلص من هذه الاحتياجات بواسطة فعل او تأثير GA_3 التي تلغي الحاجة للضوء مثل بذور الخس والتبغ وان الرش بـ GA_3 يلغي الحاجة الى البرودة لبذور الخوخ.

7- تحفيز تكوين الثمار العذرية: يقصد بالثمار العذرية تلك الثمار التي لا تحتوي على بذور حيث تعطي الزهرة ثمرة لا بذرية نتيجة فشل تلقيح واخصاب مبيض الزهرة وهذه ما يطلق عليه Parthenocarpy وتحدث العقد العذرية طبيعيا في العديد من الاصناف مثل برتقال ابو سرة والعنب (ثومبسون سيدليس) ويمكن احداث العقد العذري بالمعاملات الهرمونية فقد بين Crane واخرون (1960) ان GA بتركيز 500,250,50 جزء بالمليون أدى الى حث التوالد العذري وعقد اكثر للثمار في أشجار الخوخ.

8- اتجاه الاوراق: لاحظ العديد من الباحثين ان اول علامة نتيجة المعاملة بالجبرلين هو تغيير زوايا الاوراق بالنسبة للساق حيث لوحظ ان نبات الداوودي المعامل بالجبرلين يحمل اوراق بشكل عمودي.

9- عقد ونشوء الثمرة: اوضحت التجارب ان الجبرلين في بعض الحالات يؤدي الى زيادة عقد الثمار فقد بين Hield واخرون (1958) ان معاملة الليمون الحامض صنف Beress بتركيز ppm100 بالجبرلين ادى الى زيادة عقد الثمار مقارنةً بالنباتات غير المعاملة .

10- تغيير النسبة الجنسية Sex Ratio: ان تحديد الجنس هي صفة وراثية الا ان هذه الصفة تستجيب احيانا لتأثير عوامل اخرى منها المعاملة بالجبرلينات حيث يتغلب تكوين الاعضاء الذكرية للنبات عند ارتفاع مستوى الجبرلينات بالأنسجة فقد ادت المعاملة بالجبرلينات بتكوين 2000 ملغم/لتر لنباتات الخيار المؤنثة في طور البادرة المبكر الى دفع النباتات لانتاج ازهار ذكرية ومن ثم الحصول على بذور مستعملة لأغراض التربية والتحسين.

11- نمو الجذور: معظم التجارب تشير بانه ليس للجبرلينات تأثير على نمو الجذور ولكن التجارب التي اجريت على تجذير العقل بينت بوضوح ان الجبرلين لا يمنع وتمييز الجذور فقط ولكنه ايضا يبطل تحفيز الجذور الذي يسببه الاوكسين.

12- التاثير على استطالة الساق الزهري والازهار: تلعب الجبريلنات دوراً في ضبط التوازن بين نمو السلاميات ونمو وتطور الاوراق فمثلا يزداد نمو وتتطور الاوراق في انواع نباتات معينة بينما يبطئ نمو السلاميات مما يعطي شكلاً للنمو يشبه الوردة Rosette، وقبل ان يصل هذا النبات للأزهار تنشط نمو سلامياته مكوناً شمراخاً تحمل عليه الازهار وتسمى عملية استطالة الساق الحامل للأزهار Botting. وقد وجد ان النباتات ذات النهار الطويل او المتطلبة للبرودة اذا ما بقيت تحت ظروف النهار القصير او ظروف الحرارة الدافئة تبقى خضرية وشكل شبيه بالوردة Rosette ولا تزهر الا ان معاملة هذه النباتات بالجبرلين سوف يعوضها متطلبات الفترة الضوئية او فترة البرودة وبذلك تستطيل سيقانها وتزهر.

13- تحفيز تكوين الانزيمات المحللة للمواد الغذائية: لتوضيح هذه الظاهرة نلاحظ بذور الشعير حيث تتكون البذور من الجنين والاندوسبيرم والذي هو عبارة عن نسيج مكون من خلايا خازنة محاطة بطبقة رقيقة من خلايا حية غنية بالبروتين تسمى بطبقة الاليرون، وعند البدء بالإنبات فان طبقة الاليرون تجهز الانزيمات المحللة التي تهضم النشا والبروتين وتحولها الى مركبات ذائبة بسيطة يستخدمها الجنين عند النمو.

وقد تم الافتراض بان الجنين يجهز بعض الهرمونات الى طبقة الاليرون والتي تحفز تكوين الانزيمات الجديدة وان هذا الهرمون هو الجبرلين لأن اضافته الى البذور المزالة اجنتها الى تكوين انزيمات (الفا اميليز α amylease والبروتيز Protease.

السايتوكاينينات Cytokinin's

وهي قواعد حرة يصنعها النبات وتحث النبات على بناء البروتين. ويرمز لها بالرمز CK وتعرف بانها مواد تحفز انقسام الخلايا في اعضاء النبات المختلفة ولها دور في زيادة تكوين الكالس Callus وكسر السيادة القمية وبالتالي تشجيع البراعم الجانبية وتلعب دورا هاماً في عمليات انبات البذور وعقد الثمار وزيادة المادة الجافة في انسجة النبات. ومن امثلة السايتوكاينينات الطبيعية Zeatin المعزول من الجذور ومن امثلة السايتوكاينينات المعصنة Benzyl adenine (BA).

*الاوكسين يبنى في القمة النامية وينتقل من الاعلى الى الاسفل ويؤدي الى حدوث ظاهرة السيادة القمية. السايتوكاينين يبنى في الجذور وينتقل الى الاعلى بواسطة الخشب مع العصير الصاعد واه دور في كسر السيادة القمية.

*الاوكسينات توجد على شكل حوامض بينما السايتوكاينينات توجد على شكل قواعد

التأثيرات الفسيولوجية للسايتوكاينينات:

1- انقسام الخلايا: ان اضافة السايتوكاينينات والاوكسينات في الزراعة النسيجية بنسب صحيحة يعمل على تحفيز انقسام الخلايا وتكوين الكالس حيث اوضحت الدراسات ان اليسايتوكاينين يحفز انقسام الخلايا بينما الاوكسين يحفز تكوين الجذور.

2- اتساع الخلايا: عند معاملة بعض الاجزاء الورقية المأخوذة من اوراق نامية في الظلام لنبات الباقلاء بالكاينتين فان ذلك يؤدي الى اتساع الخلايا ويمكن ان يحدث التأثير من دون وجود الاوكسين ولوحظ اتساع الخلايا نسيج التبغ المزروع عند معاملته بالكاينتين.

3- تأثير السايتوكاينينات على النمو: لوحظ ان السايتوكاينينات لا تؤثر في استطالة الساق الاصلي بعكس ما هو عليه في الجبرلين ولكنه يؤدي الى تثخن الساق والجذور بسبب تأثيره في تحفيز اتساع الخلايا او تحفيز انقسام الخلايا ووجد ايضا ان السايتوكاينين يثبط من استطالة الجذر الرئيسي ويحفز تكوين الجذور الجانبية وتكون هذه قصيرة ومثخنة.

4- تأثير السايتوكاينين في تكوين الانزيمات: وجد ان السايتوكاينين يحفز تكوين بعض انزيمات التركيب الضوئي وانزيم الاملیز Amylase والثايمين وغيرها.

5- تأثير السايتوكاينين على الازهار: لقد وجد ان السايتوكاينين يحفز تكوين الازهار في النباتات التي تتطلب النهار الطويل او تتطلب فترة برودة كذلك يحفز تكوين الثمار العذرية في التين والعنب.

6- كسر السكون في البذور والبراعم: يساعد السايتوكاينين على كسر السكون في البذور والبراعم مثلا بذور الخس تحتاج الى ضوء لكي تنبت وسوف تنبت في الظلام عند معاملتها بالسايتوكاينين.

الاختبارات الحيوية للجبرلينات : نقصد بالاختبار يعني تقدير استجابة النسيج النباتي الحي للهرمون وهناك عدة طرق لغرض اختبار الجبرلين حيوياً.

1- اختبار النباتات المتقزمة: من الطرق الاولى لفحص الجبرلين حيوياً هي تنشيط الجبرلين لنمو نباتات الرز، فعندما توضع بادرات الرز في اناء يحتوي على محلول الجبرلين يلاحظ بعد فترة (اسبوع) نمو واتساع الورقة الاخيرة للنبات.

كما وجد ان اضافة الجبرلينات الى النباتات المتقزمة لبعض الاصناف في الذرة، البزاليا، الخيار، الفاصوليا تؤدي الى جعل النباتات اعتيادية في طولها. اما نباتات الذرة الاعتيادية لا تتأثر بإضافة GA مما يدل انها ليست بحاجة لل GA.

2- اختبار اندوسبيرم بذور الحبوب : الجبرلين يحفز تكوين انزيم الفا املیز α amylase في بعض الحبوب حيث تعقم بذور الشعير مثلاً في محلول هايبركلورات الكالسيوم $CaOCl_2$ لغرض قتل الاحياء المجهرية ثم تقطع البذرة الى انصافها بصورة عرضية وتوضع الانصاف الحاوية على الاندوسبيرم في اطباق حاوية على تراكيز معينة من GA وعلى درجة حرارة 30 °م وبعد مرور 24-48 ساعة تقاس كمية السكريات المختزلة بمحلول فهلنك ومن الطبيعي ان هذه السكريات تتكون نتيجة عمل انزيم الالفا املیز كما يمكن قياس نسبة النشا المتناقصة بسبب عمل الانزيم.

3- استطالة السويقة تحت الفلقية (السفلى) لبادرات الخس: وفي هذه الطريقة توضع بادرات الخس في محلول الجبرلين ثم تقاس استطالة السويقة تحت الفلقية حيث تعطي مؤشرا لاستجابة النبات للجبرلين

4- الطريقة الاخيرة من الاختبارات الحيوية للجبرلين: هو قابلية الجبرلين في تأخير الشيخوخة في اوراق النبات حيث يستطيع الجبرلين تأخير شيخوخة الانسجة ولاسيما تقليل فقدان الكلوروفيل من اوراق بعض النباتات كما في السرطانات في نبات الثيل. اطلق على عملية فحص فعالية او كمية منضم النمو (الاوكسين GA_3) او غيرها من المواد باستعمال الانسجة الحية بالاختبار الحيوي Bioassay الاختبار الحيوي حيث يتم هذا الاختبار بتقدير استجابة النسيج النباتي الحي للهرمون.

الشيخوخة تحصل نتيجة تقدم العمر (اي تكون عملية الهدم اكثر من البناء)

وقد بينت الابحاث ان سبب شيخوخة الورقة هو حدوث نقصان في البروتين والاحماض الامينية وحدوث اصفرار للورقة نتيجة فقدان الكلوروفيل وينخفض معدل التنفس نتيجة قلة العمليات الحيوية.

اما ما يحدث في الخلايا فهو عدم تخصص العضيات، وزيادة نفاذية الاغشية (خروج محتويات الخلية الى الخارج) وتحطم الرايبوسومات واضمحلال النوى وبالتالي يتأثر العضو النباتي ككل.

* اسباب هرم الورقة: 1- عمر الورقة 2- عمليات الهدم اكثر من البناء 3- قلة السايتوكاينين

* عند الرش بالسايتوكاينين يحدث جذب للمغذيات ويستمر عمرها لفترة اطول وحسب الكيفية المضافة حيث يعيد النشاط الداخلي للنبات في مرحلة الشيخوخة.

فحص السايتوكاينين حيويا:

1- اول طريقة للفحص الحيوي للسايتوكاينين تمت بعزل انسجة من منطقة قريبة جدا من الكامبيوم في الجذور ثم زرعها في وسط صناعي واضيف للوسط الغذائي حليب جوز الهند حيث ادى الى زيادة انقسام الخلايا في مزرعة النسيج وهذا دليل على ان السايتوكاينين في الحليب هو الذي يسبب الانقسام في نسيج الكامبيوم.

2- الباحث Miller وجد طريقة اخرى تتضمن قياس الزيادة في نمو الكالس المستحصل علية من فلق فول الصويا حيث لوحظ زيادة في تركيز الكاينتين Kinetin الذي سبب زيادة في النمو.

3- تأخير الشيخوخة: ان اضافة السايتوكاينين يؤخر هدم الكلوروفيل والبروتينات والاحماض النووية لذا يمنع التدهور والشيخوخة.

* تجربة: لو اخذنا ورقتين مع حامل الورقة مقطوعة الاولى مجذرة والاخرى غير مجذرة نلاحظ ان الورقة غير المجذرة تدخل شيخوخة قبل الورقة المجذرة والسبب في ذلك ان الجذور تكون السايتوكاينين وتؤخر الشيخوخة.

في الطبيعة تنبت البذور الموجودة قرب الجذور وذلك لان الجذور تفرز السايتوكاينين الذي يسهل من انباتها .

7- انهاء السيادة القمية: ان اضافة السايتوكاينين مع الاوكسين يؤدي الى تثبيط عمل الاوكسين وتحفيز نمو البراعم الجانبية. كما وجد ان السايتوكاينين يحرر البراعم الجانبية من سيادة البراعم الطرفية دون الحاجة الى قطع البراعم الطرفية.

8- تحفيز نقل المغذيات: وجد ان السايتوكاينين يحفز نقل المغذيات مثل الاحماض الامينية والهرمونات والعناصر المعدنية وبالأخص الفوسفات، مثلا عند اضافة حامض اميني مشبع الى جهة من الورقة واضافة السايتوكاينين الى الجهة الثانية نلاحظ ان السايتوكاينين يبقى مكانه ويجذب الحامض الاميني اليه (السايتوكاينين لا ينتقل من مكان اضافته الى مكان اخر).

اتساع الخلايا: يحفز السايتوكاينين اتساع الخلايا شانه شان الاوكسين والجبرلين فعند معاملة قطع ورقية من الفاصوليا بالسايتوكاينين يحدث اتساع كبير في الخلايا ولهذا السبب لا يمكن اعتبار السايتوكاينين محفزا لانقسام الخلايا فقط.

9- تأخير شيخوخة الاوراق: عند غمس الورقة في محلول مغذي حاوي على السايتوكاينين فان لون الورقة يبقى محافظ على اخضراره حيث ان السايتوكاينين يحافظ على تكوين الكلوروفيل والبروتينات والاحماض النووية. كما يستعمل في زيادة واطالة عمر الازهار المقطوعة والثمار الطازجة والخضراوات واطالة عمر الخزن ويكون مصحوب بقلة معدل التنفس.

تداخل السايتو كاينين مع الجبرلين والاوكسين:

* ان تداخل الجبرلينات مع السايتوكاينينات يكون من نوع التنافس او التعاون، فمثلا ان الجبرلينات GA_3 يحفز انبات البذور خلال 3 ايام الاولى من الزراعة بينما السايتوكاينين يثبط الانبات بعد اليوم الثالث.
* في بعض الحالات زيادة تركيز السايتوكاينين يقلل تركيز الجبرلين اللازم توفره.
* كما اتضح ان الجبرلين والسايتوكاينين يثبطان عملية تحفيز الاوكسين لتكوين الجذور.
* كما ان تداخل GA والاوكسين والسايتوكاسينين تسيطر على نمو انسجة الخشب.

تأثير السايتوكاينين على نمو الورقة وشيخوختها:

تعزى الشيخوخة الى مجموعة من العمليات الهدمية تنتهي بموت العضو وان موت الاوراق تبدا من قاعدة النبات الى راس الاوراق او النبات، حيث ان في الاوراق القديمة حصلت فيها عمليات الهدم اكثر من البناء ولكن يمكن تلافي هذه الحالة بإضافة الاوكسين ولكن الى حد معين.

5- السكون في البذور: لقد وجد ان ABA يؤدي الى تثبيط انبات بذور بعض النباتات كما وجد ان ABA تقل نسبته عندما تتعرض البذور لدرجات حرارة منخفضة وبالتالي يؤدي الى كسر سكون البذور كما ان الجبرلين يتغلب على تأثير ال ABA المثبط لإنبات البذور حيث يؤدي المعاملة بالجبرلينات الى انبات هذه البذور.

6- السكون في البراعم: يسبب ال ABA سبات البراعم وذلك عند تكونه في الاوراق عندما يقصر النهار في الخريف ثم ينتقل الى البراعم عن طريق اللحاء ويسبب سبات البراعم وفي الربيع تقل كمية ال ABA في البراعم مما يؤدي الى تفتحها.

<u>الاختبار الحيوي لحامض الـ ABA</u>

توجد عدة طرق لفحص الـ ABA حيوياً منها:

1- تأثير ال ABA على نمو قطع من غمد رويشة الحنطة: حيث انه يثبط غمد الرويشة.

2- تثبيط انبات بذور الخس: وجد ان اضافة حامض الابسيسيك لبذور الخس يؤدي الى تثبيط انبات هذه البذور.

3- حدوث عملية الانفصال والسقوط (Abscission): لنصل او سويق الورقة فقد وجد ان ال ABA المضاف يسبب سقوط نصل الورقة فقط او نصلها وسويقها في النبات الكامل.

4- تأثير ال ABA على ميكانيكية غلق الثغور: تستعمل قطع من اوراق النباتات *Cammelina communis* او غيره من النباتات حيث تعامل الاوراق بقطرات من محلول ال ABA في جو خالي من CO_2 ثم تفحص الاوراق بواسطة المجهر لملاحظة مدى انغلاق الثغور نتيجة لهذه المعاملة.

5- طريقة قياس الABA بواسطة ال Gas chromatography طريقة التحليل الكروماتوكرافي

6- قياس ال ABA بطريقة Spectrophotometry

معوقات النمو Plant growth retardants

المعوقات تعرقل او تؤخر النمو في النباتات حيث تسبب تقليل استطالة الساق بسبب تثبيطها لفعالية المرستيمات تحت القمية Sub Apical meristems وبالتالي تقل استطالة الساق ومن هذه المركبات:

السايكوسيل او ccc والفوسفون phosphon و Amo1618 و Ancymidol وان هذه المركبات يطلق عليها معوقات النمو لأنها تعاكس العمليات الفسيولوجية للجبرلين وتقلل من تكوين الجبرلينات الداخلية للنبات. ومن الانواع الاخرى لهذه المركبات الالار Alar (SADH) ويسبب عرقلة النمو وتبكير ازهار بعض النباتات.

ان هذه المواد تثبط نمو النباتات وتجعله من النوع القصير عكس تأثير GA كما وجد ان Amo1618 وphosphon تثبط استطالة الخلايا وانقسامها في منطقة الخلايا تحت القمية في نبات الداوودي. موعد الازهار بعض النباتات الخشبية يمكن اسراعه بإضافة هذه المعوقات .

التداخل بين الاوكسين والاثلين

اكد عدد من الباحثين ان الاوكسين المضاف يشجع انتاج الاثلين في العديد من النباتات وقد لوحظ انه يشجع تكوين الاثلين في الجذور الازهار الاوراق السيقان الثمار (اي ان جميع الاجزاء النباتية تحتوي على الاثلين).

ولكن هناك نظرية تقول ان الاوكسين يحث الاثلين في الاجزاء الخضرية وتختلف استجابة الانسجة للاوكسين باختلاف التراكيز ونوع النسيج .

المثبطات ومعوقات النمو

Growth inhibitors and retardants

لوحظ ان نمو النبات يعتمد على كمية ونوعية منظمات النمو فقد يتوقف او يقل من نمو النبات في احدى فترات حياته **ويرجع السبب الى قلة تكوين محفزات النمو او زيادة في تكوين مثبطات النمو التي تتداخل مع عمليات النمو.**

من اهم المثبطات التي تم اكتشافها لحد الان هو حامض الابسيسك Abscisic acid ويتكون بشكل طبيعي والذي يسبب او يسرع عملية الانفصال الورقة والذي يسبب سكون البراعم في النباتات الخشبية.

الانفصال Abscission : ان ABA هو المسؤول عن انفصال الاوراق والثمار والاوراق الفتية اي ان المستوى العالي من ABA يحدث اجهاض وانفصال للثمار الفتية وكذلك يشجع شيخوخة وتفتح الثمار الناضجة.

– تحتوي الثمار الفتية التي تنفصل في وقت متأخر من موسم نضوج الثمار على كمية ABA تعادل ضعف الكمية في الثمار الفتية المنفصلة في بداية الموسم.

– لوحظ ايضا ان ABA يسبب سقوط جوزات القطن، وسويقات الاوراق ويحفز انقسام الخلايا وهدم الصفيحة الوسطى حيث ان ABA يشجع تكوين بعض الانزيمات مثل السليلز، البكتينز، والبروتيز التي تعمل على هدم خلايا الصفيحة الوسطى.

س/ ما سبب انخفاض نسبة حامض الابسسك ABA في الثمار الفتية عنخ في الثمار الناضجة.

ج/ بسبب وجود الاوكسين الذي يسبب تضخم المبيض والذي يحفز نمو الاجنة في البذور.

التأثيرات الفسيولوجية لل ABA:

1- التأثير على النمو: عند اضافة ABA الى الفروع النامية لبعض النباتات فأنها تسبب تثبيطا نمو الفرع وتكون السلاميات قصيرة والاوراق صغيرة وذلك بسبب قلة انقسام الخلايا في المرستيم الطرفي.

2- تحفيز التساقط والشيخوخة : لقد وجد ان ABA يسبب ظاهرة تساقط جوزة القطن او سويقات الاوراق حيث ينشط تكوين بعض الانزيمات المتعلقة بهدم الخلايا مثل انزيمات Pectinase و celluloses و Protease بينما يكون الـ ABA اقل تأثيرا على الاوراق الكاملة وتظهر ان قلة فعاليته على الاوراق الطبيعية على النبات ترجع الى تأثير الاوكسين والسايتوكاينين اللذان يمنعان السقوط ولكن اضافة ال ABA الى الاوراق المقطوعة تسبب الاسراع في الشيخوخة وذلك بفقدان الكلوروفيل والبروتينات.

3- التأثير على الازهار: لقد وجد ان تركيز ال ABA في اوراق نباتات ذات النهار القصير يزداد بحلول النهار القصير وبالتالي تزهر النباتات ولقد لوحظ ان نباتات النهار الطويل لا تزهر في ظروف النهار القصير مما يدل على احتمال تكوين مواد مثبطة للأزهار في القمم النامية لنباتات النهار الطويل.

4- التأثير على غلق الثغور: لقد وجد ان رش النباتات بتراكيز منخفضة ادى الى تقليل النتح وان قلة النتح يعزى الى غلق الثغور.

كما وجد ايضا ان مستوى ABA الداخلي يزداد في الاوراق تحت الاجهاد المائي وكذلك يزداد CO_2 في الخلايا الحارسة وذلك بفقد ال K^+ ويحدث تدفق من الخلايا فتنغلق الثغور وهذا يحافظ على النبات ضد الجفاف وعندما يروى النبات يزول الجهد المائي.

الوحدات المستعملة في التعبير عن تراكيز منظمات النمو النباتية :

من المعلوم ان الوزن الجزيئي الغرامي لأي مادة هو وزن المادة بالغرامات وهو ما يساوي عدديا وزن المادة بالوحدات الذرية مثلا :

الوزن الجزيئي الغرامي لسكر الكلوكوز C6 H12 O6 = 180

كما ان الوزن الجزيئي لأي مادة يحتوي على عدد 6.02×10^{23} ويسمى بعدد افوكادرو .

محلول المولر Molar Solution : عند اذابة وزن جزيئي غرامي لمادة قابلة للذوبان بالماء في ماء كافي بحيث يكون الحجم النهائي لتر واحد يسمى المحلول الناتج بمحلول المولر (M) .

(و. ج + ~~حجم الماء~~ ← لتر)

محلول لمولال Molal Solution : هو المحلول الناتج من اذابة وزن جزيئي غرامي للمادة في 1000 مل (لتر واحد) من الماء المقطر. بمعنى اخر انه عدد جزيئات المذاب والمذيب هي ثابتة تقريبا وقد يكون الحجم النهائي لمحلول الناتج اكثر او اقل من اللتر الواحد .

(و. ج + 1000 غم ماء ~~مقطر~~ ← اكثر او من لتر)

نسبة المحلول Percent Solution : عند اضافة 10 غم من ملح الطعام الى النسبة المئوية للمحلول 90 مل ماء يتكون لدينا محلول بنسبة 10% من كلوريد الصوديوم .

المحلول العياري Normality Solution : عند ذوبان وزن مكافئ غرام لأي مادة في لتر واحد يتكون ما يسمى بالمحلول العياري (IN) وعند اذابة (و.م.غ+ لتر) وزنين مكافئين في لتر واحد يتكون عندنا (2N)

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن الذري}}{\text{التكافؤ}}$$

طريقة جزء بالمليون PPM : كل 1000 ملغم من المادة النقية في 1000 سنتمتر مكعب من مادة المحلول يعطي 1000 جزء بالمليون .

1 ملغم ملح يذاب في 1 ~~لتر مذيب~~ ← 1 جزء بالمليون

محاليل النسبة المئوية : يمكن التعبير في مثل هذه المحاليل بما يلي :

<u>محاليل النسبة المئوية الحجمية (V/V)</u> : فالمحلول الذي تركيزه 1% W/V عندما يذاب من المذاب الى المذيب ويكمل الحجم الى 100مل .

* ولكن المعروف ان التركيز الامثل للاوكسين مع التركيز الواطئ للاثلين يسبب النمو اي يشجع احدى العمليات قد تكون نموا وتجذير.
* التراكيز العالية للاثلين على الاوكسين تؤدي الى تثبيط عملية (النمو) (ولكن الاوكسين هنا ليس هو المثبط ولكن يحث تكوين الاثلين الذي يكون هو المثبط).
* وقد لوحظ ان انتاج الاثلين يكون بمعدل اقل بوجود التراكيز المثالية للاوكسين.

محاليل النسبة المئوية الوزنية (W/W) : فالمحلول الذي تركيزه 1% (W/W) عندما يذاب غرام واحد من المذاب ويمزج مع 99 (غرام من المذيب ويكون وزن المحلول الناتج 100 غرام .

اذا كان الوزن 5000 ملغم والحجم المحضر 1000 سنتمتر مكعب فالتركيز يكون

1000 ملغم مادة	1000 سنتمتر مكعب	1000 جزء بالمليون (ملغم/لتر)
5000 ←	1000 ←	س

$$\text{5000 جزء بالمليون تركيز المادة} = \frac{1000 \times 1000 \times 5000}{1000 \times 1000}$$

اذا كان المجهول المادة النقية ونريد الحصول على 1000 سنتمتر مكعب التركيز المطلوب 2000 جزء بالمليون .

1000 ملغم ←	1000 مل ←	1000 ملغم / لتر
س ←	1000 ←	2000

$$\text{2000 ملغم / لتر} = \frac{2000 \times 1000 \times 1000}{1000 \times 1000}$$

كم نحتاج مادة نقية من منظم IBA لتحضير 500 سنتمتر مكعب في محلول تركيزه 500 جزء بالمليون .

1000 ملغم ←	1000 ملم ←	1000 ملغم/ لتر
س ←	500 ←	500

$$\text{250 ملغم نحتاج من المادة النقية} = \frac{500 \times 500 \times 1000}{1000 \times 1000}$$

كم نحتاج مادة نقية لتحضير 100 سنتمتر مربع من محلول تركيزه 2000 جزء بالمليون .

1000 ملغم ←	1000مل ←	1000 ملغم/ لتر
س ←	100 ←	2000

$$\text{200 ملغم/ لتر} = \frac{2000 \times 1000 \times 1000}{1000 \times 1000}$$

الاضافة عن طريق التربة Soil Application : (drench) : وتتم هذه الطريقة بإضافة منظمات النمو الى التربة بجوار النباتات وتتبع هذه الطريقة في حالة إضافة معوقات النمو ويمكن بواسطة هذه الطريقة التحكم في النمو الخضري وحث عقد الثمار .

التضبيب Aerosol Method : لقد وجد ان هذه الطريقة تكون ملائمة الاستخدام في ظروف البيوت الزجاجية والبلاستيكية وتتم بإذابة المادة المنظمة للنمو في غازات سائلة وعندما يطلق المحلول من خلال فوهات دقيقة فان الغاز الذي يترك هذه الفوهة سيؤدي الى اذابة منظمات النمو بصورة دقائق معلقة .

الحقن Injection : تتبع هذه الطريقة في بعض الحالات التي يكون فيها قطر الاجزاء النباتية المعاملة اكبر بكثير من قطر الابرة حيث يتم حقن المادة المنظمة للنمو في الجزء النباتي المراد معاملته .

طريقة التبخير Vapour Methiod : تستخدم هذه الطريقة تحت ظروف البيوت البلاستيكية والزجاجية حيث تضاف منظمات النمو عن طريق تبخيرها في اناء معدني حار ويجب تحديد المادة الكيميائية المستعملة بحذر لأنه الجرعات الكبيرة منه تؤدي الى حث تأثيرات غير مرغوبة على النبات .

في الشمع الكاربوني In Carbonax : يتم اذابة منظمات النمو في الشمع الكاربوني (Carbon Wax) وخزنها حيث يمكن ان يحضر التخفيف المطلوب حالا بإذابة اقراص الشمع الكاربوني في كمية الماء المقطر اللازمة وبهذه الطريقة نتخلص من الحاجة الى نقل المواد الكيماوية على هيئة محاليل .

طريقة الغمر السريع او المحاليل الكحولية او المحلول المركز Concentrated Solution dip method

في هذه الطريقة يحضر محلول مركز يتراوح تركيزه بين (500 – 10000) جزء بالمليون مذابة بالكحول والماء المقطر بنسبة 1:1 حجما حيث يتم معاملة العقلة لمدة قصيرة بحدود (5 – 10) ثواني ثم تغرس العقلة بوسط التجذير .

وعند استعمال هذه الطريقة يجب التأكد من غلق الاوعية الحاوية على المحلول جيدا بعد الانتهاء من العمل خوفا من تطاير الكحول حيث ان تبخر الكحول يؤدي الى تغيير التركيز كما يفضل ترك المحلول المتبقي بعد الاستعمال خوفا من التلوث

2000 سنتمتر مكعب ← 1000 ملغم / لتر IBA غمر سريع في ثواني

ماء 100 سنتمتر مكعب + 100 سنتمتر مكعب كحول .

طرق استخدام منظمات النمو

الرش Spraying : وهي تلائم البيوت الزجاجية حيث يتم اذابة المنظمات في الماء المقطر وبالتراكيز المطلوبة وهذه الطريقة اكثر شيوعا في الخضراوات كما يمكن اتباعها في الحقول المكشوفة مع مراعات اجرائها في اوقات تقل فيها هبوب الرياح وانه يتم ذلك ايضا في الصباح الباكر او في المساء حيث يتبخر المحلول بشكل بطيء وذلك لإعطاء وقت كافي لامتصاص المنضمات من قبل الورقة ومما يجدر ذكره يتم اضافة مثل تلك المنظمات الى مياه الري في البلدان المتطورة زراعيا والتي تستخدم الري بالرش في ارواء النباتات ويمكن رش محاليل المواد المنظمة للنمو على نباتات الام لبعض الانواع ثم اخذ العقل من هذه النباتات بعد الرش بفترة ووضعها في وسط التجذير كما يمكن رش العقل بمحاليل منظمات النمو في مراقد الاكثار .

علل / لماذا لا تضاف محاليل منظمات النمو الى التربة

ج / لان محاليل منظمات النمو تستخدم بتراكيز قليلة كما انها ممكن ان تتحلل او ترتبط مع مركبات التربة فتفقد فعاليتها.

عجينة اللانولين Lanolin Paste : وتتلخص بخلط المادة الكيمياوية (منظم النمو) مع اللانولين وهي مادة خاملة درجة ذوبانها (55 – 60 م) حيث يتم خلق وزن معين للاوكسين مع حجم معين من اللانولين حسب التركيب المطلوب.

س / عجينة بتركيز 5000 جزء بالمليون في حجم 200 سنتمتر مكعب فما وزن المادة النقية

1000 ملغم ← 1000 مل ← 1000 ملغم / لتر

س ← 200 ← 5000

$$\text{1000 ملغم مادة نقية} = \frac{500 \times 200 \times 1000}{1000 \times 1000}$$

وتستخدم هذه الطريقة في مجال البحوث، حيث تذوب الهرمونات في بالكحول ويسكب على اللانولين ويترك في درجة حرارة الغرفة ليتبخر الكحول ويستخدم عادة للنباتات الصعبة جدا مثل نبات المكنوليا .

منظمات النمو النباتية Plant Growth Rgulators

منظمات النمو Growth regulators : هي مواد مصنعة من قبل الانسان ممكن ان تحور العمليات الفسيولوجية اما تحفيز(تنشيط) او تثبيط أو إعاقة للنمو. وتظم المنظمات الهرمونات (منظمات النمو التي تصنع طبيعياً في النبات) والمنظمات هي المواد التي تصنع خارج جسم النبات. من الامثلة على الهرمونات الاوكسين الطبيعي (IAA) والاوكسين المصنع (2,4-D) والفيتامينات .

الهرمونات النباتية Phytohormones of plant hormones : هي عبارة عن مواد كيمياوية متكونة في النبات فقط وبتراكيز قليلة تؤثر على النمو والتكوين وعادة تنتقل الهرمونات من موضع انتاجها في النبات الى مكان عملها .

والكثير من منظمات النمو توجد بأشكال مختلفة واكثرها شيوعا .

مجموعات محفزات النمو: وهي منظمات نمو وظيفتها تحفيز نمو الانسجة النباتية عن طريق تحفيز انقسام الخلايا كما هو الحال في القمم النامية للسيقان والجذور وانقسام خلايا الأوراق النباتية الصغيرة.

ومن اهم أنواعها:

1- **الأوكسينات:** مركبات تحفز انقسام الخلايا وتكون متواجدة بكثرة في مناطق القمم النامية للمجموع الخضري او القمم النامية في الجذور وحواف الاورق لتحفيز انقسام الخلايا. ومن أهم أنواع الاوكسينات:

أ-مجموعة الحوامض الاندولية:

IAA Indole Asetic Acid أندول حامض الخليك ينتج طبيعيا في النبات

IBA Indole Buteric Acid أندول حامض البيوتيرك

ب- مجموعة حوامض النفثالين:

NAA Naphthalene Asetic Acid نفثالين حامض الخليك

ج- مجموعة حوامض الكلوروفينوكسي:

2,4-D Dichloro phenoxy asetic acid 2،4-داي كلورو فينوكسي

2- **الجبرلينات:** وهي مركبات عضوية تتواجد في السيقان (السلاميات) وتحفز استطالة السلاميات في مراحل النمو الثانوي والأوراق وتحفز استطالة الخلايا وزيادة مساحتها. ومن أهم أنواعها حامض الجبرليك GA_3.

3- **السايتوكاينينات:** وهي مركبات عضوية محفزة للنمو ايضاً وتحفز انقسام الخلايا أيضا وخاصة بأتجاه النمو الافقي (كزيادة مساحة الورقة او التغلظ الثانوي في السيقان والجذور). ومن اهم أنواعها:

BA Benzyl Adenin بنزايل ادنين

طريقة الغمر الطويل او المحاليل المائية او المحلول المخفف :Solution Immersion method

تستخدم طريقة المحلول المخفف في حالة التراكيز القليلة مثلا لتحضير1000 جزء بالمليون يؤخذ 1000 ملغم من IBA ويذوب في بضع قطرات من الكحول 5% ثم يكمل الحجكم الى 1000 سنتمتر مكعب من الماء المقطر وتستخدم تراكيز قليلة لان وضع العقلة يكون لمدة من (12 – 24) ساعة وتتراوح التراكيز المستخدمة في هذه الطريقة بين (50 – 200 ولغاية 500 جزء بالمليون)

25% ملغم / لتر IBA يذوب في ربع لتر من الماء المقطر (محلول مخفف بعد اذابته بالكحول) .

طريقة المساحيق Powder dip method : تستخدم هذه الطريقة على النطاق التجاري ويحضر الهرمون لإذابة المادة النقية (الاوكسين) بالكحول وحسب التركيز المطلوب ويضاف المحلول الكحولي الى المسحوق (Talk) لان دقائق المسحوق دقيقة جدا وتستطيع الدخول الى داخل الاوعية الناقلة وبعد سكب الهرمون والكحول على الباودر تترك العينة بدرجة حرارة الغرفة 20 م وبعد جفاف الكحول تطحن العجينة الى مسحوق دقيق ففي حالة تحضير 1000 جزء بالمليون من الباودر يؤخذ 1000 ملغم من الاوكسين تذوب بالكحول بعدها تسكب فوق 1 كغم من الباودر المكون من 75% بودرة 25% من اي مبيد فطري جهازي مثل البنليت او الكابتان او الرادوميل. من مزايا هذه الطريقة سريعة وسهلة الاستخدام والتحضير ولكن من عيوبها هو عدم الحصول على نتائج متجانسة بسبب اختلاف كمية المسحوق الملتصقة بقاعدة العقلة والتي تتأثر بمدى الرطوبة في قواعد العقل هل هو ناعم ام هناك زغب على قاعدة العقلة.

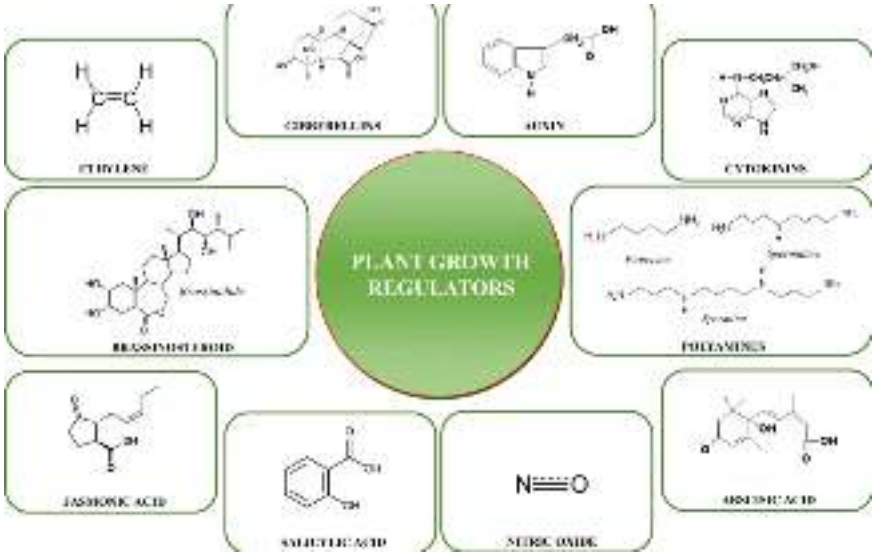
ملاحظة : ترطب قواعد العقل قبل المعاملة ثم تغمر قاعدة العقلة بعمق 1/2 انج في بودرة التالك المخلوط مع مسحوق المادة المنظمة للنمو (مادة التجذير) بنسبة حسب الرغبة وتزال الكمية الزائدة من المسحوق على العقلة وذلك بقرع العقلة على الجدران الداخلية للوعاء وبعدها تصبح العقلة جاهزة للزراعة في وسط التجذير .

BAP Benzyl amino purine بنزايل امينو بيورين

KIN Kinetin الكاينتين

مثبطات النمو Growth inhibitor : وهي مركبات عضوية تتكون من مجموعة مواد مختلفة توجد في الكثير من الانسجة النباتية ويعتقد أن لهذه المواد علاقة بالسكون وانبات البذور وتكوين الجذور على العقل وان لهذه المواد تأثير مثبط للنمو باقل التركيزات أي تأثيره ضار على النبات ومن أنواعها حامض الابسيسك ABA.

معوقات النمو Growth retardants : تم انتاج عدد من المواد التي تُحدث قُصر في طول السلاميات وتقلل من استطالة الساق بسبب تثبيط فعالية المرستيمات تحت القمية. من اهم انواعها السيكوسيل Cycocel والفوسفون والآلار Alar والباكلوبترازول PPP او (P_3). وتشير الادلة الى ان تأثير هذه المواد يرجع الى احباط بناء الجبرلينات ولذلك سميت بمضادات الجبرلين لان عملها يعاكس عمل الجبرلين .



منظمات النمو النباتية Plant Growth Rgulators

منظمات النمو Growth regulators : هي مواد مصنعة من قبل الانسان ممكن ان تحور العمليات الفسيولوجية اما تحفيز(تنشيط) او تثبيط أو إعاقة للنمو. وتظم المنظمات الهرمونات (منظمات النمو التي تصنع طبيعياً في النبات) والمنظمات هي المواد التي تصنع خارج جسم النبات. من الامثلة على الهرمونات الاوكسين الطبيعي (IAA) والاوكسين المصنع (2,4-D) والفيتامينات .

الهرمونات النباتية Phytohormones of plant hormones : هي عبارة عن مواد كيمياوية متكونة في النبات فقط وبتراكيز قليلة تؤثر على النمو والتكوين وعادة تنتقل الهرمونات من موضع انتاجها في النبات الى مكان عملها .

والكثير من منظمات النمو توجد بأشكال مختلفة واكثرها شيوعا .

مجموعات محفزات النمو: وهي منظمات نمو وظيفتها تحفيز نمو الانسجة النباتية عن طريق تحفيز انقسام الخلايا كما هو الحال في القمم النامية للسيقان والجذور وانقسام خلايا الأوراق النباتية الصغيرة.

ومن اهم أنواعها:

1- **الأوكسينات:** مركبات تحفز انقسام الخلايا وتكون متواجدة بكثرة في مناطق القمم النامية للمجموع الخضري او القمم النامية في الجذور وحواف الاورق لتحفيز انقسام الخلايا. ومن أهم أنواع الاوكسينات:

أ-مجموعة الحوامض الاندولية:

IAA Indole Asetic Acid أندول حامض الخليك ينتج طبيعيا في النبات

IBA Indole Buteric Acid أندول حامض البيوتيرك

ب- مجموعة حوامض النفثالين:

NAA Naphthalene Asetic Acid نفثالين حامض الخليك

ج- مجموعة حوامض الكلوروفينوكسي:

2,4-D Dichloro phenoxy asetic acid 2،4-داي كلورو فينوكسي

2- **الجبرلينات:** وهي مركبات عضوية تتواجد في السيقان (السلاميات) وتحفز استطالة السلاميات في مراحل النمو الثانوي والأوراق وتحفز استطالة الخلايا وزيادة مساحتها. ومن أهم أنواعها حامض الجبرليك GA_3.

3- **السايتوكاينينات:** وهي مركبات عضوية محفزة للنمو ايضاً وتحفز انقسام الخلايا أيضا وخاصة بأتجاه النمو الافقي (كزيادة مساحة الورقة او التغلظ الثانوي في السيقان والجذور). ومن اهم أنواعها:

BA Benzyl Adenin بنزايل ادنين

BAP Benzyl amino purine بنزايل امينو بيورين

KIN Kinetin الكاينتين

مثبطات النمو Growth inhibitor : وهي مركبات عضوية تتكون من مجموعة مواد مختلفة توجد في الكثير من الانسجة النباتية ويعتقد أن لهذه المواد علاقة بالسكون وانبات البذور وتكوين الجذور على العقل وان لهذه المواد تأثير مثبط للنمو باقل التركيزات أي تأثيره ضار على النبات ومن أنواعها حامض الابسيسك ABA.

معوقات النمو Growth retardants : تم انتاج عدد من المواد التي تُحدث قُصر في طول السلاميات وتقلل من استطالة الساق بسبب تثبيط فعالية المرستيمات تحت القمية. من اهم انواعها السيكوسيل Cycocel والفوسفون والآلار Alar والباكلوبترازول PPP او (P_3). وتشير الادلة الى ان تأثير هذه المواد يرجع الى احباط بناء الجبرلينات ولذلك سميت بمضادات الجبرلين لان عملها يعاكس عمل الجبرلين .