الهرمونات النباتية

The Hormones Plant (Phytohormones = Growth Regulators)

م/بيشوي حنا

منظمات النمو: هي مركبات طبيعية تنتج بواسطة النبات او مركبات صناعية لا تنتج بواسطة النبات ولكن تخلق صناعياً . وتشمل منظمات النمو منشطات النمو Growth activators ومثبطات النمو Growth inhibitors .. ومنظمات النمو تنقسم الي منظمات نمو ه هرمونية وهي منظمات النمو الطبيعية التي تنتج طبيعياً بواسطة النبات وهي ما تُسمي بالهرمونات النباتية Hormones Plant او phytohormnes ، ومنظمات نمو غير هيرمونية وهي التي تنتج صناعياً .

الهرمونات النباتية: هي منظمات للنمو تنتج بواسطة النبات وتنتقل من أماكن تكوينها Site of Production الي أماكن التي يظهر فيها تأثيرها Site of action

وتضم منظمات النمو مركبات كثيرة يمكن وضعها في خمسة مجاميع وهي :

1- الاوكسينات aouxins
2- الجبريللينات Gibberellins
3- السيتوكينينات Cytokinins
4- حامض الابسيسيك abscisic acid
5- غاز الايثيلين ethylene

ويمكن إضافة مجموعة سادسة وهي المركبات المثبطة للنمو.

- يحدث النمو النبات نتيجة نشاط الانسجة المرستيمية فخلايها المريستيمية لها قدرة كبيرة علي الانقسام وبسرعة زائدة .. وتتركز الانسجة المريستيمة في أجزاء معينة من النبات مثل : (قمم الجذور – قمم السيقان -قمم الازهار – الثمار الصغيرة ...)
- ولحدوث النمو في الخلايا المريستيمة يجب ان تمر بعدة مراحل :

1- الانقسام Division
2- الكبر في الحجم Extesion او الاستطالة Elongation
3- التميز او التكشف او التشكل Differentiation وهو حدوث تغيرات في الخلية في شكلها اثناء زياردتها في الحجم او بعد تمام زيادتها في الحجم.. أي ان التميز (التكشف) هو ان يكون هناك نشأة واحدة من الخلايا المريستيمية متشابهة تماماً وحدوث بعد ذلك تغيرات شكلية ينتج خلايا كلورانشيمية او خلايا الوعاء الخشبي

- العومل التي تؤثر علي نمو النبات:

يتحتم في نمو النبات عوامل وراثية وبيئية ومنها :

1- درجة حرارة للتربة والجو
2- الضوء ، شدته ونوعه ومدته

3- كمية ماء التربة وخواصها
4- بخار الماء في التربة وفي الجو
5- الذائبات الموجودة في محلول التربة واهمها العناصر المغذية كبر/ صغري
6- غازات التربة
7- الايونات في التربة القابلة للتبادل Exchangeable ion in soil
8- نوع غازات الجو
9- الضغط الجوي
10- الرياح

- منظمات النمو :

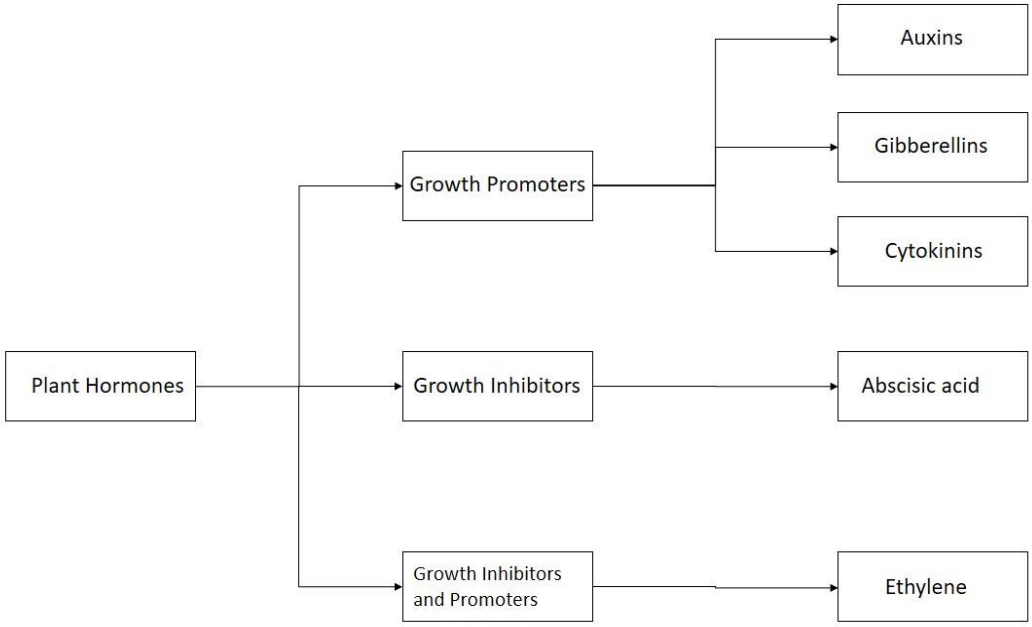
تشمل : (منشطات النمو Growth activator - مثبطات النمو Growth inhibitors)

يجب ان يكون تركيز منظمات النمو اقل من 10^{-3} جزيئ

وتنقسم منظمات النمو الي :

منظمات نمو هرمونية (منظمات نمو طبيعية): تنتج طبيعياً من النبات وهي ما تسمي بالهرمونات النباتية phytohormone

ومنظمات نمو غير هرمونية: لا تنتج بواسطة النبات ولذلك تسمي منظمات نمو وليس هرمونات نباتية .



Auxins

الاوكسينات: هي تسمية عامة لأي مركب يسبب استطالة في خلايا الساق وله تأثير انقسام الخلايا وتشكل الخلايا وغيرها من الظواهر الحيوية للنبات .. وفي المعمل تعمل الاوكسينات علي استطالة السيقان نمو طولي او انحناء

- يوجد حالتين للاوكسينات :
- اوكسينات حرة Free Auxin : وهو الاوكسين القابل للانتشار
- أوكسينات مقيد Boind auxin: وهي صورة غير حرة مرتبطة بالخلية غير قابل للانتشار.. ونستخلص بسحق العضو النباتي في مذيب عضوي مثل : (الكلوروفيل وكحول الميثيل – Diethyl ether)

لا يتجاوز الاوكسينات الحرة 10% والمقيد 90%

أنواع الاوكسينا:

- طبيعية natural: تنتج طبيعياً مثل (IAA)
- مخلقة Synthetic: وهي يتم تخليقها صناعياً

أماكن تكوين وتخليق الاوكسينات :

- تتكون وتخلق في القمم النامية وفي المناطق الميرستيمية علي وجه الخصوص القمم النامية للساق وغمد الريشة والأوراق الصغيرة والبراعم الخضرية والزهرية والقمم النامية في جنين البذرة والثمار والبذور الصغيرة، بمعني ان الأجزاء النشطة في الانقسام وهي الأجزاء المريستيمية وتكون عادة فيها تركيز للاوكسينات عالٍ بالمقارنة بالاجزاء البعيدة عنها

كيفية تخليق وارتباط وهدم الاوكسين (IAA اندول حمض الخليك):

المكون الرئيسي لمركب IAA هو الحمض الاميني التريبتوفان Tryptophan وعن طريق تفاعلات انزيمية يتحول هذا المركب الي مركب وسطي ويمكن تحو التريبتوفات الي اندول بيروفيك اسد indolepyruvic acid عن طريق عملية Decarboxylation (عملية نزع ثاني أكسيد الكربون) يتحول الي مركب indoleacetaldehyde

او يتحول التريبتوفات عن طريق Decarboxylation الي مركب tryptamina ويتحول هذا المركب indoleacetaldehyde في وجود oxidative deamination

والناتج النهائي للحالتين هو تكوين اندول اسيتالدهيد وهو المركب الذي يحدث له تأكسد Oxidetion ليتحول الي IAA

- ويتم هدم Destuction وإزالة تأثير IAA عن طريق الانزيمات مثل (Phenotase- peroxidase – indoleacetic acid oxidase)

وهذه الانزيمات تعمل علي عدم استطالة الخلايا، وايضاً هدم IAA عن طريق الاكسدة الضوئية لتتحول الي مركبات عديمة الفاعلية

وهناك مركبات تدخل في تفاعلات مع IAA قليل التراكم مثل Detoxification Reactions لتقليل سمية IAA

انتقال اندول حمض الخليك :

انتقال الاوكسينات انتقال قطبي Polar translocation أي انتقال في اتجاه واحد فقط وليس في الاتجاه العكسي وتنتقل الاوكسينات من اعلي الي اسفل نتيجة عوامل فسيولوجية وعوامل الجاذبية والنقل النشط active transport[1] له دور في هذه العملية .

مكنا انتشار الاوكسينات هو الخلايا البارنشيمية واللحاء والخلايا المرستيمية في القمم النامية

تأثير الاوكسينات علي خلايا النبات لحدوث الاستطالة :

في النبات كل خلية يكون لها جدار خلوي سميك نسبياً وصلب نسبياً وبذلك يمنع الخلية من التمدد او الاستطالة ولكن من المعروف ان الخلايا النبات تستطيل وبالتالي لابد من حدوث تغيرات في تركيب الجدار الخلوي لكي يسمح بإستطالة وتمدد الخلايا

حيث ان الاوكسينات هامة وضرورية لزيادة حجم واستطالة الجدر الخلوية واستطالة الخلايا في النبات وكبرها في الحجم ترجع الي حالتين:

1- حالة ترجع لوجود ضغط الانتفاخ Turgor pressure وهي تمدد رجعي
2- ترجع لوجود مطاطية لجدار الخلية extensibility of cell wall
ولها نوعان:

- Elastic extensibility: وهي مطاطية رجعية Reversible(زي الاستيك يتمدد وينكمش)
- Plastic extensibility: وهي مطاطية غير رجعية inreversible أي يتمدد الجدار ولا ينكمش مرة اخري

وتأثير الاوكسينات علي جدار الخلية هي من النوع البلاستيك (غير الرجعية)

ولاوكسينات دور في تنشيط الانزيمات المسئولة عن تكوين السليليوز في اثناء استطالة الخلية لتتكون جزيئات السليليوز الجديدة التي ستحل محل الفراغات الموجودة في الجدار الدقيق

التركيب الجزيئي وعلاقته بنشاط الاوكسينات:

الاندول حامض الخليك هو مركب حلقي يحتوي علي روابط مزدوجة غير مشبعة وحامض يحتوي علي مجموعة كربوكسيل وهو مركب حلقي له سلسلة جانبية. وهناك خمسة مجاميع تم اشتقاقهم منه:

1- مشتقات الفينوكس Phenox : مثل 2-4- Dichloro phenoxyacetic acid
2- مشتقات الاندول Indole : مثل IAA

[1] النقل النشط هو نقل الجزيئات او الايونات عكس منحدر تركزيها ولذلك يحتاج طاقة تستمد من التنفس

3- مشتقات البنزويك Benzoic acid: مثل 2-6 Dichlorobenzoic acid
4- مشتقات النفثالين Nophthalene: مثل Nephthalene acetic acid
5- مشتقات حامض البيكولينك Picolinic: مثال 3-5-6 trichloropicolinic acid -4-amino

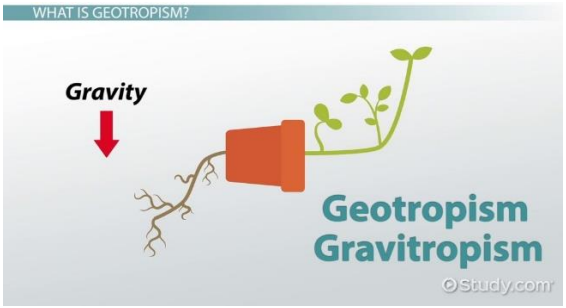
تأثير الاوكسينات علي بعض التطبيقات النباتية (التطبيق العملي):

1- الانتحاء الأرضي Geotropism:

وهو نمو الجذير في التربة الي اسفل أي تنتحي انتحاء ارضي موجب والريشة تنمو الي اعلي تنحي انحناء سالب

وبزيادة الاوكسينات يزداد سرعة النمو وسرعة الاستطالة للخلايا واذا زاد الاوسكين يؤدي الي تثبيط وضرر للجزء النباتي الموجود فيه ولكن التركيزات اللازمة لتنشيط الساق اكبر من التركيزات اللازمة لنمو الجذور[2]

والجزء المسؤل عن استقبال الإحساس بالجاذبية الأرضية هي القلنسوة فإذالة القلنسوة Root cap يحدث انتحاء ارضي وهي المسؤلة عن عملية الانتحاء الأرضي



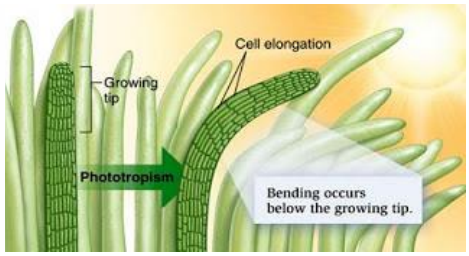
2- الانتحاء الضوئي Phototrapism:

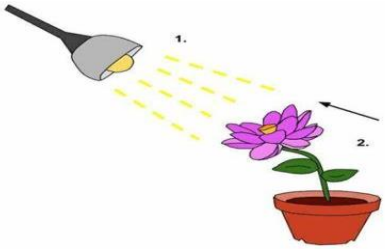
في حالة وجود اضاءة منتظمة او ظلام فإن نموغمد الريشة للنبات يكون نمو رأسي ولا يوجد فيه أي انحناء ولكن عند التعريض لمصدر ضوئي من جهة واحدة Unilateral light نجد ان الغمد او الساق ينحني ويتجة في نموه ناحية مصدر الضوء، وهو انتحاء ضوئي موجب Positive Phototropism ويحدث هذا الانتحاء لاختلاف تركيز الاوكسينات علي جانبي الساق فنجد ان جزء من الساق المواجه للضوء يحتوي علي تركيز ضئيل من الاوكسينات بينما الجزء البعيد عن الضوء يحتوي علي تركيز كبير من الاوكسين ونتيجة لذلك يحدث اختلاف في سرعة نمو كل من جزئي الساق او الغمد فنجد ان سرعة نمو الجزء العبيد عن الضوء اسرع من نمو الجزء المواجه للضوء وبالتالي يحدث انحناء ناحية مصدر الضوء

اما من ناحية الضوء فليس للضوء تأثير علي الانتحاء سوي اللون الأزرق وجزء من الاشعة فوق البنفسجية

وبالنسبة للصبغات التي تمتص الضوء هذه هي صبغات الكاروتين والفلافين

[2] عند تركيز 10^{-7} يحدث تنشيط لانسجة الساق وتثبيط لانسجة الجذر





3- استطالة الخلايا Cell Elongation:

الاوكسينات تسبب استطالة للخلايا وكبرها في الحجم وهو عامل فعال في تكوين mRNA وهو يشترك في تكوين البروتين .. فالاوكسينات له دور غير مباشر في تخليق البروتين وذلك عن طريق تحكمه في تخليق RNA

4- انقسام الخلايا Cell Division:

- لو دور في تكوين انقسام الخلايا وتكوين الكالس[3] مع السيتوكنين
- التغليظ الثانوي لاشجار الفاكهه يحدث نتيجة لوجود الاوكسينات، وفي الربيع ينشط النباتات الكامنه وتبداء مراكز نشاط تخليق الاوكسينات حيث تنتقل البراعم الي الافرع والسيقان فهي مسئولة عن نشاط خلايا الكامبيوم واساسية لتكوين وتشكيل نسيج الخشب
- أنواع التطعيم تعتبر حالو تطبيقية لوجود الاوكسين .. فالاوكسينات لها دور حيث تنتقل قطبياً الي اسف من البراعم والقمم النامية الي مكان التحام بين الأصل والطعم لتساعد علي تكوين وتشكل خلايا الانسجة الوعائية
- كثير من العقد والتورمات التي تحدث للنباتات تقع تحت تأثير الاوكسينات الطبيعية فلتكوين العقد الجذرية في جذور البقوليات فيوجد نشاط كبير ملحوظ في أماكن هذه العقد للاوكسينات الطبيعية واهمها IAA حيث ان هناك حالات مرضية مثل مرض التدرن التاجي التي تسببها بكتريا *Agrobacterium tumfaceins* حيث ان مناطق الورم يكون هناك نشاط IAA
- تعمل علي تكوين الجذور علي العقل فالاوكسينات تساعد علي تنشيط خروج الجذور العرضية وبالتالي سرعة خروجها وهذا عامل هام في عملية الزراعة بالعقل ومن اهم الاوكسينات (اندول حمض الخليك – اندول حامض البيتروك -النفثالين)

5- ظاهرة السيادة القمية Apicl Dominance:

تحدث في النباتات ذات الفلقتين، حيث ان البراعيم الطرفية تنشط وتكون كميات كبيرة من الاوكسينات وتنتقل قطبياً الي اسف حيث تنتقل الي البراعم الابطية الموجودة الي اسفل وحيث ان هذه البراعم الابطية تخلق الاوكسينات ويدخل اليها علاوة علي ذلك اوكسينات من البراعم القمية فنتيجة لذلك يزداد تركيز الاوكسينات في هذه البراعم الابطية عن الحد المناسب فتمنع نموها ونتيجة لذلك تحدث ظاهرة السيادة القمية

[3] وهي خلايا نباتية غير مشكلة يمكن توجيهها الي تكوين الجذور او السيقات او الأوراق

وفي حالة السيادة القميه قد يكون هناك تداخل بين عمل الاوكسينات من ناحية تنشيط البراعم والسيتوكينينات التي تصل البراعم السفلية فإنها تضاد وتثبط عمل الاوكسينات مثال علي ذلك مرض مكنسة الساحرة

مرض مكنسة الساحرة

وامكن استعمال هذه الظاهرة اقتصادياً كالآتي:

- تخزين درنات البطاطس اقتصادياً : حيث ان درنات البطاطس هي ساق أرضية عليها عيوب وكل عين له برعم خضري او اكثر وفي الظروف العادية فهذه البراعم تنمو وتنبت مكونه درنات ونتيجة لذلك فتستهلك النشا الموجود داخل درنات البطاطس مما يقلل من قميتها الاقتصادية والتسويقية .. ولذلك امكن رش درنات البطاطس بأوكسين اندول حامض البيوتريك او النفثالين حامض الخليك مما ادي الي تخزين البطاطس لمدة 3 سنوات دون فقد اقتصادي
- في الفاكهه: خاصة التفاح المزروع في المناطق الباردة، عندما تنمو البراعم الساكنة فيكون هناك ضرر علي النبات لانها تموت النموات الخضرية الناتجة من البراعم بسبب البرودة وبالتالي من المفيد تأخير نمو هذه البراعم حتي يحل الجو اكثر دفئاً وترش الأشجار بـ (نفثالين حامض الخليك – 2-4 D) يساعد علي تأخير نمو البراعم لحين دفئ الجو .

6- سقوط الأوراق Leaf Drop والازهار والثمار الصغيرة:

تظل الأوراق ملتصقة بالساق حيث يكونن هناك عمليات تحول غذائي فيها نشط وتتكون الاوكسينات الطبيعية بتركيز كبير في الزرقو اكثر من الساق ويستمر انسياب الاوكسينات من الورقة الي الساق وبالتالي تظل الورقة ملتقة بالساق بشدة

اما في حالات ضعف الورقة وقلة كفاءتها في التحويل الغذائي ينتج قليل من الاوكسينات في الاورق وبالتالي قد يكون تركزيها مساوي او اقل من الساق وبالتالي منطقة اتصال الورقة بالساق تضعف ومع أي حركة خفيفة تسقط الأوراق وكذلك الازهار والثمار

ويمكن رش أشجار الفاكهه لتوفير المال كالبرتقال والتفاح بالاوكسينات مثل 2-4 D او ما يشباهها بتركيزات قليلة نسبياً فهذا ينمع تساقط الأوراق او الثمار قبل نضجها فتظل الشجرة محملة بجميع الثمار

ويمكن استخدام هذه الظاهرة بطريقة عكسية ايضاً فهناك مضادات للاوكسينات antiouxins وهي مركبات فائدتها انها تعمل عكس عمل الاوكسينات (او تلغي تأثيرها) وتسمي هذه المركبات التي تسبب تساقط الاورق بالمسقطة للأوراق Defoliants ومن تطبيقاتها اقتصادياً عند الجمع الآلي للشعر القطن برش النبات بعد تمام تفتح اللوز وتكوين الشعر فذلك يسبب سقوط أوراق القطن ويصبح القطن عبارة عن ساق وفروع ولوز متفتح به شعر القطن وتسهل عملية الجمع الالي .

المراجع

- عماد الدين وصفي الدكتور، فسيولوجيا البنات
- Zanyar othman, Pant hormones, lab 2, Tishk international university.
- Went FW, Thimann KV, phytohormones, New York: The Macmillan Company.
- Pant hormones, NCS Pearson.
- *Tomic S, Gabdoulline RR, Kojic-Prodic B, Wade RC, "Classification of auxin related compounds based on similarity of their interaction fields: Extension to a new set of compounds". Internet Journal of Chemistry" .*