الهرمونات النباتية plant hormones or phytohormones:

منظمات تنتج من قبل النبات وتكون بتراكيز واطئة تنظم العمليات الفسيولوجية في النبات وتنقل من مراكز انتاجها الى مراكز عملها .

منظمات النباتplant regulators :مركبات عضوية غير المغذيات وتكون بكميات قليلة تحفز وتثبط وتحور اي فعالية فسيولوجية في النبات .

الطبيعة يطلق عليها phytohormonesاو plant growth hormones

الصناعية يطلق عليهاplant g growth regulators

وكل هرمون هو منظم نمو وليس العكس لان الهرمونات النباتية منظمات نمو طبيعية .

الهرمونات النباتية	الهرمونات الحيوانية
لا يوجد جزء خاص لا فرازها	تتكون في مناطق محددة كالغدد
يكون لها اكثر من تأثير فسيولوجي غير متخصصة	تأثيرها متخصص
ليس بالضرورة ان تؤثر بعيدا عن مناطق تكوينها	تؤثر غالبا في مناطق بعيدة عن منطقة تكوينها

ومن اهم منظمات النمو :

1- **الاوكسين Auxin**
2- **الجبريلين Gibberellins**
3- **السايتوكانينات Cytokinins**
4- **الاثلين Ethylene**
5- **حامض الابسيسك Abscisic acid**

الاوكسين Auxin:وهو مصطلح يطلق على المركبات التي تتصف بقدرتها على تحفيز الاستطالة في خلايا المجموع الخضري والاوكسينات تشابه اندول حامض الخليك في التأثير الفسيولوجي وهي تؤثر على عمليات حيوية اضافة الى تأثيرها في الاستطالة .
مولدات الاوكسين Auxin precursors:مركبات يمكن ان تتحول الى اوكسينات في النبات .
مضادات الاوكسينات Antiauxins: مركبات تثبط عمل الاوكسينات.
الاوكسينات الصناعية IBAوNAAو2,4Dالذي يستخدم كمبيد ادغال

توزيع الاوكسين في النبات Distribution of Auxin in the plant:

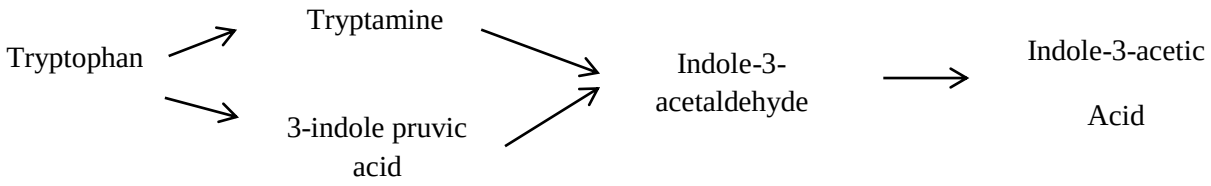
ان اعلى تركيز للاوكسين يكون في القمم النامية للنبات وفي البراعم والقمة النامية للاوراق والجذور .

انتقال الاوكسين Auxin transport:ان حركة الاوكسين قطبية polar وان انتقال الاوكسين في المجموع الجذري قطبي ايضا الا ان الانتقال في الجذر لا يشبه الانتقال في المجموع الخضري .

ملاحظة :ان السكروز لايعد هرمونا على الرغم من تكونه وانتقاله في النبات يؤثر في نموه لكنه يؤثر فقط في التراكيز العالية .

ملاحظة :ان منظمات النمو تصنع ولا تعزل لاننا نحتاج الى اطنان من القمم النامية لغرض استخلاصها .

البناء الحيوي للاوكسين :ان اللبنة الاساسية للاوكسين هو الحامض الاميني التربتوفان Tryptophan



هدم الاوكسين Destruction of Auxin

انتاج الاوكسين ونقله له اهمية كبيرة لنمو النبات وان تثبيط الاوكسين له اهمية مماثلة في تنظيم النمو الشكلي للنبات plant morphogenes،لقد اجريت ابحاث عديدة عن اليات المسؤولة عن تثبيط الاوكسين وهناك نظامان سائدان لهدم الاوكسين في النباتات وهما :

1- **الاكسدة الانزيمية enzymatic oxidation**
2- **الاكسدة الضوئية photooxidation**

التأثيرات الفسيولوجية للاوكسين :

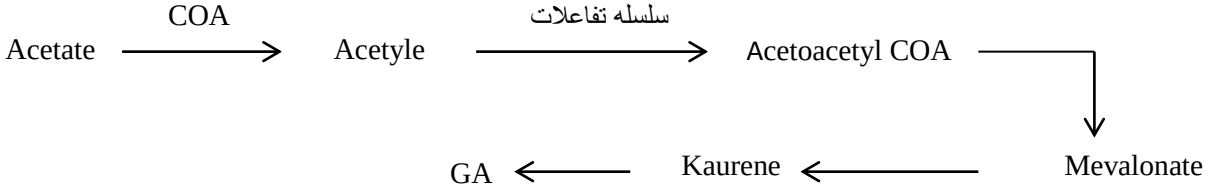
1- استطالة الخلايا cellular elongation:تلعب الاوكسينات دورا هاما في استطالة الخلايا اثناء نمو الكثير من الاعضاء النباتية
2- السيادة القمية Apical dominance:ان البراعم الجانبية (LateralBuds)لكثير من لنباتات الوعائية ،تظل كامنة في حين يكون البرعم النهائي ناميا بشكل طبيعي وعند ازاله البرعم النهائي فان اكثر هذه البراعم الجانبية الكامنة تبداء بالنمو .
3- تكوين بادئات الجذور Root initation:ان تاثير الاوكسين في الجذور لتاثيره في السيقان لكن تركيز الاوكسينات المحفزة لنمو الساق تكون مثبطة لنمو الجذر وبعبارة اخرى فان الجذور اكثر حساسية للاوكسين من السيقان .
4- تكوين الثمار العذرية parthenocarpy: تحفز عملية التلقيح انتفاخ المبيض في اغلب انواع النباتات ويعتبر وجود البذور الحية شرط اساسي لنمو الثمار وهذا يوضح اهمية عملية الاخصاب في نمو الثمار وعلى الرغم من ذلك فهناك ثمار تنمو دون حدوث عملية التلقيح ويعرف بالنمو العذري وتعرف بالثمار العذرية .

5- سقوط الاوراقLeaf Abscission:ان تساقط الاوراق ظاهرة فسيولوجية مميزة تحدث غالبا في نهاية فصل النمو وهو الخريف في جميع النباتات النفضية (متساقطة الاوراق)كما وتسقط الاوراق القديمة على طول السنة وتعوض باوراق جديدة في النباتات دائمة الخضرة وقد تتساقط الاوراق بعملية تعرف بسقوط الاوراق ويسبق انفصال الاوراق تكون مايسمى بطبقة الانفصال Abscission layer .

6- تكوين الكالس Callus formation:ان التأثير الاساسي للاوكسين هو تحفيزه لاستطالة الخلايا النباتية ولكنه بنفس الوقت يحفز الانقسام الخلوي وقد يتكون نسيج الكالس هذا في اماكن الجروح على الاجزاء النباتية عند معاملة تلك المناطق بالاوكسين .

7- علاقة الاوكسين بالتفس : وجد ان الاوكسين يؤثرفي زيادة معدل التنفس في النباتات المعاملة .

الجبريلينات Gibberellins تم استخلاصه من الفطر Gibberella Fujikurhuroiوسميت هذه المادة بالجبرلين نسبة الى الفطر الذي استخلصت منه



- **البناء الحيوي للجبرلينات** اللبنة الاساسية لبناء الجبرلين هي الخلات Acetate وحامض الميفالونك Mevalonate
- **مضادات الجبريلينات او معوقات النمو** CCCالسايكوسيل ،الكلتار ،Phosphon-D،Amo-1618

انتقال الجبريلين : ينتقل الجبريلين خلال نسيج اللحاء بنمط مشابه لنمط سريان الكاربوهيدرات والمواد العضوية الاخرى.

مواقع وبناء الحبريلين بالنبات هي :

1- في الاوراق اليافعة

2- في الجذور

3- البذور النامية خاصة بين السويداء والجنين.

التاثيرات الفسيولوجية للجبريلين:

1- التقزم الوراثي Genetic Dwarfism:ان قابلية الجبرلين في التغلب على التقزم الوراثي في نباتات معينة هو احد اهم الخواص المهمة للجبربلينات.

1- نمو الافرع الزهرية وازهارها Bolting and Flowering:بالاضافة الى دورالجبريلينات في اسطالة السلاميات تعمل الجبريلينات في نباتات كثيرة كعامل مسيطر في التوازن بين نمو السلاميات ،نوع من النمو يعرف بالتوردrosetteشكل الوردة وبين تكوين الاوراق.

2- نمو الساق المثبط بالضوء Light-inhibite stem growth:ان تاثير الضوء في تثبيط استطالة الساق يمكن ابطالة او ايقافه باستعمال الجبريلين وان ذلك يشير الى ان الجبريلين الداخلي هو عامل محدد في نمو الساق .
3- يزيد من لدونة جدران الخلية الفتية .
4- النمو العذري parthenocarpy:ان الجبريلينات يمكن ان يعتمد عليها في انتاج الثمار عذريا .
5- انتقال المركبات المخزونة اثناء الانبات Mobilization of storage compounds during germination compounds during germination بين يومو ان وضع سويداء بذور الشعير المفصولة عن الجنين والموضوعة معه في نفس قنينة الزرع تحت ظروف هوائية اظهرت نشاط انزيم الاميليز ولكن لم يلاحظ اي نشاط لاانزيم الاميليز في قناني الزرع الحاوية اما على الجنين لوحده او لسويداء لوحدها ومن هذه التجارب استنتج بان نشاط انزيم الاملیز يكون تحت تاثير الجبرلين الذي يتكون في الجنين ،اي ان حامض الجبريلين يمكن ان يحفز انزيم الاميليز في سويداء حبوب الشعير التي ازيل منها الجنين وقد تبين بعد ذلك بان طبقة الاليرون في السويداء هي الطبقة الوحيدة الحساسة للجبرلين وان معاملة طبقة الاليرون وحدها بالجبرلين ادى الى تحرير انزيم الاملیزو ان الجبرلين الذي يتحرر من قبل الجنين وينتقل الى خلايا طبقة الاليرون يزيل التثبيط عن الجينات المسؤولة عن عملية تكوين انزيم الاملیز .
6- هناك فعل متبادل بين الجبرلين والاوكسين Gibberellin and Auxin Interaction
7- هناك فعل متبادل للجبرلين مع DNA

السايتوكاينينات Cytokinins:هورمونات نمو تتركب اساسا من حلقة البيورين تم استخلاصه بصورة بلورية من عرانيس الذرة الحلوة ويسمى Zeatin وتتكون السايتو كينات في الجذور وتنتقل الى السيقان والجذور وهناك مركب اخر يدعى Kinetinعزل من حيامن سمك الرنكه.

التاثيرات الفسيولوجية للسايتوكاينيات :

1- الانقسام الخلوي Cell division: يحفز الانقسام الخلوي في المزارع النسيجية .
2- اتساع الخلايا Cell enlargement:بالاضافة تحفيزه الانقسام الخلوي يعمل على استطالة الخلايا كما في الاوكسينات والجبرلينات.
3- تكوين بادءات الجذور Root initiation:لها القابلة على تحفيز اوتثبيط بادءات الجذور.
4- تكوين ونمو المجموع الخضري Shoot initiation and growth
5- كسر الكمون Breaking Dormancyويحفز نمو البراعم الجانبية .
6- منع الشيخوخة Prevention of Senescence:عند قطع اوراق نباتية لا نواع متعددة من النباتات ووضعها بالماء لعدة ايام فان الاوراق تفقد كلوروفيلها بصورة تدريجية وتصبح صفراء ،لكن عند اضافة الكاينتين فان الاوراق تحتفظ بكلوروفيلها ولونها الاخضر مدة اطول.

7- يحفز تكوين الانزيمات Enzyme formation:تحفز تكوين عدد من الانزيمات كانزيمات البناء الضوئي .

8- تشترك السايتوكاينينات في تركيب الحامض النوي الناقل t-RNA.

الاثلين Ethylene $H_2C=CH_2$

هورمون مثبط للنمو و هو غاز في درجة الحرارة الاعتيادية وتركيبه بسيط مقارنة بالهرمونات النباتية الاخرى وهو كغيره من الهرمونات يسبب تأثيرات فسيولوجية مهمة للنبات عندما يوجد بتراكيز ضئيلة وان الحامض الاميني الحاوي على الكبريت (S)والمسمى المثيونين Methionineيتحول داخل الانسجة النباتية الى الاثلين.

التاثيرات الفسلجية :

1- يعمل على نضج الثمار فالثمار الناضجة تحرر مواد متطايرة تسرع نضج الثمار الاخرى .
2- له دور في ظاهرة السيادة القمية من خلال تثبيط نمو البراعم كما في الاوكسين .
3- له دور في الانتحاء الارضي ويشترك مع IAAفي ذلك.
4- يسبب الذبول المؤقت للاوراق .
5- يعمل على تثبيط الجذور ويشجع الجذور العرضية.

حامض الابسسيك(ABA) Abscisic acid

ينشا من حامض الميفالونيك Mevalonic acid او انه يتكون نتيجة الاكسدة الضوئية لبعض انواع الزانثوفيل مثل فايلوزانثين Violaxanthin.

التأثيرات الفسلجية

1- يعمل على الاسراع في انفصال الاعضاء النباتية Abscisionوالشيخوخة Senescence.
2- يثبط عمل ال IAAو الجبرلين
3- يحفزكمون البراعم
4- تحفيزه لشيخوخة الاوراق يكون عن طريق تثبيطه لبناء RNAوالبروتين
5- يعمل على غلق الثغورعند تعرض النبات لظروف الجفاف .