منظمات النمو النباتية Plant Growth Regulators

لنمو النبات وتطوره متطلبات خاصة لاتشمل فقط الضوء والماء وغاز ثنائي اوكسيد الكربون والعناصر الغذائية التي يحصل عليها النبات من البيئة التي يعيش فيها والتي تعتبر عوامل خارجية وانما يحتاج النبات الى مركبات عضوية غير غذائية من نوع خاص تعمل على ربط اجزاء النبات المختلفة مع بعضها البعض وهذه المركبات العضوية يطلق عليها بالعوامل الهرمونية، وبعبارة اخرى فأن نمو النبات وتطوره من بداية الانبات حتى انتهاء دورة حياته يكون مسيطر عليه من قبل عوامل داخلية واخرى خارجية فالعوامل الغذائية Nutrient factors تقوم بتجهيز النبات بالعناصر الغذائية الضرورية كما وتجهزه بالمواد الكربوهيدراتية والبروتينات وهذه العوامل الغذائية (عوامل خارجية) يكون مسيطر عليها من قبل مواد او عوامل اخرى (عوامل داخلية) والتي يطلق عليها بالمراسلات الكيميائية Chemical messengers او Chemical hormones او Native plant growth regulators وهذه المراسلات الكيميائية توجد بشكل طبيعي داخل اجزاء النسيج النباتي وهي عبارة عن هرمونات او فيتامينات تسيطر او تنظم عمل المواد الغذائية، اما بالنسبة للفرق بين الهرمونات والفيتامينات فأن الهرمون يصنع في جزء معين من انسجة النبات ثم ينتقل الى الاجزاء الاخرى لأحداث التغيرات الفسلجية المختلفة في حين ان الفيتامينات تصنع وتستخدم في نفس الجزء من النسيج النباتي اي يكون المصدر والمصب في نفس الموقع وهذه النظرية يعترض عليها الكثيرين من المختصين فمثلا فيتامين B1 (Thiamine) فأنه يصنع في الاوراق وينتقل الى الجذور بشكل قطبي كما ان بعض الهرمونات تصنع وتستخدم في نفس الجزء من النسيج النباتي وعليه فأن الفرق بين الهرمونات والفيتامينات من ناحية البناء والانتقال لازال غير واضح، اذ ان الاخيرة ليس لها دور مباشر في التأثير على العمليات الفسلجية اللازمة لنمو وتطور النبات وانما تدخل كعوامل مساعدة لعمل الانزيمات Co-factors وان الانزيمات لها دور في اتمام التفاعلات الكيميائية المختلفة، اما الهرمونات فأن لها دور مباشر في التأثير على العمليات الفسلجية اللازمة لنمو النبات وتطوره من حيث الاستطالة والانقسام والازهار وعقد الثمار والشيخوخة وغيرها من التأثيرات المباشرة.

ان مصطلح هرمون اشتق من اصل يوناني (To excite) ويعني (لينشط) ولقد اكتشف اولا في الحيوان عام 1906 اما في النباتات فقد عرفت الهرمونات بأكتشاف الاوكسين وهنالك فرق كبير بين الهرمونات الحيوانية التي تفرز من غدد خاصة ومعينة مثلا هرمون الانسولين في البنكرياس ولها تأثيرات وصفات فسلجية في اماكن افرازها اي ان لها وظيفة محددة ومتخصصة اما الهرمونات النباتية فهي مواد او مركبات عضوية غير غذائية تنتج طبيعيا في النبات ولها تأثيرات فسلجية عديدة ومختلفة في النبات.

يعد الاوكسين (Auxin) اول الهرمونات النباتية المكتشفة وقد تم تشخيصه في نبات الذرة (Maize) يلي ذلك الجبرلينات (Gibberellins) التي اكتشفت كمركبات فعالة في الفطر Gibberella fujikuri وقد تم تحديد التركيب الكيميائي لها عام 1956 وبما ان الجبرلين يحفز الاستطالة في النباتات القزمية فقد اقترح عدد من الباحثين ان الجبرلين هو منظم نمو داخلي (Endogenous growth regulator) اما وجوده في النباتات فقد تم اثباته في بذور عدد من اصناف الفاصوليا في عام 1958.

اما السايتوكاينينات (Cytokinins) فقد تم تشخيصها من مصادر غير نباتية اذ ان المادة الفعالة المستخلصة من الـ DNA لحيامن سمك الرنكة اطلق عليها تسمية الكاينتين (Kinetin)

واستخلصت عام 1955 اما المركب الموجود طبيعيا في النبات فقد تم استخلاصه من بذور الذرة عام 1960 واطلق عليه اسم الزياتين (Zeatin) وان تسمية السايتوكاينينات اعتمدت عام 1965، يلي ذلك الاثيلين (Ethylene) الذي لم يتم معرفته كهرمون نباتي اذ كان يعتقد ان تأثيراته ناتجة عن الاوكسين ولكن تم فصله بجهاز الغاز كروموتوكرافي وسجل كهرمون عام 1962 وهو يختلف عن بقية الهرمونات كونه غاز في درجات الحرارة الاعتيادية، اما حامض الابسيسيك (Abscisic acid) فأنه من مثبطات النمو وكان يسمى بالابسيسين (Abscisins) ثم تمت تسميته بالابسيسيك في عام 1965.

بعد ذلك اكتشفت مجموعة سادسة من الهرمونات هي البراسينوستيرويدات (Brassinosteroids) وقد استخلصت من حبوب لقاح نبات السلجم بشكل مواد دهنية في بداية الثمانينيات ولها تاثيرا مباشرا ومشابها للأوكسينات والجبرلينات والسايتوكاينينات منها استطالة وانقسام الخلايا حيوية وانبات البذور تكوين الشكل الظاهري للنبات وغيرها من التأثيرات الفسلجية، بالاضافة الى المجاميع اعلاه هنالك عدد من المركبات لها فعالية بايولوجية على النبات والتي تم اكتشافها لاحقا ولكن من الناحية المبدئية لم يتم اعتبارها هرمونات نباتية بشكل كامل وقد يعود سبب ذلك الى صعوبة تحديد وظائفها وتاثيراتها المباشرة في العمليات الفسلجية ومن هذه المركبات حامض الجاسمونيك (Jasmonic acid) ومركبات اخرى مرتبطة به مثل حامض الكوكوربك (Cucorbic acid) الذي شخص كمثبط نمو داخلي في سبعينيات وثمانينيات القرن الماضي اذ ان لحامض الجاسمونيك اهمية خاصة في النمو والتطور النباتي والانتاج ومقاومة الحشرات، فضلا عن ذلك هنالك حامض الساليسيلك (Salicylic acid) الذي يعمل على تثبيط البناء الحيوي للاثيلين وتنظيم غلق وفتح الثغور وتحفيز انتاج صبغة الكلوروفيل والانثوسيانين وزيادة تحمل النبات للظروف الغير ملائمة ومقاومة النباتات للمسببات المرضية واضافة الى ذلك هنالك مركبات اخرى تم اكتشافها منها Polyamins والـ Polypeptides ولم يتم اعتبار هذه المواد هرمونات نباتية لحد الان لعدم التوصل فيما اذا كانت هذه المركبات تعمل او تؤثر في نمو النبات وتطوره بصورة شاملة ومباشرة كما هو الحال في الهرمونات النباتية.

فضلا عن ذلك تم اكتشاف وتشخيص عدد من المستقبلات (Receptors) لعدد من الهرمونات النباتية منها مايخص السايتوكاينين والاثيلين والبراسينوستيرويد وهي موجود في الغلاف البلازمي اما مستقبلات الاوكسين والجبرلين وحامض الابسيسيك فهي مستقبلات ذائبة، كما ان حركة وانتقال الهرمونات تختلف عن بعضها البعض فالاوكسين (IAA) معروف بانتقاله الفعال (Active transport) اي انه بحتاج الى صرف طاقة في حركته وانتقاله بينما تتحرك وتنتقل الهرمونات الاخرى بواسطة الانتشار (Diffusion) بين الخلايا وقد تنتقل لمسافات بعيدة في حين تعمل هرمونات اخرى داخل نفس الخلية او النسيج الذي نتجت منه.

ان تاثير الهرمونات يعتمد على العلاقة المتداخلة فيما بينها اي انها لاتعمل بمفردها ولكن تعمل بطريقة تضامنية او تضادية فالعمليات الفسلجية اللازمة لنمو وتطور النبات تتم تحت تاثير وسيطرة هذه المركبات نتيجة لمحصلة ذلك التوازن الهرموني (Hormonal balance) كذلك فأن تأثير منظمات النمو يعتمد اساسا على العلاقة المتبادلة بينها وبين كل من المواد الغذائية والتركيب الوراثي والظروف البيئية كالحرارة والضوء لذا فأن استجابة النبات لمنظمات النمو تعتمد على التوازن بين العوامل المتداخلة معها.

بعض المصطلحات الخاصة بمنظمات النمو النباتية:

1- الهرمونات النباتية (Plant Hormones (Phytohormones :

هي عبارة عن مجموعة من المركبات العضوية غير الغذائية والفيتامينات، تنتج وتصنع طبيعيا (داخل) خلايا وانسجة النبات المختلفة وبتراكيز قليلة جدا تؤثر في العمليات الفسلجية (تحفيز، تثبيط او تحوير) اللازمة لنمو النبات وتطوره، ومن امثلة الهرمونات التي تنتج طبيعيا في النبات الاوكسين (IAA)، الجبرلين (GA1)، السايتوكاينين (Zeatin)، الاثيلين، حامض الابسيسيك (ABA) والبراسينولايد (Brassinolide) .... وغيرها، اذ تلعب الهرمونات النباتية دورا محوريا في السيطرة على اتجاهات وسرعة نمو اجزاء النبات المختلفة لتعطي بالمحصلة الشكل النهائي المميز للنبات علما بأن الهرمونات النباتية لاتعمل كل على انفراد بل بالارتباط او التعاون او بالتضاد مع بعضها البعض وهذ ماينتج عنه الظروف النهائية لنمو وتطور النبات والمتمثل بمحصلة التوازن الهرموني.

2- منظمات النمو النباتية Plant Growth Regulators:

منظمات النمو النباتية مصطلح عام يطلق على مجموعة المركبات العضوية غير الغذائية والفيتامينات وتشمل المركبات التي تنتج طبيعيا في النبات (الهرمونات النباتية كما ورد تعريفها اعلاه) وكذلك تشمل المركبات التي تصنع خارج النبات في المختبرات او من قبل شركات المواد الكيميائية المتخصصة والتي يطلق عليها منظمات النمو النباتية الصناعية Synthetic Plant Growth Regulators وهي مركبات عضوية غير الغذائية والفيتامينات والتي بتراكيز قليلة جدا تحفز او تثبط او تحور في العمليات الحيوية والفسيولوجية والشكلية اللازمة لنمو النبات وتطوره وانتاجه، وبذلك فأن جميع الهرمونات التي تنتج طبيعيا في النبات تعد منظمات نمو وان العكس غير صحيح ومن ذلك نستنتج ان مصطلح منظمات النمو النباتية يطلق على:

A- الهرمونات النباتية الطبيعية او التي تنتج داخل النبات Endogenous Plant Growth Regulators مثل الاوكسينات (IAA)، الجبرلينات (GA1)، السايتوكاينينات (Zeatin)، الاثيلين، حامض الابسيسيك (ABA) والبراسينوستيرويد (BL).

B- منظمات النمو النباتية التي تنتج صناعيا خارج النبات Exogenous Plant Growth Regulators مثل الاوكسينات (NAA، IBA و 2,4-D)، الجبرلينات (GA3)، السايتوكاينينات (BA)، الاثيلين (Ethephon) .... وغيرها.

3- محفزات النمو النباتية (Plant Growth Stimulators (Promotors:

وهي مركبات عضوية غير الغذائية والفيتامينات والتي بتراكيز منخفضة جدا تحفز العمليات الفسلجية اللازمة لنمو النبات وتطوره وتعد الاوكسينات والجبرلينات والسايتوكاينينات الطبيعة والصناعية محفزات النمو النباتية.

4- مثبطات النمو النباتية Plant Growth Inhibitors:

وهي عبارة عن مركبات عضوية غير المواد الغذائية والفيتامينات والتي بتراكيز قليلة جدا تثبط العمليات الفسلجية اللازمة لنمو وتطور النبات ويعد حامض الابسيسيك (ABA) من اهم المثبطات النباتية المعروفة.

5- معوقات (مؤخرات) النمو النباتية Plant Growth Retardants:

وهي مجموعة من المركبات العضوية غير الغذائية والفيتامينات التي بتراكيز قليلة جدا تؤدي الى اعاقة او تأخير في نمو النبات وجعله متقزما علما ان جميع معوقات النمو هي مركبات صناعية Synthetic compounds ولاتنتج طبيعيا داخل النبات، ان تأثير معوقات النمو هو مضاد او معاكس لتأثير الجبرلينات ولذلك يطلق عليها Anti-Gibberellins ففي الوقت الذي يحفز الاستطالة (الساق) فأن معوقات النمو تعيق الاستطالة وتجعل النبات متقزما ومن تاثيراتها ايضا فضلا عن انخفاض الاستطالة هو زيادة اخضرار الاوراق (الكلوروفيل) وتأخير الشيخوخة ، السيطرة على نمو الساق والافرع (حجم النبات) وتحفيز تكوين البراعم الزهرية ومن اهم معوقات النمو: (CCC ، Cycocel)، (Phosphon-D)، (Paclobutrazol ، PP333 ، Cultar)، (Amo-1618) ... وغيرها.

6- المواد الناشرة Wetting Agents or Surfactant Compounds:

هي مواد تضاف الى محلول منظمات النمو حيث يشكلان معا مستحلبا يعمل على تحسين خواص المحلول الكيمياوي من خلال توزيعه وانتشاره والتصاقه وتقليل الشد السطحي للأنسجة النباتية المعاملة بمحلول منظمات النمو مما يساعد في زيادة نفاذ وامتصاص المادة وعدم فقدانها وبخاصة عند استخدام تراكيز قليلة من منظمات النمو، ان التركيز الموصى به من المادة الناشرة المضافة الى محلول المادة الكيمياوية (منظم النمو) يتراوح بين (0.1% - 0.01%) اي لايتجاوز 100 - 1000 ملغم لتر$^{-1}$ ومن امثلة المواد الناشرة المستعملة: Tween-20، Tween-80، X-77، Triton-B..... وغيرها.

7- الجرعة المهلكة 50% (50%) Lethal Dosage (LD50%):

هي مقدار الجرعة المهلكة او القاتلة من المادة الكيميائية التي تؤدي الى هلاك 50% من الاحياء عند تعرضها لحالة الاختبار المحددة من هذه الجرعة ويتم تقديرها بالملغرام / كيلوغرام (ملغم / كغم) من وزن الكائن الحي عند تناولها عن طريق الفم.

8- نسبة المادة الفعالة المركزة % Active Ingredient:

هي نسبة تركيز المادة الفعالة المركزة (النقية) من المركب الكيميائي (منظم النمو) والتي تكون مسؤولة اساسا عن تأثير التركيز المطلوب من منظم النمو عند استعمالة، يتم تثبيت نسبة المادة الفعالة من المركب الكيميائي على العبوات الخاصة بمنظمات النمو او المواد الكيميائية الاخرى كمبيدات الادغال مثلا يكتب على العلبة : A.I.30%، A.I.50% ، A.I.70% ... الخ واحيانا قد تكون المادة الفعالة نقية (A.I.100%)، فأذا كانت نسبة المادة الفعالة 50% (A.I.50%)

مثلا فهذا يعني ان 50% المادة الكيميائة مركزة (نقية) و 50% هي عبارة عن مادة مالئة (Filler) ويجب تحضير التركيز المطلوب على ضوء نسبة المادة الفعالة النقية المثبتة على العلبة، ان نسبة المادة الفعالة قد تختلف للمركبات الكيميائية المختلفة حسب الشركات المجهزة للمواد الكيميائية كما يجب عدم تحضير التركيز المطلوب من المادة الكيميائية في حال عدم وجود نسبة المادة الفعالة (A.I.%) مثبتة على العلبة.

9- التركيز Concentration:

هو نسبة تركيز المادة الفعالة من المركب الكيميائي (منظم النمو مثلا) والمساوية لكمية المحلول المستخرج كنسبة مئوي (%) او جزء بالمليون (ppm) او مللتر/لتر ماء ... الخ.

10- رش المجموع الخضري Foliar Application:

وهي عملية رش محلول المادة الكيميائية (منظم النمو مثلا) على اجزاء النمو الخضري للنبات المعامل كافة اذ يتضمن تغطية كاملة (Full Coverage) وحتى درجة الابتلال الكامل (Drip Point) ومن اجل تحقيق ذلك فيوصى برش ثلثي (2 / 3) كمية المحلول الكيميائي على الثلث (1 / 3) العلوي للنمو الخضري للنبات ويضاف الثلث (1 / 3) الاخر المتبقي من كمية المحلول الكيميائي على الثلثين (2 / 3) المتبقيين من النمو الخضري.

11- التأثير التعاوني او التضامني Synergism (conjugation) Action:

هو مجموع تأثير منظمي نمو معا على حالة فسلجية معينة يكون اعلى تأثيرا من تاثير احد المنظمين لوحده على هذه الحالة الفسلجية مثلا يكون تأثير كل من الجبرلين (GA3) والسايتوكاينين (BA) على كسر السكون (Dormancy) في البذور والبراعم يكون اكثر فعالية من تأثير الجبرلين لوحده او السايتوكاينين لوحده لذلك يقترح استعمال خليط من منظمات النمو التي لها تأثيرات متشابهة على حالة فسلجية معينة بدلا عن استعمال منظم نمو واحد للحصول على نتائج افضل.

12- تأثير التضاد Antagonism Action:

هو عبارة عن تأثير معاكس او مضاد للمواد الكيميائية (منظمات نمو، مبيدات، اسمدة كيمياوية ... الخ) والتي يكون تأثير احدها معاكس او مضاد مع المركب الكيميائي الاخر، او ان احدهما يلغي او يثبط او يضعف تأثير الاخر، مثلا حامض الابسيسيك ABA يحفز السكون للبذور والبراعم الا ان المعاملة بالجبرلين GA3 يحفز هذه البذور والبراعم على كسر طور السكون فيها اي ان حامض الابسيسيك يثبط او يلغى او يضعف تأثيره نتيجة المعاملة بالجبرلين، كذلك في حالة التضاد التي تحصل بين الاوكسين والاثيلين فالاوكسين يثبط عملية تساقط الاوراق والثمار الناضجة في حين ان الاثيلين يشجع او يحفز سقوطها كذلك فأن التضاد يحصل بين الاوكسين والسايتوكاينين في السيادة القمية Apical Dominance من خلال عملية تحفيز او تثبيط نمو البراعم الجانبية.

13- هرمونات التزهير Flowering Hormones:

هي مركبات عضوية غير الغذائية والفيتامينات تنتج في النبات وتعمل على تحفيز نشوء الازهار ونموها وتطورها وقد عد الفلورجين (Florigen) هرمون افتراضي ينتج في النبات وقد يكون مسؤولا عن هذه العملية وهو نوع من البروتينات يطلق عليه FT Protein يتكون في الاوراق ثم ينتقل الى منطقة القمة النامية للأفرع Shoot Apex حيث يتداخل مع بروتين اخر محفزا عملية التعبير الجيني Gene Expression ويسبب التزهير.

14- الفيتامينات Vitamins:

هي مواد عضوية غير المركبات الغذائية والهرمونية والتي يحتاج اليها النبات بتراكيز قليلة جدا (اقل من العناصر الغذائية لكن اعلى من منظمات النمو) ويكون عملها مساعدا Co-factors لعمل الانزيمات Enzymes في التفاعلات اللازمة للعمليات الفسلجية اللازمة لنمو وتطور النبات.

PGRS