التنسيق الهرموني

ان قدرة الكائن الحي على البقاء والمحافظة على استقراره او توازنه تعتمد على قدرته في الاستجابه للتغيرات او المنبهات في بيئته الخارجية وبيئته الداخلية . ففي الحيوانات تكون الاستجابه للتغيرات البيئيه الخارجيه من اختصاص الجهاز العصبي ، اما الاستجابه الداخليه فهي من شأن جهاز الافراز الداخلي ، اما النباتات فهي تستجيب للتغيرات البيئيه ابطأ من الحيوانات هي تفتقد الجهاز العصبي والعضلات للحركه لذلك فهي تستجيب للمنبهات الخارجيه والداخلية بفعل هرمونات خاصة تسمى الهرمونات النباتيه .

الهرمونات Hormones

مادة كيميائية تتكون داخل الغدة الصماء وتنتقل عن طريق الدم إلى العضو الذي يؤثر على وظيفته ونموه . معظم الهرمونات من النوع المحفز حيث تقوم بتنشيط أعضاء أو غدد أخرى.وتختلف الهرمونات النباتيه (plant hormones (phytohormones عن الهرمونات الحيوانيه animal hormones في ان الاولى تنتجها خلايا غير متخصصه (خلايا مرستيميه قميه في الغالب) اما الثانية فتتنتجها غدد خاصه Glands .

اكتشاف الهرمونات

أ- كلود برنار ١٨٥٥

درس وظائف الكبد أعتبر أن(السكر المدخر فى الكبد إفراز داخلى والصفراء إفراز خارجى)

ب- ستارلنج ١٩٠٥

لاحظ آن البنكرياس يفرز عصارته الهاضمة فور وصول كتلة الغذاء الى الاثنى عشر رغم قطع كل اتصال عصبى بين البنكرياس والأعضاء واستنتج ان هناك نوع من التوصيل العصبى و تبين أن الغشاء المخاطى المبطن للاثنى عشر يكون إفراز خاص (هرمونات) يسرى فى الدم الى البنكرياس ينبهه الى إفراز عصارته الهاضمة و أطلق ستارلنج على الرسائل الكيميائية (الهرمونات) =

المواد المنشطة كما ان في بعض الدراسات أمكن التعرف على الغدد الصماء فى الجسم الإنسان والهرمونات الخاصة بكل غدة.

التنسيق الهرموني في الحيوانات ؛

لقد عرفت فعالية الافراز الداخلي في الغالبية العظمى من مجموعة اللافقريات ، ففي بعض اللافقريات تفرز الهرمونات من مجموعة خلايا في العقد العصبية neural ganalia ، في حين في اللافقريات الاخرى غددا متخصصة تنتج وتحرر الهرمونات . أذ تتأثر فعاليات كثيرة بالهرمونات ومنها النمو والنضج الجنسي والتكاثر والتلون والانسلاخ والتشكل . ويرى البعض ان التئام الجروح في الديدان المسطحة يكون تحت تأثير السيطرة الهرمونية .

اما في الحيوانات الفقرية فأن جهاز الافراز الداخلي يعمل متضامناً مع الجهاز العصبي من اجل المحافظة على حالة الاتزان ، اذ تساعد الهرمونات على تنظيم النمو والتكاثر وفي تنظيم الايض وموازنة الماء والاملاح وغير ذلك.

من الناحية الكيمياوية تقع الهرمونات الحيوانية ضمن مجموعة الستيرويدات steroids او ضمن عائلة البروتين (بروتينات ، ببتيدات ، او مشتقات الحوامض الامينية).

تحرر هذه الغدد الهرمونات الى السائل المحيط بالانسجة ومن ثم الى الشعيرات الدموية ومن ثم تنتقل هذه الهرمونات الى الانسجه المستهدفة Target tissue ، قد يكون النسيج المستهدف غدة صماء اخرى او يكون هدفاً من نوع اخر مختلف تماما مثل العظم . وفي اغلب الاحيان يقع النسيج المستهدف بعيدا عن مصدر الهرمون .

السؤال هنا: كيف يشخص النسيج المستهدف هرمونه ؟؟؟؟

الجواب : هناك بروتينات مستقبلة خاصة (Specific recepator proteins) تربط موقع المستقبل بالهرمون ، وهذه من العمليات عالية التخصص . ويمكن تمثيل الموقع المستقبل بالقفل والهرمونات بمفاتيح مختلفة ، وعلى وفق ذلك فأن الهرمون المناسب للقفل هو الوحيد الذي يمكنه التأثير في الماكنة الايضية للخلية .

من الممكن ان تدخل هرمونات عدة مختلفة في تنظيم الفعاليات الحيوية لنوع معين من الخلايا ، لذا ينبغي على معظم الخلايا امتلاك مستقبلات اكثر من نوع واحد من الهرمونات ، وتنتج الهرمونات في احيان كثيرة تأثيراً متعاوناً (اي وجود احد الهرمونات قد يزيد من تأثير الهرمون الاخر).

الصفات الأساسية للهرمونات:

١- التأثير البعيد للهرمون : حيث انه يفرز من غدة ويؤثر علي نسيج بعيد عن مكان الغدة في الجسم.

٢- التخصص الدقيق جدا لفعل الهرمونات : بمعني أن التأثير الذي تحدثه علي عضو ما لايمكن أحداثه بأي مادة بيولوجية أخري وانه في حالة غياب الغدة أو الهرمون يحدث خلل معين في وظائف الجسم ولايمكن إزالة هذا الخلل إلا بحقن هذا الهرمون الغائب.

٣- النشاط البيولوجي العالي للهرمونات : حيث أنها تفرز من الغدد الصماء بكميات قليلة جدا (ميكروجرام) ويكون تأثيرا كبيرا جدا .كما تتميز الهرمونات بأنها ذات نشاط حيوي علي درجة عالية من التخصص إذ تكفي كمية ضئيلة جدا من الهرمون لإحداث تغير كبير في النشاط الفسيولوجي للأعضاء.

٤- تتكون الهرمونات من جزيئات صغيرة الحجم لتتمكن من المرور خلال جدران الأوعية الدموية إلي الأعضاء والأنسجة والخلايا.

٥- لا تسبب الهرمونات بيوكيميائية خاصة بل تؤثر علي معدل سير العمليات التي تحدث فعلا في أجهزة جسم الحيوان المختلفة وذلك عن طريق تأثيرها علي الأنظمة الأنزيمية المختلفة بالجسم أو علي معدل نفاذية غشاء الخلية للأيونات والكاتيونات والجزيئات والبروتينات والسكريات والدهون.

٦- انتقال الهرمونات للعضو المستهدف يكون سريع بينما رد فعل العضو لهذه الهرمونات يستغرق مده طويلة من عده ساعات إلي بضعة أيام مقارنة بانتقال الأشارات العصبية إلي العضو ورد فعل العضو لهذه الأشارات العصبية

.

وظائف الهرمونات Functions Of Hormones:

تنظم الهرمونات نشاط كل خلايا الجسم تقريبا:

١- التوازن الداخلي Homeostasis:

ويعني المحافظة علي ثبات الظروف البيئية الداخلية للجسم مثل حجم السوائل خارج الخلايا ، ضغط الدم ، محتوي الالكتروليتات في سوائل الجسم ، مستوى ايونات الكالسيوم والفوسفور بالبلازما ، مستوي

السكر في الدم ، كذلك المحافظة علي العظام والعضلات ومخزون الدهن في الجسم كما يؤثر الهرمونات علي عمليات ميتا بوليزم في معظم خلايا الجسم فتخليق وهدم الكربواهيدرات والدهون والبروتين وتنظيم بواسطة الهرمونات لمقابلة حاجة الجسم للطاقة أو النمو.

٢- التناسلReproduction:

الهرمونات المفرزة من الغدد الجنسية مثل الهرمونات الذكرية الهرمونات الانثوية (الأيستروجين_ البروجسترون) وهرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية مثل هرمون النمو CHوالبرولاكتين، والهرمون المحدث للتبويض والهرمون المنط لنمو الحويصلات المبيضية تعمل جميعها متداخلة مع بعضها لتنظيم نمو استدامة الأجهزة التناسلية في كلا الذكر والانثي وإنتاج الجاميطات والسلوك الجنسي لكلا من الذكر والأنثى والشكل المظهري لكلا من الجنسين للمحافظة علي النوع .

٣- النمو والتطور:

تساهم معظم الهرمونات في هذا العمل ومن أمثلة ذلك دور هرمون النمو في تنشيط النمو العام للجسم ودور هرمون الثيروكسين علي نمو الجسم ونضج الجهاز العصبي المركزي وتحور يرقات الضفادع إلي ضفادع بالغة ودور الهرمونات الجنسية علي نمو وتطور الجهاز التناسلي وتخليق الامشاج

.

٤- تكامل الأحداث الفسيولوجيةIntegration :

يساهم فيها الجهاز العصبي مع الهرمونات كما تحدث في حالة انزل اللبن في الأبقار وعملية التبويض في الأرانب.

٥- سلوك الحيوانAnimal Behavior :

السلوك الجنسي وسلوك الأمومة يتحكم فيها الهرمونات الجنسية و وهرمونات النخامية وسلوك الجماعة والتجمع وقد يتأثر بإفراز رسل كيميائية في البيئية الخارجية.

٦- تنظيم الطاقة القابلة للاستفادةRegulation Of Energy Auailiability :

لكي يعيش الكائن الحي يجب إن يكون قادر علي تحويل الكالوري الموجودة في الغذاء إلي طاقة تخزين جزء منها ليستخدمها فيما بعد ويمكن إن تحويل المخزون منها إلي طاقة عند الاحتياج إليها.

التنظيم الهرموني في الإنسان

توصل العلماء إلى معرفة الكثير من وظائف الهرمونات عن طريق:

١- دراسة الأعراض التي تظهر على الإنسان والحيوان نتيجة تضخم غدة صماء أو استئصالها .

٢- دراسة التركيب الكيميائي لخلاصة الغدة والتعرف على أثرها في العمليات المختلفة.

الغدد في الانسان

يحتوى الجسم علي ثلاثة غدد هي:

١- غدد قنوية أو صماءDuct Glands :

وهي تسمي بالغدد ذات الأفراز الخارجي Exocrione Glands وتحتوى علي قنوات خاصة تصب بواستطها الأفرازات أما خارج الجسم مثلما في الغدد العرقية أو الدمعية أو داخل الجسم مثال الغدد اللعابية.

٢- غدد لاقنوية أو صماءDuctless Glands:

وتسمي بالغدد ذات الإفراز الداخلي Endocrine Glands وليست لها قنوات خاصة تصيب افرازتها مباشرة في الدورة الدموية وتؤثر تأثير تنظيما وتسمي أفرازات هذا النوع من الغدد الهرمونات.ومن أمثلتها (السرير البصري ، الغدة النخامية ، الغدة الدرقية ، جارات الدرقية ، الغدة الكظرية ، الغدة الصنوبرية ، الغدة الزعترية والقلب).

٣- غدد مختلطةMixed Glands:

تجمع بين النوعين السابقين إذا لها قنوات خاصة وفي نفس الوقت تصب أفرازاتها في الدم مباشرة كما في البنكرياس والغدد الجنسية.

جهاز الغدد الصم Endocrine system

عبارة عن جهاز متكامل من الغدد، كل منها تفرز أنواع مختلفة من الهرمونات التي تنتقل عبر الدم. يختلف جهاز الغدد الصم عن الغدد خارجية الإفراز التي بدورها تفرز موادها الكيميائية عبر قنوات.

جهاز الغدد الصماء يشابه الحهاز العصبي بانه ينقل المعلومات، مع انهما يختلفان بآلية العمل. فجهاز الغدد الصم بطيئ لكنه مطول حيث يستمر من بضع ساعات إلى اسابيع. لكن الجهاز العصبي فهو سريع لكنه قصير الاثر.

الغدد الصم

الغدد الصماء هى غدد لا قنوية ، تفرز الهرمونات والتى تصب فى الدم مباشرة ، ولابد من إفراز هذه الهرمونات بالكميات المطلوبة لكى تؤدى وظائفها على أحسن وجه لأنه اذا زاد إفراز الهرمون أو نقص سيؤدى ذلك إلى اختلال فى الوظيفة مما قد يسبب اعراضا مرضية تختلف من هرمون إلى أخر. وهي الجزء الثانى من الأجهزة التى تتحكم فى وظائف الجسم مع الجهاز العصبى ولذلك فإن وظائف الجسم المختلفة تكون تحت سيطرة التحكم العصبى الهرمونى.

ان العلم الذي يختص بفعالية الافراز الداخلي **بعلم الغدد الصم Endocrinology** وهو من الحقول الجديده والمثيرة في مجال الطب ، وتكون الغدد الصم متفرقه وموزعه في داخل جسم الحيوان الفقري . يحتوى جسم الإنسان على مجموعة من الغدد الصماء موزعة فى أماكن متفرقة من الجسم ولكل غدة إفراز خاص بها يحتوى على هرمون أو مجموعة من الهرمونات.

- الغدة النخامية Pituitary gland

وهي سيدة الغدد الصماء نظرا لما تلعبه من دور كبير في تنظيم أعمال الغدد الصماء الأخرى ، توجد في قاعدة الدماغ وتتكون من فصين الأمامي anterior lope والذي له وظيفة السيطره على النمو

والايض والفص الخلفي posterior lope والذي له وظيفة السيطرة على الدورة الجنسيه ، وتتم السيطرة للفص الامامي بستة هرمونات ذات طبيعة بروتينيه وهذه الهرمونات هي :

١ – **هرمون النمو (GH)** Growth hormone: وتتضح وظيفته من اسمه حيث أنه له الدور الأكبر في نمو الجسم سواء على مستوى العظام أو الأنسجة، نقص هذا الهرمون في الصغر يسبب قصر القامة وبطؤ النمو، أما زيادته في الصغر فتسبب العملقة..

٢– **الهرمون المحفز للغدة الدرقية (TSH)** Thyrotrophic hormone: والذي يحفز الغدة الدرقية لإفراز الثايروكسين .

٣– **الهرمون المحفز للغدة الكظرية ACTH** Adrenocortic trophic hormone : وهو الذي يحفز الغدة الكظرية لإفراز الكورتيزول.

٤– **هرمون الحليب (PH) Prolactin**: وهو المسئوول مع الإستروجينOestrogen عن نمو الثدي و تكوين حليب الأم.

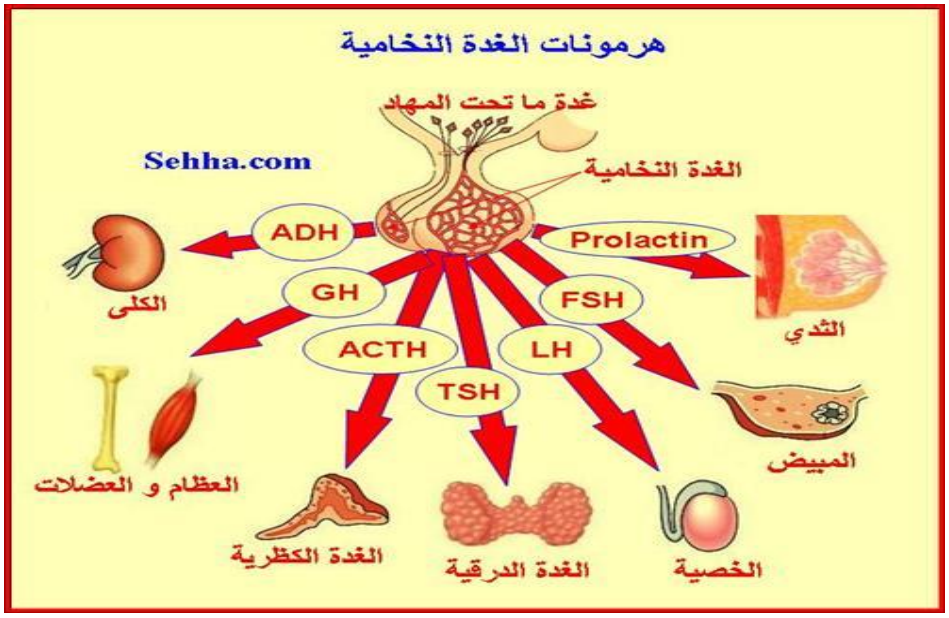
٥– **الهرمون المنبه للحوصلة (FSH)** Follical stimulating hormone وهومسؤول عن تحفيز الخلايا الحوصليه في المبيض على افراز هرمون الاستروجين Oestrogen .

٦– **الهرمون المحفز للجسم الاصفر (LH)** Luteinizing hormone : وهو مسؤول عن تحفيز الجسم الاصفر على افراز هرمون البروجسترون Progesterone في مبيض الانثى . ويحفز انتاج وافراز التستوستيرون Testosterone من خلايا في خصية الذكر .

اما الفص الخلفي للغدة النخاميه فأنه يفرز هرمونين هما :

١–**الهرمون المضاد لغزارة البول (ADH)** Antidiuretic hormone ويعمل على الحفاظ على كمية الماء في الجسم عن طريق تركيز البول.

٢-**هرمون الاوكسي توسين Oxytocin** المحفز لتقلص عضلات الرحم في اثناء الولادة.



الغدة الدرقيه Thyroid gland

توجد هذه الغدة في منطقة الرقبه امام القصبه الهوائيه وتحت الحنجرة ، وتنتج هذه الغدة هرمون الثايروكسين Thyroxin (T4) وهو مركب عضوي معقد يخلق من الحامض الاميني التايروسين tyrosin ويحتوي على اربع ذرات يود في الجزيئه ، والغذاء هو مصدر اليود وبغياب الاخير في الغذاء فأنه لايمكن تخليق الهرمون واهم وظائف هذا الهرمون :

١-يعد الثايروكسين اساسيا للنمو الطبيعي والتكشف ومهما في تحفيز معدل الايض.
٢- ضروري في التميز الخلوي cellular differentiation .
٣- يعمل على زيادة استهلاك الاوكسجين حيث يرتبط بعملية التنفس الخلوي وانتاج معظم انسجة الجسم

٤- يزيد من فعالية هرمون النمو الذي يسيطر على النمو من خلال زيادة تخليق الحامض النووي الرايبوزي RNA والبروتين .

ان معدل فعالية الغدة الدرقية يتأثر بهرمون اخر هو الهرمون المحفز للغدة الدرقية **TSH** الذي يفرز من الفص الامامي للغدة النخامية . فالزيادة في انتاج هذا الهرمون تسبب زيادة في كمية الثايروكسين ، اما الزيادة في كمية الثايروكسين في مجرى الدم فأنها تخفض انتاج هرمون **TSH** . وتضمن هذه الطريقة التجهيز المتزن للثايروكسين .

الغدتان الكضريتان Adrenal gland

وهي تراكيب صغيره وتقع الواحده منها فوق الكلية مباشرة وتتألف كل غدة كظريه من منطقتين خارجيه تعرف بالقشرة الكظريه Adrenal cortex التي تفرز هرمونات ستيرويديه من بينها الكورتزون Cortisone الذي من وظائفه تعجيل عمليات تحويل البروتينات الى كلوكوز.

اما المنطقة الداخلية تعرف بالنخاع الكظري Adrenal medulla فأنه يفرز هرمونات تحفز الجهاز العصبي من الناحية الكيماويه فان الهرمونين متشابهان جدا ويعودان الى مجموعه كيمياويه تعرف بالكاتيكول امين وهما :

١-**الادرينالين Adrenaline** : الذي يتحرر يكميات كبيره الى مجرى الدم عند تعرض الفرد لأجهاد مفاجيء مثل حالات الغضب والخوف والقلق والاثارة والاستفزاز وبأنتشاره في داخل الجسم فأن ضروبا من الاستجابات مثل زيادة ضربات القلب وقوتها وزيادة ضغط الدم وزيادة معدل وانتصاب الشعر.

٢-**النورادرينالين** Noradrenalin :يسبب زيادة ضغط الدم من خلال تحفيز تلقص الشرايين الصغيره .

التنسيق الهرموني في النبات

الهرمونات النباتيه هي مواد عضويه ينتجها النبات بتراكيز قليله تحفز النمو او تثبطه في مناطق عادة ما تكون بعيده عن موقع انتاجها ، وتختلف هذه الهرمونات عن الهرمونات الحيوانيه بأنها تنتج من غدد متخصصة.

تشيع في النباتات البذريه خمسة انواع من الهرمونات النباتيه ، وهذه الهرمونات تدخل كعوامل مهمه في تنسيق النمو في عموم النبات . قد تعمل هذه الهرمونات منفردة او بنوع من التوازن فيما بينها . وقد يحفز احدها عددا من الاستجابات المختلفه ، فضلا عن ذلك فأن النوع الواحد من هذه الهرمونات قد يحدث استجابه في نظام معين تختلف عن تلك التي يحدث استجابه في نظام نباتي معين تختلف عن تلك التي يحدثها الهرمون نفسه في نبات اخر او عضو اخر من النبات نفسه . من بين المنبهات التي تثير الاستجابات في النباتات هي الضوء والرطوبه والجاذبيه والمواد الكيمياويه . وتستجيب الانواع النباتيه جميعها للمنبهات البيئيه الا ان استجابات النباتات تختلف في سرعتها وفي اتجاه الحركه وفي الاليات التي وراها وغير ذلك . وعلى الرغم من تلك الاختلافات فأن هناك صفات معينه مشتركه في معظم انواع الحركات او الاستجابات ومن اهمها :

١-استلام المنبهات .　٢-نقل هرمونات النمو.　٣-تغيرات في خلايا او انسجه معينه مما يؤدي الى حركتها .

كما هو الحال في الحيوانات فأن في النباتات المنبه قد يستلمه عضو معين من الجسم في حين قد تحدث الاستجابه او الحركه في جزء اخر من النبات . ففي الاوراق على سبيل المثال ، يستلم نصل الورقه الضوء (منبه) ويستجيب عنق الورقه بالانحناء ، مما يشير الى انتقال المنبه من جزء الى اخر في النبات ، ولافتقار النباتات الى التراكيب المشابهه للاعصاب والعضلات في الحيوانات فأن تأثيرات المنبهات المسببه للاستجابات النباتيه ينبغي ان تتضمن انواعا اخرى من الاليات الفسلجية.

انواع الحركات في النبات

تظهر النباتات انواعا مختلفه من التفاعلات او الحركات (اي الاستجابات)عند وجود منبهات وتقسم هذه الحركات بشكل رئيسي على اساس الاليات الفسلجيه المسببه لهذه الحركات . ومن الحركات الشائعه في النباتات هي تلك التي تحدث في النباتات الزهريه وهي :

١-حركات النمو Growth movements

تنتج هذه الحركات بسبب اختلاف معدلات النمو في اجزاء مختلفه من العضو . ويعود هذا الاختلاف في معدلات النمو الى توزيع الهرمون غير المتساوي ، وينحصر حدوث هذه الحركات بشكل رئيس في الاجزاء الناميه الفتيه من النبات . ومن اكثر هذه الحركات انتشارا هي تلك المعروفه بألانتحاءات Tropisms وهي حركات او استجابات نمو لمنبهات احادية الاتجاه unidirectional التي تؤثر في جزء من النبات بصورة اقوى مما في جزء اخر.

وتسمى الانتحاءات على اساس المنبهات التي تحدثها اذ تعرف الاستجابه للجاذبيه الارضيه بالانتحاء الارضي Geotropism ، وللضوء بالانتحاء الضوئي phototropism وللماء بالانتحاء المائي hydrotropism ولبعض الكيمياويات بالانتحاء الكيمياوي chemotropism ويوصف بان الانتحاء الموجب positive tropism عندما تكون الحركه باتجاه المنبه او انتحاء سالب nagative tropisme عندما تكون الحركه بعيدا عن المنبه ، وتبعا لذلك توصف حركة الساق والاوراق باتجاه الضوء بانها انتحاء موجب ، في حين توصف حركه الجذور بعيدا عن الضوء بأنها انتحاء سالب .

٢-الحركات الموضعيه nastic movements

يحدث هذا النوع من الحركات كأستجابه لمنبهات غير متجهه non-directional مثل: الحراره ، وشدة الضوء ، الرطوبه ، اللمس . ومن الامثلة على هذه الحركات تفتح الازهار والاوراق وغلقها .

<u>آلية عمل الهرمونات النباتيه</u>

يعتقد ان الية عمل الهرمون النباتي تتضمن ارتباط الهرمون ببروتين مستقبل receptor protein ولهذا البروتين وظيفة خاصة بتثبيط inhibiting عملية استنساخ transcription عامل وراثي معين او تنشيطه او مجموعه من عوامل وراثيه .

اهم الهرمونات النباتيه

١-الاوكسينات Auxine

هي هرمونات نباتيه تنتجها مناطق فعاله على مستوى الانقسام الخلوي والنمو مثل القمم المرستيميه للسيقان والجذور وهذه الهرمونات تنظم كثيرا من الاستجابات او العمليات الفسلجيه في النبات مثل : استطالة الخلية ، الانتحاء الضوئي ، الانتحاء الارضي .

تشجع الاوكسينات النمو عن طريق زيادة معدل استطالة الخليه وعن طريق انقسام الخلية عند وجودها مع السايتوكينات ، وتكون الاوكسينات اما طبيعيه Natural اي اصلها او مصدرها من النبات مثل الاندول حامض الخليك Indoloacetic acide (IAA) ، او صناعيه Synthetic اي تحضر في المختبرات او المصانع مثل 2,4-dichlorophenoxy acetic acid ، والاكسينات الصناعيه مواد كيمياويه مشابهه للاوكسينات الطبيعيه في التاثير او الفعاليه .

٢-السايتوكينات Cytokinins

وهي الهرمونات التي تتواجد في مناطق النمو السريع ووجودها مع الاوكسينات يساعد على انقسام الخليه ومن الامثله عليه الكاينتين Kinetin و الزياتين Zeatin .

٣-الجبريلينات Gibberellins

وهي هرمونات تعنى بالنمو للنبات وهي تعمل على تثبيط نمو الجذر الرئيس والجذور العرضيه غير انها تحفز استطالة الساق ، نمو البراعم الجانبيه ، تحفز بدء عملية انتاج الاندول حامض الخليك ،وتساعد على استطالة الخلية والانقسام الخلوي وتسبب هذه الهرمونات استطالة السيقان في الضروب المتقزمه لبعض النباتات وهو ما ادى الى الاعتقاد ان السبب الوراثي في التقزم يكمن في احتمال كونها فاقدة لاليات تخليق الجبرلينات .