

الهرمونات النباتية

الهرمونات النباتية مواد عضوية تنتج بالأنسجة النباتية بتركيزات ضئيلة للغاية وتحدث تأثيرها في العمليات الفسيولوجية الدائرة بالنبات إما بتنشيطها أو تثبيطها أو تحويلها ولكي تحدث هذا التأثير لابد من إنتقالها من مكان بنائها إلى مكان تأثيرها وفي هذا التعريف يتحدد ملامحها في الآتي :

- هي مواد طبيعية تنتج في النبات ولذا يطلق عليها اسم فيتوهرمونات **Phytohormones**

- تنتج بكميات ضئيلة للغاية

- لا تحدث الفيتوهرمونات تأثيرها في الخلايا التي تنتجها إذ يلزم أن تنتقل منها إلى المكان الذي تحدث به تأثيرها خارج الخلايا المنتجة.

- يتحدد تأثيرها في عملية فسيولوجية محددة تنشطها أو تثبطها أو تحور منها في إتجاه آخر مثل دفع البرعم بدلاً من أن ينمو خضرياً إلى تكوين مبادئ زهرية.

- ولا يمكن أن نطلق لفظ فيتوهرمون على المواد اللازمة للنمو مثل السكر أو الأحماض الأمينية فعلى الرغم من انتقالها فانها ليست ذات تأثير فسيولوجي معين ولا يمكنها العمل بالصورة الهرمونية. ويتحكم الفيتوهرمون في نمو وتطور الأعضاء النباتية المختلفة ولا يقتصر تأثيرها على عمليات التمثيل الغذائي بل يتعداه لكثير من العمليات الفسيولوجية المتخصصة.

- تقسم المواد الهرمونية إلى منشطة ومثبطة ويستدل على أى من نشاط المادة باختبار تأثيرها على عمليتي إنقسام واستطالة الخلايا فالمنشطات تحدث الانقسام أو الاستطالة أو هما معاً والمثبطات تعيق كلا العمليتين على شرط إجراء الاختيار على الهرمون النباتي بمفرده ودون صحبة مع مواد أخرى تؤثر في نشاطه.

تعريف منظمات النمو Plant Growth Regulators

هي مركبات طبيعية تنتج بواسطة النبات او صناعية تخلق وتنتج صناعيا في المعامل وعند توفرها بتركيز صغيرة يكون لها تأثير منظم على العمليات الكيموحيوية للنبات وتؤثر على النمو والتكشف، أي

تقسم الى:

- منظمات نمو هرمونية تنتج طبيعيا بواسطة النبات الفيتوهرمون

- منظمات النمو غير الهرمونية (صناعية او تركيبية) أي المواد المخلقة صناعيا والتي تسبب تأثيرا مشابها لتأثيرات الفيتوهرمونات وهي مركبات عضوية غير المواد الغذائية ولها القدرة على التأثير على النمو بتركيزات ضئيلة (مواد مشجعة – مواد مثبطة) وهذا التأثير يشمل تعديل أو تحويل عملية فسيولوجية في النبات . ويلعب التركيب البنائي دورا هاما في تصنيعها . فإذا تشابه تركيبها الكيميائي مع ذلك الخاص بإحدى مركبات الفيتوهرمون وضعت هذه المادة مباشرة في مجموعة هذا الفيتوهرمون منشطا كان أو مثبطا ويختبر تأثير هذه المادة على استطالة وانقسام الخلية كدليلان للنمو.

وفيما يلي أهم المجموعات المنشطة والمثبطة.

المواد المنشطة للنمو Growth Regulators

وأهم المجاميع التي تتبعها مرتبة حسب تاريخ اكتشافها هي الأوكسينات **Auxins** والجبريلينات

Gibberellins والسايبتوكينينات **Cytokininins**

المواد المثبطة للنمو Growth Inhibitors

وأهم هرمون طبيعي يمثلها هو حامض الابسيسيك **Abscissic acid** والايثيلين **Ethylene**

التركيز الفسيولوجي Physiological Concentration

يقصد به ذلك التركيز من المادة المنشطة أو المثبطة الذي يحدث تأثير ما على الخلية النباتية وللكشف عن

هذا التركيز ومعرفة ما يجرى ما يعرف بالاختبارات الحيوية **Bioassay** وقد يصل تركيز الأوكسين

فى النبات إلى 10-120 ملغم / غم مادة جافة وهى كمية ضئيلة ليست بقيمة فسيولوجية لأنها اقل

من التركيز الفسيولوجي الذي يكون أعلى من ذلك بكثير أي أنها لا تعطى أي نتيجة مع أي من

الآختبارات الحيوية . لذا فان الآختبارات الحيوية الحد الفاصل لمعرفة تأثير التركيزات الموجودة بالنبات.

الاختبار الحيوى Bioassay:

هو عبارة عن قياس التأثير الفسيولوجى للهرمون تحت مستويات مختلفة منه وقياس هذا التأثير عن

طريق الاستجابة الحيوية ، مثال تأثير الاوكسين على استطالة قطعة من السويقة الجينية للشوفان وتقاس

فى صورة انحناء السويقة الجينية للنبات.

- تلعب الهرمونات دورا هاما فى النمو الخضرى للنبات من خلال تأثيرها على عمليتى الانقسام

والاستطالة، فنجد ان **الأوكسينات** تؤدي الى زيادة النمو لان كمية الأوكسين الموجودة فى القمة الطرفية

والسوق لأى نبات ذات علاقة موجبة بمعدل النمو الطبيعى له. فعلى سبيل المثال السلامة الاولى القريبة

من القمة النامية تكون أطول من مثيلاتها الأبعد من القمة وتقل فى الطول كلما ابتعدنا عن القمة، ولقد ثبت

ان الأوكسين ليس هو الوحيد المسؤول عن نمو الساق واستطالتها لكن يشاركه الجبريلين.

- كما أشارت الدراسات ان الاستطالة الخلوية لا تحدث الا فى وجود تركيزات منخفضة من الأوكسين

فالتركيز المرتفع يعمل على تثبيط النمو

- كما وجد ان الأوكسين اللازم لنمو ونشاط الأعضاء الهوائية للنبات لا يصلح لنمو وتنشيط المجموع الجذري كما ان التركيزات المثلى من الأوكسين اللازمة لنمو المجموع الجذري تكون مرتفعة عن التركيزات المثلى لنمو المجموع الجذري لنفس النبات.

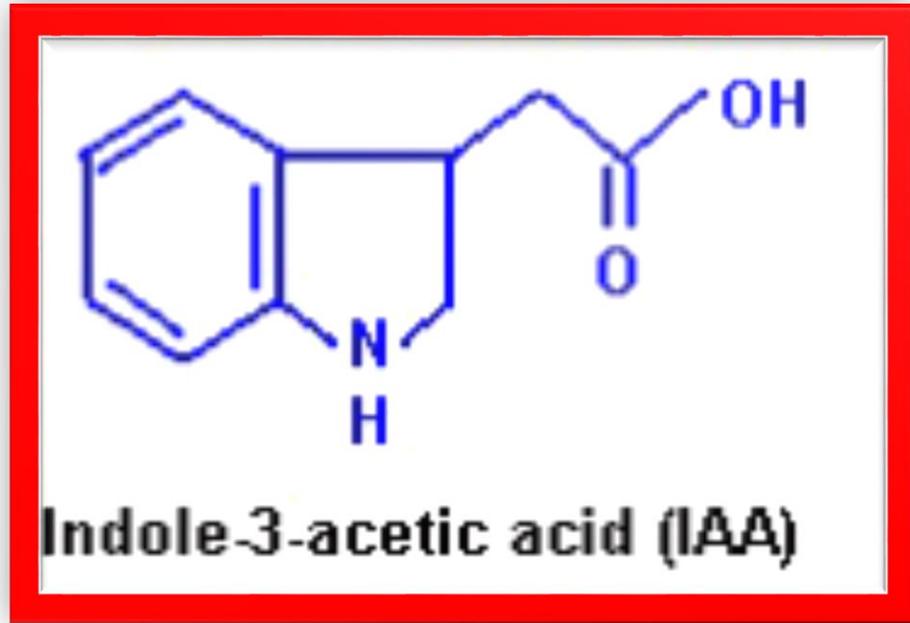
أولاً: منشطات النمو Growth Regulators

1. الأوكسينات

الأوكسين هو أول الفيتوهرمونات اكتشافاً وقد اكتشفه **Kogel** سنة 1933 حيث أمكن استخلاصه من القمم النامية لنبات الذرة وقد أطلق عليه لفظ أكسين وهو مأخوذ من اللغة اليونانية التي تحتوى على والذي المقطع **Auxo** يعنى زيادة.

ثبت فيما بعد أن الأوكسينات توجد فى جميع النباتات الوعائية الراقية وينحصر أماكن تكوينها فى المناطق المرستيمية والأنسجة النشطة وأجنة البذور وان لها خاصية الانتقال القطبي وتختلف سرعته من 0.5 – 1.5 سم/ ساعة تبعاً للنوع والعمر ونوعية النسيج الناقل.

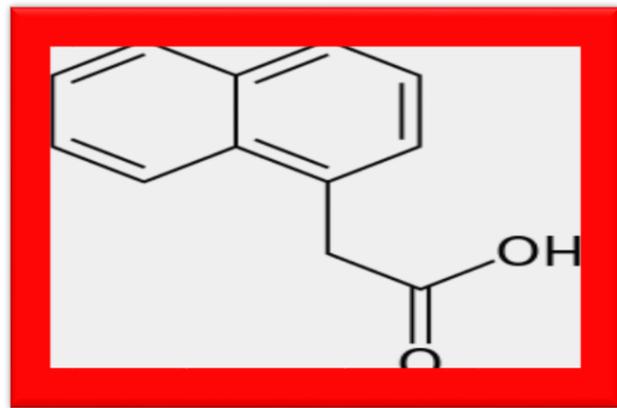
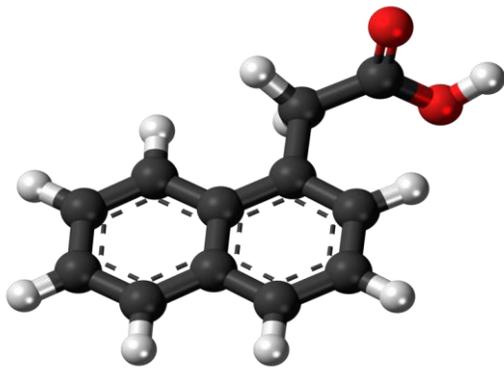
وبعد اكتشافه اصبح يطلق لفظ أوكسين على مجموعة من مركبات تتشابه فى تأثيرها الفسيولوجي رغم تباينها الكيميائي وعموماً فان لفظ الأوكسين يستعمل للدلالة على : المادة العضوية التي تزيد النمو زيادة غير عكسية على طول المحور الطولي إذا أعطيت بتركيزات ضئيلة للنباتات وقد اقترح أن الأوكسين ينتقل قطبياً خلال البلازما بواسطة حامل بروتيني وان هذا الحامل غنى بالحمض الأميني الحلقي البرولين.



هو حلقة بنزين وسلسلة جانبية من حمض الخليك مرتبطان معا بحلقة بيرول . حلقة البيروول يمكن

احلالها بحلقة بنزين اخرى للحصول على مشتق النفثالين حمض الخليك NAA

الذي له قوة ونشاط الاوكسين ويعد احد منظمات النمو الصناعية التي لها اهمية تجارية في الزراعة.



1-Naphthaleneacetic

وقد درس **Went** تأثير الاوكسين على انحناء غمد ريشة الشوفان ويعتبر هذا الاختبار الحيوي الافضل

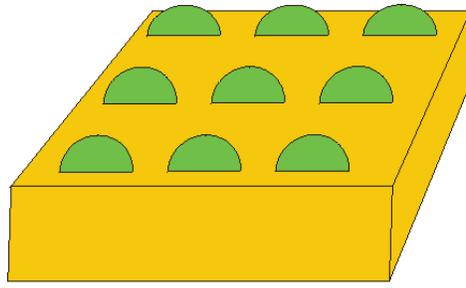
الذي قاد الى عزل ووصف خصائص الاوكس (**Indole Acetic Acid**) IAA

بسبب حساسية ودقة هذه الطريقة. و**غمد الرويشة** هو عبارة عن ورقة متخصصة ومتحورة على صورة اسطوانة مجوفة تغلف وتحيط بالسويقة الجنينية العليا **Epicotyl** ومتصلة بالعقدة الأولى وهي توفر الحماية للقمة النامية الرهيفة لبادرات النجيليات حتى تنزغ الورقة الاولى ذات النمو السريع فوق سطح التربة.

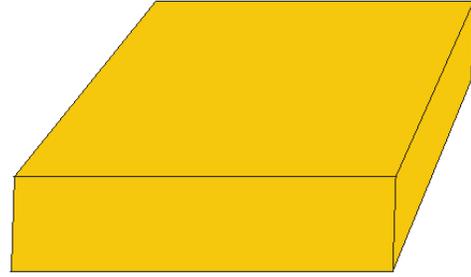
يعتمد قياس نشاط الاوكسين باستخدام هذا الاختبار على دقة الانتقال القطبي السريع (اي من القمة المورفولوجية الى القاعدة المورفولوجية لمحور النبات) للأوكسين في غمد ريشة الشوفان ، وبسبب هذه الخاصية (**قطبية الانتقال**) فان الاوكسين يضاف اعلى قمة جانب واحد لغمد ريشة منزوعة القمة حيث ينتشر الى اسفل هذا الجانب بسرعة، وحيث ان الاوكسين لاينتشر جانبيا لذلك يحدث اختلاف في النمو بين جانبي غمد الريشة نتيجة لانتقال الاوكسين الى اسفل فقط في جانب واحد لذلك يتسبب في انحناء هذا الغمد الذي يتناسب في حدود معينة مع كمية الاوكسين المضافة.

- خطوات اختبار انحناء غمد ريشة الشوفان:-

- 1- انبات بذور الشوفان وانماء بادراتها في الظلام.
- 2- يزال 1 ملم من القمة الطرفية لغمد الريشة بعد وصول البادرات الى طول يتراوح ما بين 15 الى 30 ملم وبالتالي ازالة المصدر الطبيعي للأوكسين.
- 3- يوضع مكعب اجار يحتوي على الأوكسين على جانب واحد في النهاية المقطوعة لغمد الريشة وسوف ينتقل الاوكسين الى اسفل في جانب غمد الريشة الذي يحمل فوقه مكعب الاجار المحتوي على الاوكسين.



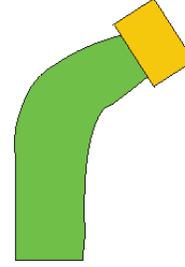
Coleoptile tips
on agar



Tips removed: agar
cut into blocks

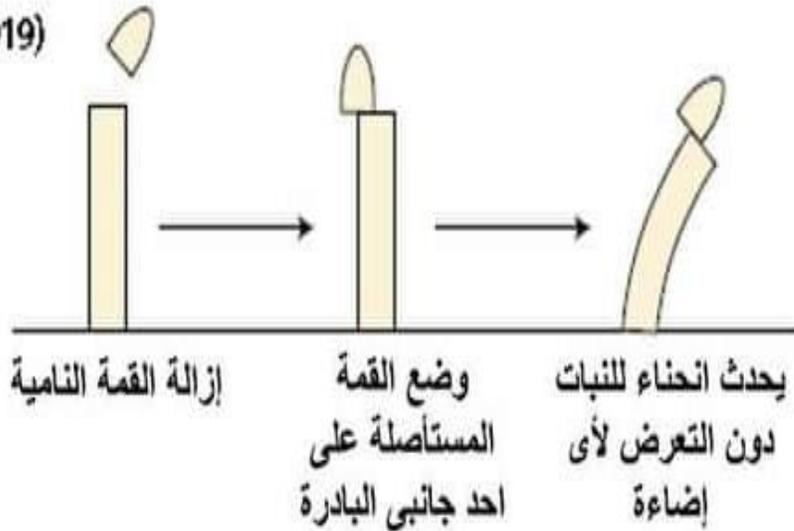


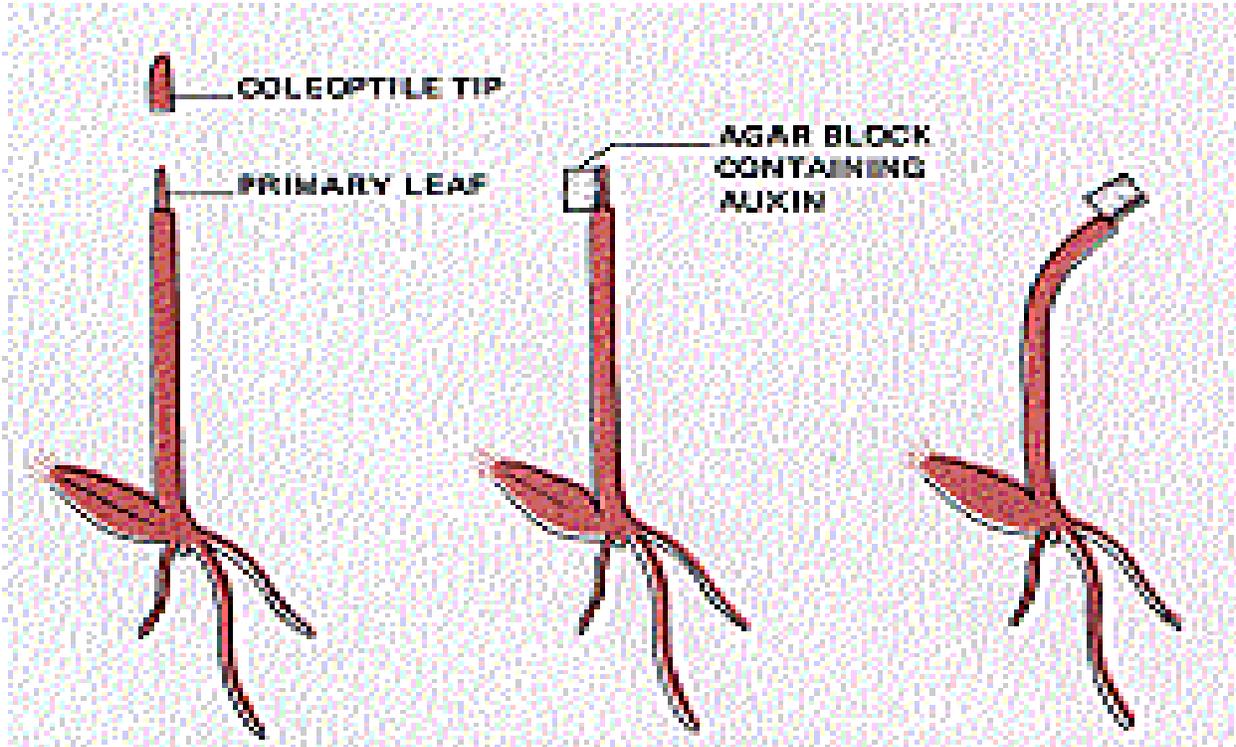
Agar block placed on
one side of coleoptile
(no light)



Curvature in darkness: angle of
bending increased proportionally
with more coleoptile tips that
stood on agar or with longer
time of standing

Paal (1919)





وجود وتوزيع الاوكسينات في النبات :

تعتبر القمم النامية للسوق و قمم الجذور و قمم الاغصدة الورقية والاوراق الحديثة من المراكز الرئيسية لتكوين وبناء الاوكسينات في النباتات الراقية . ويتم تكوين الاوكسينات في المراكز السابقة بكميات كبيرة نسبيا ثم تنتقل من هذه المراكز الى الاعضاء الاخرى للنبات ويلاحظ الاتي :

1- تركيز الاوكسينات يكون مرتفعا في كل من قمتي الساق والجذر ، وان كان يقل في قمة الجذر كثيرا جدا عن قمة الساق .

2- يتناقص التركيز تدريجيا كلما بعدت المسافة عن القمتين ويمكن للتركيز النسبي للاوكسين ان يمثل بيانيا في المناطق المختلفة كالاتي :

مثلا : بادرة نبات الفول بحيث الرسم يوضح الاوكسينات النسبية الموجودة في البرعم الطرفي وفي الاوراق التي تلي البرعم الطرفي .

عدد وحدات الاوكسين النسبية:

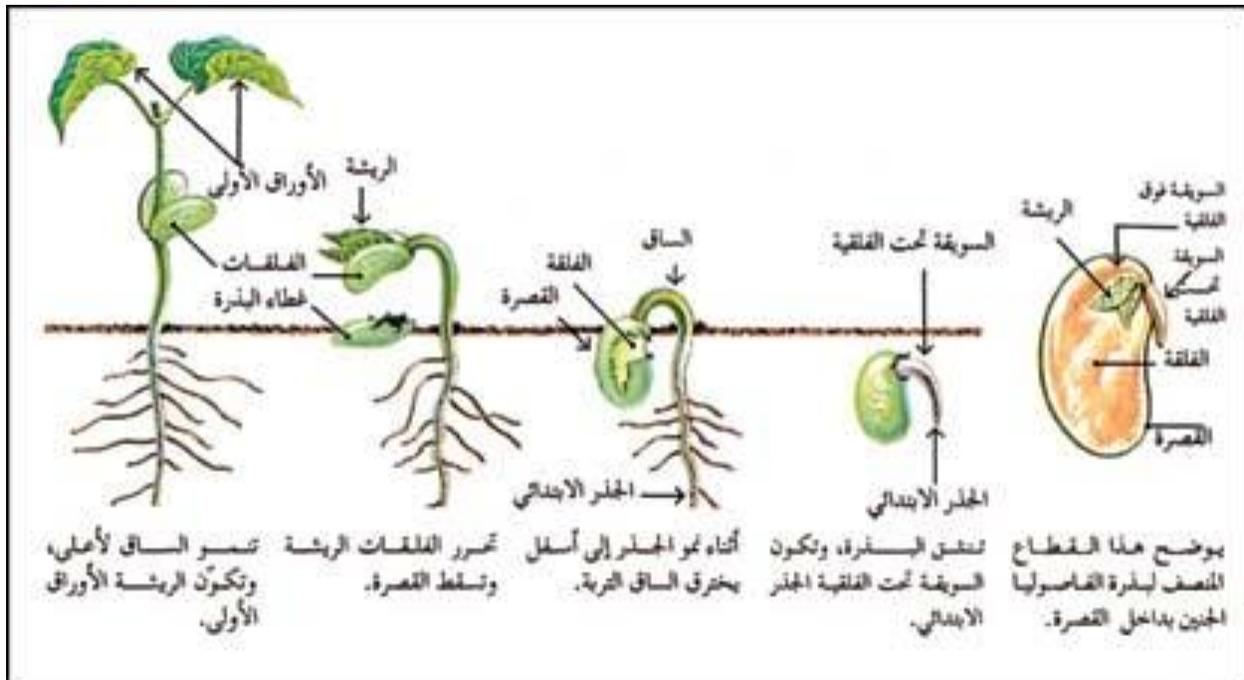
البرعم الطرفي = 12 وحدة

الورقة الاولى = 2.2 وحدة

الورقة الثانية = 1.5 وحدة

الورقة الثالثة = 0.3 وحدة

من الواضح ان تركيز الاوكسين النسبي يتحرك بصورة واضحة نحو قاعدة الغمد . اذا حدث ونزع مركز تكوين الاوكسين الرئيسي الموجود بقمة النبات ، فان تركيز الاوكسين النسبي في الاجزاء القاعدية لنفس النبات ينخفض في صورة واضحة وذلك لان كمية الاوكسين التي كانت موجودة في هذه الاماكن فقدت نشاطها.



انتقال الاوكسينات

انتقال الاوكسين من القمة للقاعدة يسمى انتقال قطبي ، ويتحرك الاوكسين في الانسجة الحية في اتجاه قطبي دائما ، أي في اتجاه واحد من القمة المورفولوجية الى القاعدة المورفولوجية وليس العكس .

الادلة على ذلك:

1- اذا نزع جزء وسطي من غمد ورقي ثم وضع قائما في وضعه الطبيعي على قطعة من الاجار ، ثم وضعت قطعة اخرى من الاجار بها اكسين على الطرف العلوي .

ينتج انتقال الاوكسين خلال جزء الغمد من القطع العليا الى السفلى ، اما عند قلب وضع جزء الغمد السابق بالعكس فالنتيجة لاينتقل الاوكسين خلال جزء الغمد المعكوس .

ملاحظة: ان نقل الاوكسين ليس عملية انتشار (نقل المادة من التركيز العالي الى التركيز المنخفض) ولو كان انتشارا لانتقلت الاوكسينات في أي وضع للغمد الورقي .

يعتمد انتقال الاوكسينات بطريقة ما على :**1- الطاقة الايضية :**

حيث ان الانتقال يمنع بصورة واضحة بنقص الطاقة الايضية وذلك بنقص الاوكسين او باستخدام مواد كيميائية تعوق استخدام الطاقة المنطلقة من التنفس.

2- المنحدر الكهربى :

أوجد ان قاعدة النبات موجبة من الناحية الكهربائية اكثر من القمة ، لذا تنتقل الاوكسينات وهي تمثل شحنة سالبة نحو الجانب الاكثر ايجابية أي من القمة للقاعدة.

ب. وجد ان الجانب المظلم او الاقل اضاءة في النبات يكون اكثر ايجابية من الجانب المضاء ، لذا تنتقل الاوكسينات نحو الجانب المظلم.

ج. وجد انه عند وضع المجموع الخضري للنبات افقيا ، فان الجانب السفلي يصبح اكثر ايجابية من الجانب العلوي ، لذا تنتقل الاوكسينات نحو الجانب السفلي .

بناء وهدم الاوكسينات في النبات

ثبت وجود الاوكسينات الطبيعية في كثير من النباتات ، وتبين ان عمل الاوكسينات ليس نوعيا بمعنى ان ما يحدث في نبات ما ، يحدث مثله في النباتات الاخرى ، أي ان عملها لا يختص عادة بنبات دون الاخر.

توجد الاوكسينات في النباتات في احدى الصور الاتية :

1- اوكسينات نشطة

2- اوكسينات غير نشطة.

3- اصول او مكونات الاوكسينات .

الصورة التي تؤثر على النمو هي الاوكسينات النشطة ، وهي تنشأ من الاوكسينات الغير نشطة او

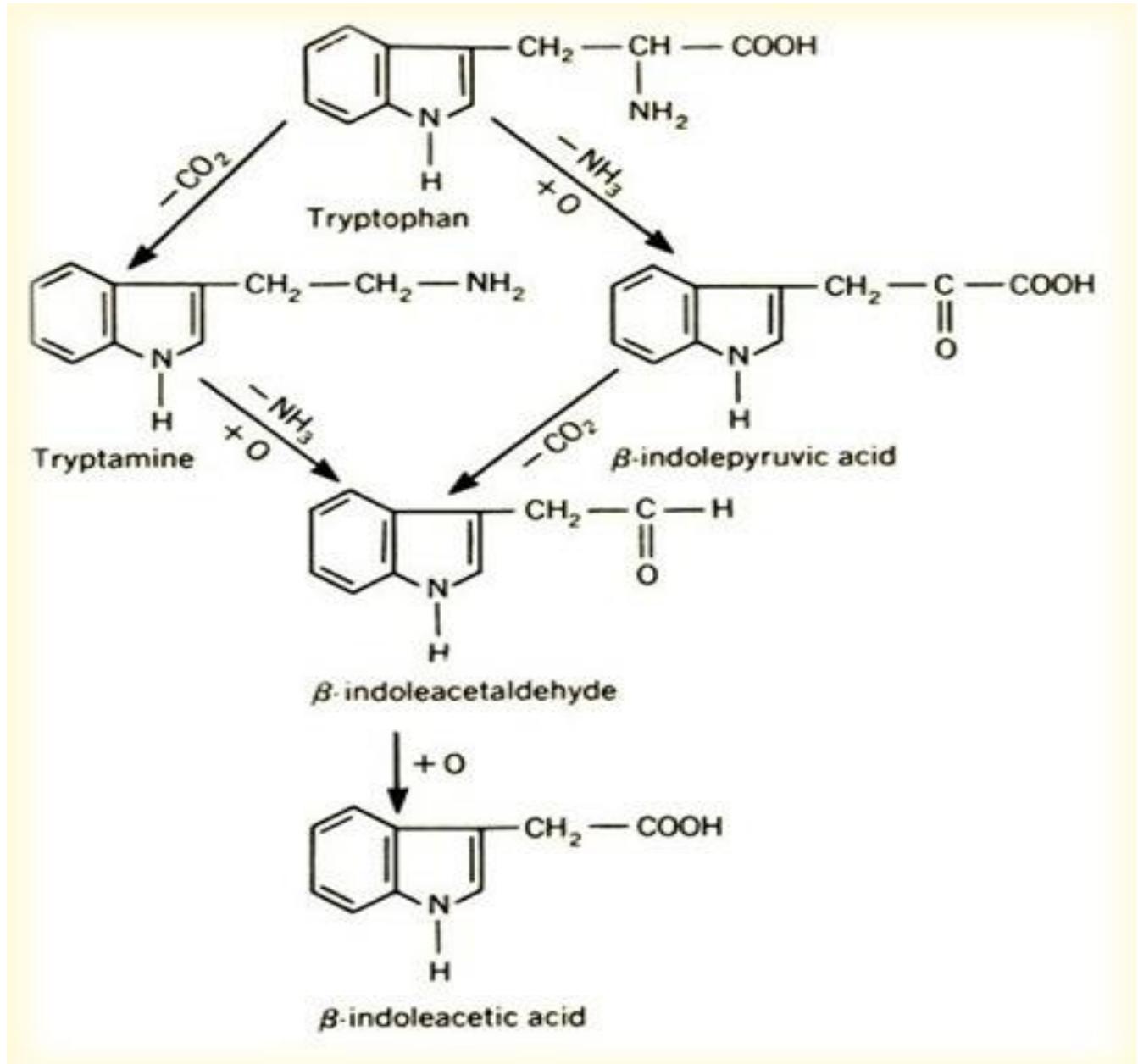
اصول الاوكسينات ، وقد اوضحت التجارب ان الاوكسينات النشطة في بعض النباتات تكون فقط

10.3% من المجموع الكلي لصور الاوكسينات والباقي من المجموعتين الاخرتين.

يعتبر الحامض الاميني تربتوفان المادة التي تتخلق منها هرمون الاوكسين ، فينزع جزيء النشادر

NH₃ وجزيء من ثاني اكسيد الكربون حيث تتكون ماده وسيطه متعادله هي اندول-3-اسيتالدهايد

التي تتأكسد الى اوكسين .



هدم اندول حمض الخليك - الاوكسين

وجد ان هناك طريقتان لهدم الاوكسينات :

1- الهدم الانزيمي :

ثبت وجود مجموعة انزيمية في كثير من النباتات لها القدرة على هدم الاوكسين منها انزيمات

Peroxidase & IAAoxidase ويبدو ان كلا منها يؤكسد الاوكسين المعروف بنشاطه البيولوجي

الى صورة غير نشطة بيولوجيا وهي اندول الدهايد وتتضمن العملية اضافة اوكسجين وتصاعد ثاني اوكسيد الكربون .

2- الهدم الضوئي :

هناك بعض الادله توضح ان الضوء يقلل من نشاط او يؤكسد حمض اندول حمض الخليك **IAA**

في النبات وقد وجد ان لكل جزيء من الاوكسين يحتاج لجزيء اوكسجين وينتج من الاكسدة الضوئية تكوين جزيء من اندول الدهايد ويتصاعد ثاني اوكسيد الكربون .