

## سابعاً : استخدام الهرمونات النباتية ومنظمات النمو في البستنة

لهرمونات النباتية مواد 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 :

- ١- هي مواد طبيعية تنتج في النبات ولذا يطلق عليها اسم فيتوهرمونات **Phytohormones** .
- ٢- تنتج بكميات ضئيلة للغاية ويكفي أن نعرف أن العالم **Kogel** الألماني استخدم ١٠٠,٠٠٠ قمة نامية لنبات الذرة ولزم للعمل ثمانية عمال لمدة عشرة أيام لاستخلاص هرمون الأوكسين لمعرفة هل هو حامضى أو قاعدى فى عام ١٩٣٣ . وللحصول على ١ جم من هرمون الأوكسين من بذور الشوفان النابتة لزم زراعة مساحة ٣٠ كم مربع . وعادة توجد بتركيز ١٠<sup>-٧</sup> إلى ١٠<sup>-١</sup> مجم/ كجم من الوزن الطازج بالنبات .
- ٣- لا تحدث الفيتوهرمونات تأثيرها في الخلايا التي تنتجها إذ يلزم أن تنتقل منها إلى المكان الذي تحدث به تأثيرها خارج الخلايا المنتجة .
- ٤- يتحدد تأثيرها في عملية فسيولوجية محددة تنشيطها أو تثبيطها أو تحور منها فى إتجاه آخر مثل دفع البرعم بدلاً من أن ينمو خضرياً إلى تكوين مبادئ زهرية

وقد بدأ الاهتمام بهذه المجموعة من المواد الهامة قديماً إذ ذكر العالمان **Necki, Siebert** عام ١٨٨٢ أن إندول حمض الخليك وهو ما عرف بعد ذلك بالأوكسين- يوجد في بول الإنسان وأنها مادة منشطة وقد نبه هذا الأذهان لأهمية هذه المادة. وفي عام ١٩١٠ ذكر **Boysen-Jensen** أن مادة إندول حمض الخليك يحتمل وجودها مخلقة بالنبات، وتوالت الدراسات عن أهمية هذه المادة إلى أن أثبت العالم **Went** عام ١٩٢٨ فى رسالة لدراسة الدكتوراة تأثير مادة الأوكسين وهى إندول حمض الخليك فى انحناء غمد بادرة الشوفان عند وضع مكعب أجار على نصف مقطع الغمد فإتحى الغمد فى الاتجاه الآخر.

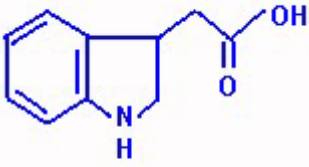
وآخرين عام ١٩٣٤ التأثير المنشط لهذه المادة لأنسجة النبات وأعضائه. ثم **Kogel** بدأ العلماء اهتمامهم الحقيقي منذ هذا الوقت إلى أن أثبت الألمانيين من فصل مادة إندول حمض الخليك من فطر الخميرة بعد تركيز **Kostermann & Kogel** بعد ذلك بسنة واحدة أمكن للعالمين معناه باليونانية **Auxo** للمستخلص إلى أضعاف قدرها ١٠٦ مرة، وهما أول من أطلق تعريف هيثرو أوكسين أى الأوكسين الحقيقي والمقطع وأثبت أن وزنه الجزيئى يقرب **Rhizopus surinus** الأوكسين من فطر **Thimann** زيادة أى النمو الزائد. وفى نفس الوقت استخلص العالم بعد ذلك إستخلص الأوكسين ولأول مرة من أنسجة النباتات الزهرية **B-IAA** من ١٧٥ وحدد طبيعته الكيماوية أنه تبدأ إندول حمض الخليك وتوالت إكتشافات المواد الهرمونية الأخرى بالنباتات. **Post** الرافية عام ١٩٥٩ بواسطة العالم

### : تقسيم المواد الهرمونية

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 النباتى بمفرده ودون صحبة مع مواد أخرى تؤثر فى نشاطه ، أما المواد المصنعة بالمعمل والتي يتشابه تأثيرها الفسيولوجى على النبات مع تأثير فيتوهرمون معين فيمكن تصنيفها ضمن مجموعته سواء بالتنشيط أو التثبيط من حيث تأثيرها على الانقسام والاستطالة الخلوى. وكذلك إذا تشابه تركيبها النباتى مع تركيب أحد الفيتوهرمونات الطبيعية فيمكن وضعها ضمن مجموعته ويطلق إصطلاح منظمات النمو **Plant growth regulator** على المادة المخلقة صناعياً تمييزاً لها عن الفيتوهرمونات المنتجة طبيعياً بأنسجة النبات، وفيما يلى أهم المجموعات المنشطة والمثبطة الهرمونية.

١- **المواد المنشطة للنمو Growth promoter** : وأهم المجاميع التى تتبعها مرتبة حسب تاريخ اكتشافها هى الأوكسينات **Auxins** والجبرلينات **Gibberellins** والسيتوكينينات **Cytokinins**.

٢- **المواد المثبطة للنمو Growth inhibitors** : وأهم هرمون طبيعى يمثلها هو حمض الأبيسيسيك **Abscissic acid** وليكن معلوماً أن كلا من الفيتوهرمونات ومنظمات النمو تعمل فى حدود تركيزا معيناً تحدث من خلاله تأثيرها الفسيولوجى فى ظاهرة ما. ونطلق على هذا التركيز مصطلح التركيز الفسيولوجى **Physiological concentration**. وللوصول إلى هذا التركيز بالطريقة العملية السليمة نجرى ما يعرف بالاختبار الحيوى للهرمون النباتى أى **Biological test** ويسمى أيضاً **Bioassay** حيث تجرب المادة لمعرفة التركيز الذى يحدث الإنقسام أو أفسطالة الخلوية . ويجرى الإختبار الحيوى **Bioassay** على نباتات حساسة فى إستجابتها للهرمون المعين سواء كان منشط أو مثبط مثل إختبار إنحناء أو الإستطالة غمد بادرة الشوفان الذى يجرى على الأوكسين واختبار استطالة الذرة القرمزية لإختبار الجبرلينات وغيرها الكثير. ويعمل الإختبار الحيوى إلى جانب الإختبار الكيماوى الذى يحدد تركيب المادة كيماوياً.



Indole-3-acetic acid (IAA)

وفيما يلي نرد أهم ما يجب معرفته عن الفيتوهرمونات المنشطة والمثبطة المختلفة بالنبات طبيعياً وما يقابلها من منظمات نمو :

: أولاً: المواد المنشطة

١- الأوكسينات ( Auxins ) IAA :

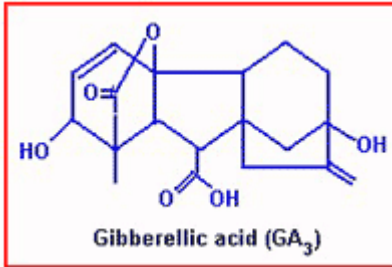
الأوكسين الرئيسي في عمله بداخل الخلية هو إندول حمض الخليك IAA ويطلق عليه يتروأوكسين ويوجد له نظام أنزيمي بالخلايا يبني المزيد منه عند الحاجة ونظام آخر لهدمه عند رغبة النبات في التخلص منه أو عند ارتفاع تركيزه عن اللازم . وقد ثبت وجود أوكسينات طبيعية أخرى بالنبات منها : أندول أحماض كل من البيروفيك والبروبيونيك والجليكوليك والجليأوكسيلك.

فينوكس أو نفتالين لكن تأثيرها الهرموني يشبه أما الأوكسينات الصناعية فمعظمها تختلف في التركيب عن الإندول إذ تكون أحماض ومجاميع الفينوكس مثل ٢,٤ داي كلوروفينوكسي حمض الخليك وميثايل كلوروفينوكسي NAA الخليك الأوكسين ومنها نفتالين حمض وتتميز منظمات وغيرها الكثير. بل وما زال تصنيع الجديد مستمراً PCPA ، باراكلوفينوكسي حمض الخليك MCPA حمض الخليك داخل بالهيتروأوكسين الطبيعي وسبب ذلك عدم توفر نظام انزيمي يؤثر عليها بالهدم النمو الخاصة بالأوكسينات بارتفاع قوة تأثيرها مقارنة النبات ولذلك فهدهما بطئ بل تستمر في التأثير مدة أطول.

٢- الجبرلينات Gibberellins :

اكتشف الجبرلين لأول مرة باليابان حيث لاحظ Kurosawa عام ١٩٢٦ أن فطر *Fujikuroi Gibberella* يفرز إفرازات تسبب زيادة طول سيقان الأرز المتطفل عليها مما يعرض نبات الأرز للرقاد والتلف قبل مرحلة الإزهار. وظل هذا الاكتشاف غير معروف خارج اليابان بسبب ظروف الحرب العالمية الثانية. وفي عام ١٩٣٩ تمكن Yabuta من الحصول على المادة في صورة بلورية وسماها Gibberellin A. وفي بريطانيا ١٩٥٤ اكتشف حمض الجبرلينك عالم بريطاني. بعد ذلك ثبت وجود الجبرلين بالنباتات الزهرية الراقية واكتشف منه أنواع كثيرة أعطيت أرقاماً .

وقد وضح تأثيرها في أحداث استطالة للخلايا وأكثرها شيوعاً هو Gibberellin 3 ولم يعرف حتى الآن منظمات نمو أي هرمونات صناعية تابع لها مجموعة الجبرلين بل مازال الجبرلين يستخلص من الفطر كوسيلة سهلة واقتصادية.



Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>)

:Cytokinins

السيتوكينينات

٣-

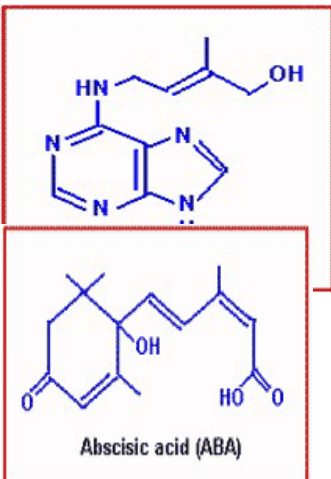
لوحظ في عام ١٩٤١ أن السائل اللبني لجوز الهند (والذي يستخدم كبيئة لنمو الأنسجة) أنه يحتوي على مادة منشطة للنمو وليست من الأوكسين. من تأثير هذه المادة أنها منشطة للانقسام الخلوي لنسيج نخاع الدخان وجذر الجزر. في عام ١٩٥٥ استخلصت مادة أيضاً من بطارخ سمك الرنجة أثبت Miller وآخرين أن تركيبها ٦- فورفوريل امينويورين وسميت كينتين .

والسيتوكينينات فيتوهرمونات منشطة للانقسام الخلوي وأحداث Cytokinases والمشتقة اسمها منه لذا فهي هرمون الشباب حيث تؤخر حدوث الشيخوخة وتمنع التساقط سواء للأوراق أو الثمار ويؤدي لبناء البروتين والكلورفيل ولذا يستعمل في منع الإصفرار كأحد الاختبارات الحيوية الدالة عليه.

وأول هرمون استخلص من النباتات الراقية منها كان من كيزان الذرة *Zea mais* وسمى لذلك Zeatin استخلصه Letham وآخرين عام ١٩٦٤ في صورة بلورية ( ١مجم من ٧٠ كجم ذرة ). ثم ثبت وجود السيتوكينين في كثير من النباتات الراقية بعد ذلك مثل التفاح والعنب والبرقوق والليمون والمالح والطماطم وغيرها الكثير. ومن السيتوكينينات الصناعية مادة البنزيل ادنين

ثانياً : المواد المعيقة للنمو Inhibitors :

حصل Okuma 1963 وآخرون على مادة معيقة للنمو من لوز القطن وفي نفس الوقت (١٩٦٤) حصل عليها Adicott وآخرون من لوز القطن الحديث وحدد طبيعتها وسماها أبسيسين ( Abscissin II ) . ( وقد أخذت اسمها من تأثيرها في إحداث منطقة انفصال في عنق الورقة ، في سنة ١٩٦٨ سميت هذه المادة بحمض الأيسيسيك



Abscisic acid (ABA)

أما عن نشاطه بصفته الهرمون الطبيعي المخلق بالنبات فهو على النقيض من هرمونات النمو المنشطة إذ يمنع انقسام واستطالة الخلايا بل ويوقف نشاط الأوكسين والجبرلين والسيتوكين ويدفع النسيج نحو الشيخوخة. أما عن معيقات النمو الصناعية المخلقة خارج أنسجة النبات فقد ظهرت مبكراً. ففي عام ١٩٤٩ عرفت مجموعة كيميائية بمعيقات النمو Growth retardants وكان منها مركب أمينو كاربمات. وفي عام ١٩٥٥ ظهر معيق النمو المعروف بالفوسفون وفي عام ١٩٦٠ ظهر معيق النمو المسمى بكلوركولين كلوريد وهو CCC أو السيكوسيل المعروف بتأثيره المانع للنمو الطولي للأفرع والسيقان وفي عام ١٩٦٢ ظهر معيق النمو المعروف بالآلار Alar والذي ثبت الآن أنه يحدث سرطانات في جسم الإنسان إذا تناوله في غذائه من أنسجة النبات. وما زال يصنع الكثير من هذه المعيقات كل يوم.

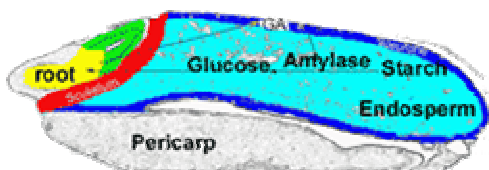
### استخدام الهرمونات النباتية ومنظمات النمو في زراعة البساتين :

ومثبط فلاينفرد هرمون تكون لأكثر من هرمون منشط يجب أن نعلم أن ظواهر النمو والتطور لا تكون نتيجة لهرمون نباتي بمفرده بل أيضاً فمثلاً انقسام الخلايا يلزمه هرمون السييتوكينين لكن في وجود كل من الأوكسين نباتي بالعمل وحده في إحداث ظاهرة فسيولوجية معينة Multi hormone والذي نسميه بالنظام التعددي للهرمونات الجبرلين. وهناك ما يعرف بالتوازن في مستوى هرمونات عديدة مع بعضها منشطة ومثبطة وبالتالي يكون محصلة تؤثر المعاملة من الخارج بهرمون معين على علاقة الهرمونات الداخلية ببعضها من حيث system تحددت بناء على مستويات هذه الهرمونات داخلياً وعلاقتها ببعضها هذا قلة التأثير الناتج في صورة فسيولوجية

ونسوق الآن بعض من هذه التطبيقات التي من أجلها نستخدم هذه الهرمونات

### استخدام الاوكسينات : أولاً

- استخدمت أحماض النفتالين مثل NAA في زيادة عقد الثمار .
- استخدمت أحماض الفينوكس 2,4-D كمبيدات حشائش من ذات الفلقة الواحدة النامية مع عريضة الأوراق ذات الفلقتين . واستخدمت أحماض الفينوكس أيضاً في زيادة عقد الثمار وخف الثمار وفي إحداث تحور للنمو وفي إحداث نضج للثمار. ونشير هنا أنه في كل حالة يلزم تركيز فسيولوجي معين من الهرمون الصناعي لإحداث ظاهرة فسيولوجية معينة .
- استخدمت أحماض الأندول مثل أندول حمض البيوتريك IBA في إخراج الجذور على العقل.



GA action in wheat seed germination  
مدته واختصار

### الجبرلينات : ثانياً

- كسر سكون البذور الفسيولوجي دون الحاجة للتضيد في أنواع كثيرة بل ويعوض الجبرلين الاحتياجات الضوئية في أنواع أخرى من البذور. وتعامل حبوب الشعير بالجبرلين لزيادة نسبة الانبات
- تخفيض مدة الارتباع أو تعويضه في النباتات المحتاجة له .
- تنشيط نمو البراعم الساكنة ويستفاد من ذلك في كسر سكون براعم درنات البطاطس حديثة النضج .
- تنشيط انقسام واستطالة الخلايا بالنبات الكامل مما يزيد من النمو الخضري خاصة النمو الطولي لكن لمدة قصيرة يعقبها نمو بطيء. ويستفاد منه في الحصول على قفزة سريعة في نمو حاصلات الخضر الورقية وبالعلف ونباتات الزينة المرباه في أصص .
- تزهو نباتات النهار الطويل المعاملة بالجبرلين تحت ظروف النهار القصير أي يعوض الجبرلين تأثير النهار الطويل فقط.
- تسرع المعاملة بالجبرلين من الوصول للطور الزهري لتقصير فترة الطفولة بالنبات ومن ثم اسراع الاثمار مما يفيد بنباتات الخرشوف والموز وغيرها
- إحداث العقد البكري دون تكون بذور (عديم البذور) كما في الخوخ والمشمش والكمثرى والتفاح والموالج .
- يضاعف من حجم حبات العنب البناتي اللابذري عند المعاملة به بعد العقد الطبيعي كما يزيد من طول حامل الحبات الى الضعف عند المعاملة به قبل تفتح الأزهار مما يفيد الأصناف المكتظة
- يؤخر من اكتمال نمو ونضج الثمار وحدوث الشيخوخة مما يسمح بفترة تسويق طويلة كما في المشمش والبرقوق والموز.

### السييتوكينينات : ثالثاً

- تؤدي المعاملة بالسييتوكينين للاحتفاظ بالكورفيل في مساحة الأوراق المعاملة ويمكن عند تخزين بعض المحاصيل الورقية مثل الخس والبقدونس معالمتها بالسييتوكينين بتركيزات من ١٠-١ جزء في المليون للمحافظة على خضارها .
- تكون نسيج الكالوس على العقل ببعض الأنواع
- إخراج الجذور على عقل بعض الأنواع
- الحد من تأثير ظاهرة السيادة القمية لمعظم النباتات ويطبق في تشجيع البراعم الجانبية في الورد فتزيد كمية الأزهار .
- إنهاء طور الراحة في اشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق في حالة عدم كفاية برودة الشتاء لكسر سكون البراعم، ويعامل الخوخ بتركيز ١٠٠-٢٠٠ جزء في المليون في الشتاء من السييتوكينين لكسر سكون البراعم.
- زيادة عقد الثمار في التفاح والتين

٧. إنتاج ثمار بكرية العقد دون بذور في بعض أنواع الفاكهة مثل المانجو خاصة بعد خلط المعاملة بكلا من الجبرلين والاكسين. هذا وإن ظل وجود الاندوكارب وهو غلاف البذرى الخشبي ألا ان الجنين بداخل البذر يختزل .

#### : حمض الابسيسيك ومعيقات النمو الصناعية

نادراً ما يستخدم من الخارج لإحداث ظاهرة فسيولوجية معينة على الرغم من أن حمض الابسيسيك هو الفيتوهرمون الطبيعي في النبات إلا أنه يتفوق عليه في التأثير منظمات النمو الصناعي وكما سبق ذكره الكلورفيل وتغير لون الأوراق نحو الشيخوخة كما حدث ومع ذلك نذكر أهم تأثيرات حمض الابسيسيك على النبات حيث ثبت من إسرعه لفقد وقد تحدث المعاملة بالحمض حالة من. والموالمح به بل وتعدى التأثير إلى إحداث التساقط خاصة عند المعاملة به صيفاً عند رش أوراق الزيتون الخشنة كذلك أطاله فترة سكون البطاطس وسكون براعم الموالمح، وبذلك نجمل السكون في بعض متساقطات الأوراق والنباتات

: أهم تأثيرات حمض الابسيسيك فى الآتى علما بأن القيمة الزراعية له غير مؤكدة

١.	دفع	النبات	نحو	الشيخوخة	.
٢.	تثبيط	نمو	الفرع	.	.
٣.	زيادة	محصول	درنات	البطاطس	.
٤.	دفع	النهار	نحو	الازهار	.
٥.	تفتح	الأزهار	القصير	.	.
٦.	تساقط	الأوراق	الأزهار	.	.
٧.	نضج	الثمار	الأوراق	.	.
٨.	تأخير الانبات .		الثمار	.	.

أما عن معيقات النمو الصناعية فيختلف التأثير المعيق تبعاً لطبيعة وطريقة إحداثها المتبع بداخل الخلية

**مع تحيات : المهندس !**  
**أيمن اللويزي**  
**+20166477176**