منظمات النمو النباتية/ الجزء العملي

مدرس المادة

د. بيرام سليمان اسماعيل

المحاضرة الاولى

- التعرف على الاجهزة المختبرية الادوات الزجاجية و طرق تنظيفها و تعقيمها

المحاضرة الثانية

الهورمونات النباتية Plant Hormones

الهرمون بانه مركب عضوي ينتج بكميات قليلة في جزء من النبات وينقل إلى جزء اخر او انه مادة كيمياوية تفرز من خلية وتؤثر في نمو وتكشف خلايا اخرى ، وتختلف الهرمونات النباتية عن الهرمونات الحيوانية (تحدث تاثير بها في خلايا بعيدة) في انها تؤثر في خلايا قريبة وفي خلايا بعيدة. ان المشكلة بهذا الوصف او التعريف تعني انه يشترط حركة المادة او نقلها من مواقع صنعها او انتاجها إلى مواقع اخرى وهو ما لا يتفرق (على سبيل المثال) مع الاثيلين Ethylene الذي هو هرمون نباتي يحدث تغيرات في الخلايا او الانسجة التي انتج فيها (أي من دون حدوث النقل) ويمكن تاشير الحالات التي لا ينطبق عليه مفهوم الهورمون بالآتي :

1- المركبات اللاعضوية (مثل مركبات الكالسيوم Ca^{++} والبوتاسيوم K^{+}) يمكنها التحرك داخل النبات واحداث استجابة فسلجية الا انها ليست من انتاج النبات (أي لم تكن هرمونا).

2- منظمات النمو الاصطناعية (مثل2،4 D) بصرف النظر عن تركيبها تشبه الاوكسين Auxin وعلى الرغم من ذلك فهي ليست هورمونات.

3- التعريف او الوصف السابق يشترط انتقال الهورمون او نقله غير ان الاثيلين يحدث تأثيره في الخلايا التي انتجته (حالة عدم انتقال الهورمون) الخلايا التي نقل اليها.

4- السكروز Sucrose ليس هورمونا وعلى الرغم من ذلك فهو ينتج وينقل وله دور في النمو غير ان هذا النمو لا يحدث إلا عند التركيز- العالية من هذا السكر.

5- كما الحال في السكروز فإن لمواد اخرى غيره (سكريات كثيرة اخرى ، واحماض امينية ، واحماض عضوية وغير ذلك من المواد الايضية)

آلية عمل الهورمون النباتي:

هناك بعض الآليات المقترحة لعمل الهورمون النباتي. وقبل ان يحدث الهورمون تأثير في الموقع الهدف ينبغي اولا ان يرتبط بجزيئة مستقبلة Receptor molecule (مثل بروتين مرتبط بغشاء) ففي حال الاوكسجين فإن الغشاء البلارمي يمثل موقع ارتباط الهورمون Hormone-binding site ومن مواقع الارتباط الاخرى (الغشاء الفجوي Tonoplast والغشاء النووي Nuclear membrane وقد يحدث تحرير الهورمون من موقع الارتباط او من الاقتران بفعل محفزات خارجية مثل التغيرات في اتجاه الضوء وشدته والتحفيز الارضي Gravistimulation والتغيرات في نوع الضوء او لونه ، والتغيرات في درجة الحرارة.

وعند تحرر الهورمون فأنه يحدث تأثيره في الهدف بآليات عدة هي :

1- يتسبب الهورمون في تخليق انزيم (او اكثر) مهم في ايض النموGrowth metabolism

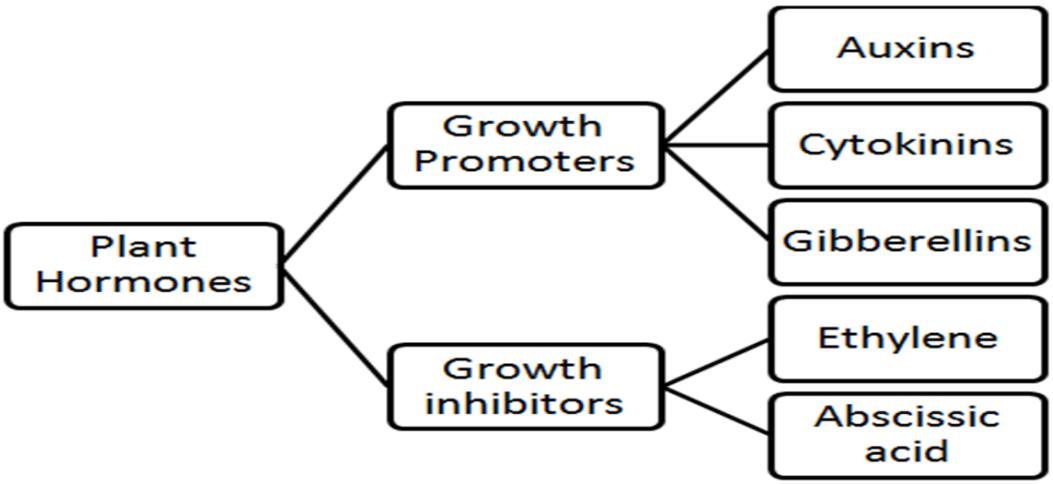
2- يحفز الهورمون فعالية انزيم ما بأتجاه تعجيل تخليق المنتجات.

3- يحفز الهورمون صنع ATP عالي الطاقة (في عملية التنفس).

4- يساعد الهورمون على الضخ البروتوني Proton pump مما يساعد على استجابات نموات محفزة حامضيا (مثل ترخية جدار الخلية Cell wall loosening).

5- يزيد الهورمون من نوضحية الغشاء للأيونات وللمواد الايضية.

توجد خمس مجموعات من الهورمونات النباتية هي :



المحاضرة الثالثة

- الاوكسينات Auxins : تم عزلها اول مرة وكأول نوع من الهورمونات النباتية عام 1926 من العالم F.Went في هولندا ، وفيما يأتي معلومات عن هذه الهورمونات :

أ- ينتجها المرستيم القمي للساق.

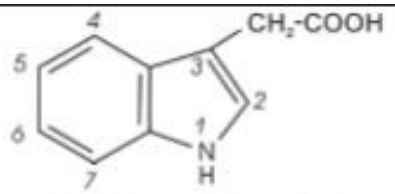
ب- تحفز استطالة الخلية في الساق.

ج- تساعد على تكشف الجذور الجانبية حتى ان كانت بتركيز قليلة جدا (انواع الاوكسينات والتراكيز العالية يستحث انواع جديدة من الخلايا النباتية لانتاج الاثيلين) ، تشارك في استجابات السيقان والجذور للضوء والجاذبية الارضية.

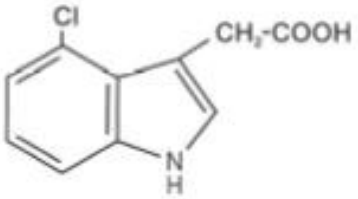
د- تثبط تفتح البراعم الجانبية.

هـ- Indol Acetic Acid هو اوكسين طبيعي مهم يحفز اشجار الفاكهة على التزهير وتكوين الثمار.

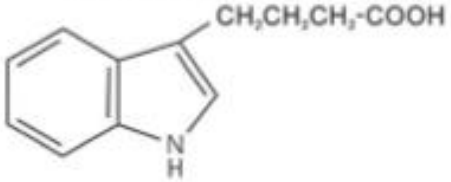
و- الاوكسينات الصناعية يمكن استعمالها كمبيدات اعشابD 2-4 ,NAA .



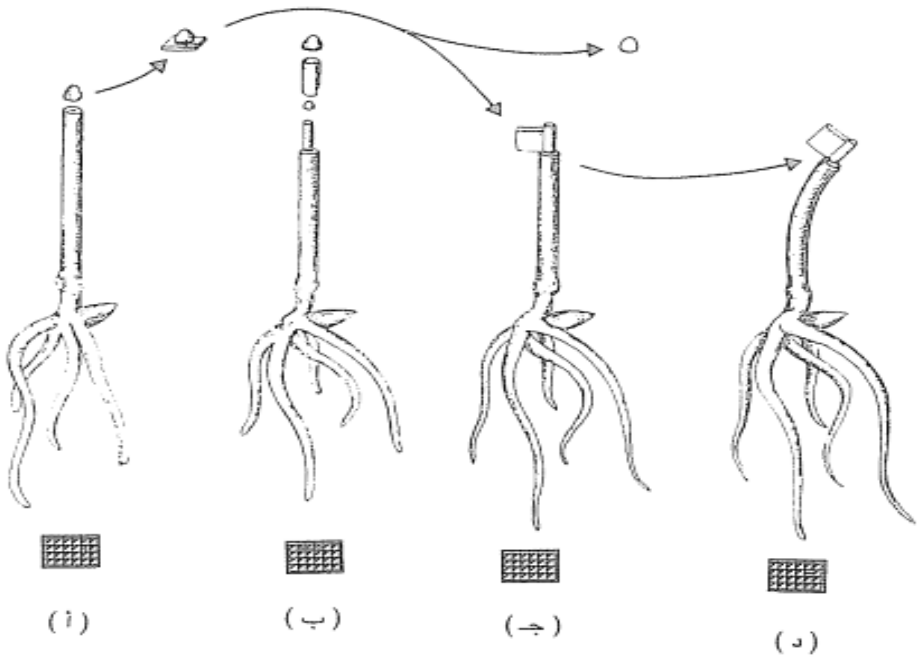
(1) indoleacetic acid (IAA)



(2) 4Cl-IAA



(3) indolebutyric acid (IBA)



(شكل ٢-١) : يوضح هذا الشكل خطوات تجـــربة ونت (Went) على الاغمـاد الورقية لنبات الشوفان .

أ) إزالة قمة الغمد، ووضعها على مكعب من الجيلاتين .

ب) بادرة اخرى ازيلت قمـة غمـدها ، ثم تركت لفتـرة من الزمن ثم ازيلت القمة الفسيولوجية الجديدة التي يعاد تكوينها أحياناً .

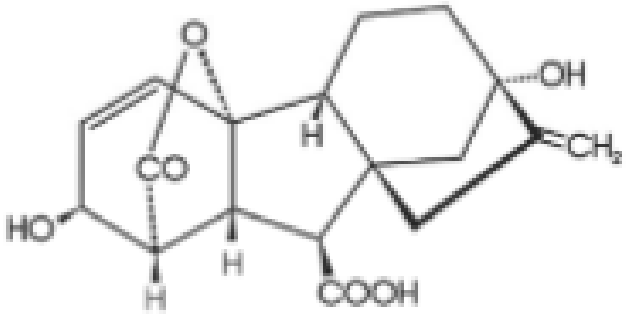
جـ) سحبت الورقة من داخل الغمد ، ووضع المكعب الجيلاتيني المحتوي على الأوكسين على قمة الغمد في وضع لا مركزي (جانبي) .

د) لقد انحنى الغمد في الاتجاه البعيد عن المكعب بعد نقل الأوكسين إلى داخل الغمد في جانب واحد .

تمكن باحثون من جامعة تكساس بولاية اوستن الامريكية في عام 2001 من اكتشاف آلية عمل هورمون الاوكسين في تنظيم نمو النبات وتكشفه ، ويرى هؤلاء الباحثون ان الاوكسين ينجز وظيفته في تحفيز النمو والتكشف عن طريق تحفيز التعبير الجيني Gene expression إذ ان الجينات الداخلة في هذه الفعاليات تكون تحت الحالة الطبيعية خاضعة لكبح ناتج عن بروتينات تعرف بالبروتينات الكابحة Repressor proteins ، ويكمن دور الاوكسين هنا في انه يتيح للجينات انجاز وظفيتها خلال تحطيم البروتينات الكابحة، على ان هذا الاكتشاف تضمن كذلك تعرف معقد بروتينات خاص يتداخل او يرتبط بالبروتينات الكابحة ويحفز تحطيمها. وهذا المعقد البروتيني الخاص يشبه المعقدات البروتينية الموجودة في الحيوانات والنباتات والفطريات. على اية حال فإن الفريق البحثي المذكور سالفا يعمل

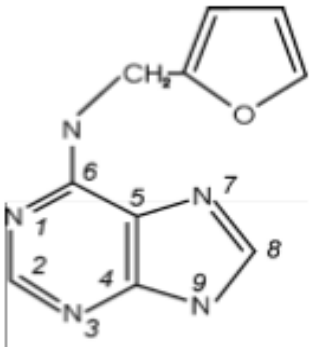
حاليا باتجاه تعرف البروتين المستقبل للاوكسين Auxin receptor لغرض فهم طريقة بث هذه الاشار إلى ماكنة تحطيم البروتين. ان هذا الاكتشاف سيتيح للعلماء امكانية توجيه النمو بطرق مرغوب فيها.

2- الجبرلينات Gibberelins : تم اكتشافها عن طريق دراسات امراض النبات Plant pathogenesis studies وهي تحفز استطالة الخلية وانتاج البراعم وكسر سكون البذور ، ويحفز كذلك تحطيم النشأ وتساعد على التزهير في بعض الانواع النباتية.



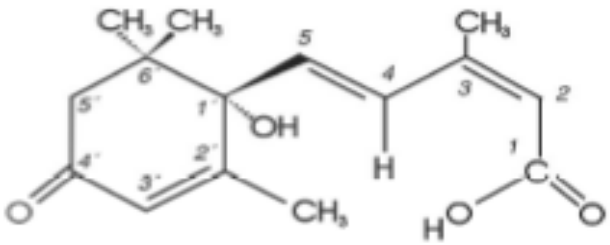
(2) GA_3 (gibberellic acid)

3- السايتوكينينات Cytokinins: تم اكتشافها عن طريق دراسات الزراعة النسيجية Tissue culture وتعمل على تحفيز : انقسام الخلية في مرستيمات الجذور وتفتح البراعم واتساع الورقة وتثبيط شيخوخة الورقة وتستعمل تجاريا في اطالة عمر الخضار المخزونة والازهار المقطوعة.



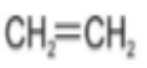
(1) kinetin

4- حامض الابسيسيك Abscisic acid : تم اكتشافه في دراسات السيطرة على سقوط الاوراق Abscission والسكون Dormancy ويعمل على : تثبيط نمو الخلية ومنع فقد الماء عن طريق تحفيز غلق الثغور ويحفز سكون البراعم والبذور وتعامل به الشتلات قبل شحنها للإبقاء على حالة السكون بهدف مقاومة الاضرار.



(14) *cis*-(+) abscisic acid (ABA)

5- الاثيلين Ethylene: يعمل على : تحفيز نضج الثمار (اهم استعمال تجاري له) وتحفيز سقوط الاوراق والثمار والازهار من النبات في اوقات مناسبة من السنة.



(17) ethylene

Phytohormones

(Plant hormones)

	Germination	Growth to Maturity	Flowering	Fruit Development	Abscission	Seed Dormancy
Gibberellin	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Auxin	✗	✓	✓	✓	✗	✗
Cytokinins	✗	✓	✓	✓	✗	✗
Ethylene	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Abscisic Acid	✗	✗	✗	✗	✓	✓

المحاضرة الرابعة

1- التعرف على بعض المنظمات المتوفرة في المختبر.

المحاضرة الخامسة

الوحدات المستعملة في التعبير عن تراكيز منظمات النمو النباتية :

من المعلوم ان الوزن الجزيئي الغرامي لأي مادة هو وزن المادة بالغرامات وهو ما يساوي عدديا وزن المادة بالوحدات الذرية مثلا :

الوزن الجزيئي الغرامي لسكر الكلوكوز $C_6 H_{12} O_6 = 180$

كما ان الوزن الجزيئي لأي مادة يحتوي على عدد 6.02×10^{23} ويسمى بعدد افوكادرو .

محلول المولر Molar Solution : عند اذابة وزن جزيئي غرامي لمادة قابلة للذوبان بالماء في ماء كافي بحيث يكون الحجم النهائي لتر واحد يسمى المحلول الناتج بمحلول المولر (M) .

(و. ج + حجم الماء ⟵ لتر)

محلول لمولال Molal Solution : هو المحلول الناتج من اذابة وزن جزيئي غرامي للمادة في 1000 مل (لتر واحد) من الماء المقّطر. بمعنى اخر انه عدد جزيئات المذاب والمذيب هي ثابتة تقّريبا وقد يكون الحجم النهائي لمحلول الناتج اكثر او اقل من اللتر الواحد .

(و. ج + 1000 غم ماء مقّطر ⟵ اكثر او من لتر)

نسبة المحلول Percent Solution : عند اضافة 10 غم من ملح الطعام الى النسبة المئوية للمحلول 90 مل ماء يتكون لدينا محلول بنسبة 10% من كلوريد الصوديوم .

المحلول العياري Normality Solution : عند ذوبان وزن مكافئ غرام لأي مادة في لتر واحد يتكون ما يسمى بالمحلول العياري (IN) وعند اذابة (و.م.غ+ لتر) وزنين مكافئين في لتر واحد يتكون عندنا (2N)

الوزن المكافئ= الوزن الذري / التكافؤ

طريقة جزء بالمليون PPM : كل 1000 ملغم من المادة النقية في 1000 سنتمتر مكعب من مادة المحلول يعطي 1000 جزء بالمليون .

1 ملغم ملح يذاب في 1 لتر مذيب ⟵ 1 جزء بالمليون

محاليل النسبة المئوية : يمكن التعبير في مثل هذه المحاليل بما يلي :

محاليل النسبة المئوية الحجمية (V/V) : فالمحلول الذي تركيزه 1% W/V عندما يذاب من المذاب الى المذيب ويكمل الحجم الى 100مل .

محاليل النسبة المئوية الوزنية (W/W) : فالمحلول الذي تركيزه 1% (W/W) عندما يذاب غرام واحد من المذاب ويمزج مع 99 (غرام من المذيب ويكون وزن المحلول الناتج 100 غرام .

اذا كان الوزن 5000 ملغم والحجم المحضر 1000 سنتمتر مكعب فالتركيز يكون

1000 ملغم مادة ← 1000 سنتمتر مكعب ← 1000 جزء بالمليون (ملغم/لتر)

5000 ← 1000 ← س

$$\text{س} = \frac{5000 \times 1000 \times 1000}{1000 \times 1000} = 5000 \text{ جزء بالمليون تركيز المادة}$$

اذا كان المجهول المادة النقية ونريد الحصول على 1000 سنتمتر مكعب التركيز المطلوب 2000 جزء بالمليون .

1000 ملغم ← 1000 مل ← 1000 ملغم / لتر

س ← 1000 ← 2000

$$\text{س} = \frac{2000 \times 1000 \times 1000}{1000 \times 1000} = 2000 \text{ ملغم / لتر}$$

كم نحتاج مادة نقية من منظم IBA لتحضير 500 سنتمتر مكعب في محلول تركيزه 500 جزء بالمليون .

1000 ملغم ← 1000 ملم ← 1000 ملغم/ لتر

س ← 500 ← 500

$$\text{س} = \frac{500 \times 500 \times 1000}{1000 \times 1000} = 250 \text{ ملغم نحتاج من المادة النقية}$$

كم نحتاج مادة نقية لتحضير 100 سنتمتر مربع من محلول تركيزه 2000 جزء بالمليون .

1000 ملغم ← 1000مل ← 1000 ملغم/ لتر

س ← 100 ← 2000

$$\text{س} = \frac{2000 \times 1000 \times 1000}{1000 \times 1000} = 200 \text{ ملغم/ لتر}$$

المحاضرة السادسة

طرق استخدام منظمات النمو

الرش Spraying : وهي تلائم البيوت الزجاجية حيث يتم اذابة المنظمات في الماء المقطر وبالتراكيز المطلوبة وهذه الطريقة اكثر شيوعا في الخضراوات كما يمكن اتباعها في الحقول المكشوفة مع مراعات اجرائها في اوقات تقل فيها هبوب الرياح وانه يتم ذلك ايضا في الصباح الباكر او في المساء حيث يتبخر المحلول بشكل بطيء وذلك لإعطاء وقت كافي لامتصاص المنضمات من قبل الورقة ومما يجدر ذكره يتم اضافة مثل تلك المنظمات الى مياه الري في البلدان المتطورة زراعيا والتي تستخدم الري بالرش في ارواء النباتات ويمكن رش محاليل المواد المنظمة للنمو على نباتات الام لبعض الانواع ثم اخذ العقل من هذه النباتات بعد الرش بفترة ووضعها في وسط التجذير كما يمكن رش العقل بمحاليل منظمات النمو في مراقد الاكثار .

علل / لماذا لا تضاف محاليل منظمات النمو الى التربة

ج / لان محاليل منظمات النمو تستخدم بتراكيز قليلة كما انها ممكن ان تتحلل او ترتبط مع مركبات التربة فتفقد فعاليتها.

عجينة اللانولين Lanolin Paste : وتتلخص بخلط المادة الكيمياوية (منظم النمو) مع اللانولين وهي مادة خاملة درجة ذوبانها (55 – 60 م) حيث يتم خلق وزن معين للاوكسين مع حجم معين من اللانولين حسب التركيب وتستخدم هذه الطريقة في مجال البحوث، حيث تذوب الهرمونات في بالكحول ويسكب على اللانولين ويترك في درجة حرارة الغرفة ليتبخر الكحول ويستخدم عادة للنباتات الصعبة جدا مثل نبات المكنوليا .

الاضافة عن طريق التربة Soil Application (drench) : وتتم هذه الطريقة بإضافة منظمات النمو الى التربة بجوار النباتات وتتبع هذه الطريقة في حالة إضافة معوقات النمو ويمكن بواسطة هذه الطريقة التحكم في النمو الخضري وحث عقد الثمار .

التضبيب Aerosol Method : لقد وجد ان هذه الطريقة تكون ملائمة الاستخدام في ظروف البيوت الزجاجية والبلاستيكية وتتم بإذابة المادة المنظمة للنمو في غازات سائلة وعندما يطلق المحلول من خلال فوهات دقيقة فان الغاز الذي يترك هذه الفوهة سيؤدي الى اذابة منظمات النمو بصورة دقائق معلقة .

الحقن Injection : تتبع هذه الطريقة في بعض الحالات التي يكون فيها قطر الاجزاء النباتية المعاملة اكبر بكثير من قطر الابرة حيث يتم حقن المادة المنظمة للنمو في الجزء النباتي المراد معاملته .

طريقة التبخير Vapour Methiod : تستخدم هذه الطريقة تحت ظروف البيوت البلاستيكية والزجاجية حيث تضاف منظمات النمو عن طريق تبخيرها في اناء معدني حار ويجب تحديد المادة الكيميائية المستعملة بحذر لأنه الجرعات الكبيرة منه تؤدي الى حث تأثيرات غير مرغوبة على النبات .

في الشمع الكاربوني In Carbonax : يتم اذابة منظمات النمو في الشمع الكاربوني (Carbon Wax) وخزنها حيث يمكن ان يحضر التخفيف المطلوب حالا بإذابة اقراص الشمع الكاربوني في كمية الماء المقطر اللازمة وبهذه الطريقة نتخلص من الحاجة الى نقل المواد الكيماوية على هيئة محاليل .

طريقة الغمر السريع او المحاليل الكحولية او المحلول المركز Concentrated Solution dip method

في هذه الطريقة يحضر محلول مركز يتراوح تركيزه بين (500 – 10000) جزء بالمليون مذابة بالكحول والماء المقطر بنسبة 1:1 حجما حيث يتم معاملة العقلة لمدة قصيرة بحدود (5 – 10) ثواني ثم تغرس العقلة بوسط التجذير .

وعند استعمال هذه الطريقة يجب التأكد من غلق الاوعية الحاوية على المحلول جيدا بعد الانتهاء من العمل خوفا من تطاير الكحول حيث ان تبخر الكحول يؤدي الى تغيير التركيز كما يفضل ترك المحلول المتبقي بعد الاستعمال خوفا من التلوث

2000 سنتمتر مكعب ⟷ 1000 ملغم / لتر IBA غمر سريع في ثواني

ماء 100 سنتمتر مكعب + 100 سنتمتر مكعب كحول .

طريقة الغمر الطويل او المحاليل المائية او المحلول المخفف :Solution Immersion method

تستخدم طريقة المحلول المخفف في حالة التراكيز القليلة مثلا لتحضير 1000 جزء بالمليون يؤخذ 1000 ملغم من IBA ويذوب في بضع قطرات من الكحول 5% ثم يكمل الحجكم الى 1000 سنتمتر مكعب من الماء المقطر وتستخدم

تراكيز قليلة لان وضع العقلة يكون لمدة من (12 – 24) ساعة وتتراوح التراكيز المستخدمة في هذه الطريقة بين (50 – 200 ولغاية 500 جزء بالمليون)

25% ملغم / لتر IBA يذوب في ربع لتر من الماء المقطر (محلول مخفف بعد اذابته بالكحول) .

طريقة المساحيق Powder dip method : تستخدم هذه الطريقة على النطاق التجاري ويحضر الهرمون لإذابة المادة النقية (الاوكسين) بالكحول وحسب التركيز المطلوب ويضاف المحلول الكحولي الى المسحوق (Talk) لان دقائق المسحوق دقيقة جدا وتستطيع الدخول الى داخل الاوعية الناقلة وبعد سكب الهرمون والكحول على الباودر تترك العينة بدرجة حرارة الغرفة 20 م وبعد جفاف الكحول تطحن العجينة الى مسحوق دقيق ففي حالة تحضير 1000 جزء بالمليون من الباودر يؤخذ 1000 ملغم من الاوكسين تذوب بالكحول بعدها تسكب فوق 1 كغم من الباودر المكون من 75% بودرة 25% من اي مبيد فطري جهازي مثل البنليت او الكابتان او الرادوميل. من مزايا هذه الطريقة سريعة وسهلة الاستخدام والتحضير ولكن من عيوبها هو عدم الحصول على نتائج متجانسة بسبب اختلاف كمية المسحوق الملتصقة بقاعدة العقلة والتي تتأثر بمدى الرطوبة في قواعد العقل هل هو ناعم ام هناك زغب على قاعدة العقلة.

ملاحظة : ترطب قواعد العقل قبل المعاملة ثم تغمر قاعدة العقلة بعمق 1/2 انج في بودرة التالك المخلوط مع مسحوق المادة المنظمة للنمو (مادة التجذير) بنسبة حسب الرغبة وتزال الكمية الزائدة من المسحوق على العقلة وذلك بقرع العقلة على الجدران الداخلية للوعاء وبعدها تصبح العقلة جاهزة للزراعة في وسط التجذير .

المحاضرة السابعة

تحضير محاليل من اذابة بعض منظمات نمو النباتية و تطبيقها غلى بعض النباتات

طرق اذابة منظمات النمو

	منظم نمو	المذيب
جبرلين	GA3	ايثانول Ethanol
اوكسين	IBA	KOH هيدروكسيد البوتاسيوم 1N
	IAA	1N NAOH or KOH
	Solution NAA	Amuonium
سايتوكانين		
	Kinetin	1N NAOH
	BA , BAP	KOH
اوكسين	2,4-D	ايثانول KOH
سايتوكاينين	Zeatin	1N NAOH
	2IP	IN KOH

المحاضرة الثامنة و التاسعة

الاوكسينات Auxins

الاوكسين : كلمة لاتينية تعني الى النمو (To growth) واطلق هذا اللفظ على هرمون النمو الذي ينتج في قمة النبات. والاوكسينات عبارة عن احماض بحلقات غير مشبعة.

توجد الاوكسينات في انسجة جميع النباتات الراقية وبتراكيز واطئة جدا تتراوح 10 مايكرو غرام/كيلوغرام وزن رطب من النسيج النباتي وخاصة في المناطق المرستيمية والانسجة النشطة في النبات الوعائية اي يوجد الاوكسين في القمم النامية والاوراق الحديثة التكوين والثمار والجذور.

ينتقل الاوكسين الطبيعي بصورة قطبية اي من الاعلى الى الاسفل حيث يصنع في القمة النامية وينتقل الى الجذر خلال الساق.

اما سرعة الانتقال القطبي فيتراوح من 12 – 20 ملم / ساعة وهذه الحركة اسرع من الانتشار.

استخدام الاوكسينات في البستنة:

1- تستخدم الاوكسينات بشكل واسع في تجذير العقل الساقية.

2- تستخدم الاوكسينات في زيادة العقد.

3- تستخدم الاوكسينات في زيادة النسبة الجنسية.

4- تستخدم الاوكسينات في انتاج الثمار العذرية.

5- تستخدم الاوكسينات كمبيدات ادغال.

6- تستخدم الاوكسينات لخف الثمار.

وتعد الاوكسينات اول نوع من الهرمونات النباتية المكتشفة وتتميز الاوكسينات بقابليتها على تنظيم النمو وذلك بتحفيزها لانقسام واستطالة الخلايا النباتية .

السايتوكاينينات Cytokinin's

وهي قواعد حرة يصنعها النبات وتحث النبات على بناء البروتين. ويرمز لها بالرمز CK وتعرف بانها مواد تحفز انقسام الخلايا في اعضاء النبات المختلفة ولها دور في زيادة تكوين الكالس Callus وكسر السيادة القمية وبالتالي تشجيع البراعم الجانبية وتلعب دورا هاماً في عمليات انبات البذور وعقد الثمار وزيادة المادة الجافة في انسجة النبات. ومن امثلة السايتوكاينينات الطبيعية Zeatin المعزول من الجذور ومن امثلة السايتوكاينينات المعصنة Benzyl adenine (BA).

*الاوكسين يبنى في القمة النامية وينتقل من الاعلى الى الاسفل ويؤدي الى حدوث ظاهرة السيادة القمية. السايتوكاينين يبنى في الجذور وينتقل الى الاعلى بواسطة الخشب مع العصير الصاعد واه دور في كسر السيادة القمية.

*الاوكسينات توجد على شكل حوامض بينما السايتوكاينينات توجد على شكل قواعد

التأثيرات الفسيولوجية للسايتوكاينينات:

1- انقسام الخلايا: ان اضافة السايتوكاينينات والاوكسينات في الزراعة النسيجية بنسب صحيحة يعمل على تحفيز انقسام الخلايا وتكوين الكالس حيث اوضحت الدراسات ان اليسايتوكاينين يحفز انقسام الخلايا بينما الاوكسين يحفز تكوين الجذور.

2- اتساع الخلايا: عند معاملة بعض الاجزاء الورقية المأخوذة من اوراق نامية في الظلام لنبات الباقلاء بالكاينتين فان ذلك يؤدي الى اتساع الخلايا ويمكن ان يحدث التأثير من دون وجود الاوكسين ولوحظ اتساع الخلايا نسيج التبغ المزروع عند معاملته بالكاينتين.

3- تأثير السايتوكاينينات على النمو: لوحظ ان السايتوكاينينات لا تؤثر في استطالة الساق الاصلي بعكس ما هو عليه في الجبرلين ولكنه يؤدي الى تثخن الساق والجذور بسبب تأثيره في تحفيز اتساع الخلايا او تحفيز انقسام الخلايا ووجد ايضا ان السايتوكاينين يثبط من استطالة الجذر الرئيسي ويحفز تكوين الجذور الجانبية وتكون هذه قصيرة ومثخنة.

4- تأثير السايتوكاينين في تكوين الانزيمات: وجد ان السايتوكاينين يحفز تكوين بعض انزيمات التركيب الضوئي وانزيم الاملیز Amylase والثايمين وغيرها.

5- تأثير السايتوكاينين على الازهار: لقد وجد ان السايتوكاينين يحفز تكوين الازهار في النباتات التي تتطلب النهار الطويل او تتطلب فترة برودة كذلك يحفز تكوين الثمار العذرية في التين والعنب.

6- كسر السكون في البذور والبراعم: يساعد السايتوكاينين على كسر السكون في البذور والبراعم مثلا بذور الخس تحتاج الى ضوء لكي تنبت وسوف تنبت في الظلام عند معاملتها بالسايتوكاينين.

في الطبيعة تنبت البذور الموجودة قرب الجذور وذلك لان الجذور تفرز السايتوكاينين الذي يسهل من انباتها .

7- انهاء السيادة القمية: ان اضافة السايتوكاينين مع الاوكسين يؤدي الى تثبيط عمل الاوكسين وتحفيز نمو البراعم الجانبية. كما وجد ان السايتوكاينين يحرر البراعم الجانبية من سيادة البراعم الطرفية دون الحاجة الى قطع البراعم الطرفية.

8- تحفيز نقل المغذيات: وجد ان السايتوكاينين يحفز نقل المغذيات مثل الاحماض الامينية والهرمونات والعناصر المعدنية وبالأخص الفوسفات، مثلا عند اضافة حامض اميني مشبع الى جهة من الورقة واضافة السايتوكاينين الى الجهة الثانية نلاحظ ان السايتوكاينين يبقى مكانه ويجذب الحامض الاميني اليه (السايتوكاينين لا ينتقل من مكان اضافته الى مكان اخر).

اتساع الخلايا: يحفز السايتوكاينين اتساع الخلايا شانه شان الاوكسين والجبرلين فعند معاملة قطع ورقية من الفاصوليا بالسايتوكاينين يحدث اتساع كبير في الخلايا ولهذا السبب لا يمكن اعتبار السايتوكاينين محفزا لانقسام الخلايا فقط.

الجبرلينات Gibberellins

تعتبر الجبرلينات من منشطات النمو النباتي وهي احدى الهرمونات المخلقة طبيعيا داخل الانسجة النباتية Phytohormone ولقد اكدت الابحاث بانها موجودة في جميع اصناف المملكة النباتية كذلك لها دور في نمو وتمايز النباتات الراقية. ينتقل GA_3 الموجود في البذور عن طريق اللحاء الى البادرة وفي الجذور عن طريق الخشب كذلك يصنع في قمة الجذور، وان سرعة نقل AG_3 في الاوعية الناقلة 5 سم/ساعة وانه اسرع من انتقال الاوكسين.

التاثيرات الفسلجية للجبرلينات

1- تحفيز استطالة الخلايا وتنشيط النمو القزمي الوراثي: تؤدي معاملة النبات بالجبرلين الى استطالة الخلايا حيث يزداد طول السلاميات ويزداد محور الورقة الطولي عن العرضي كذلك له القابلية على تنشيط النمو القزمي الوراثي في بعض النباتات القزمية مثل الفاصوليا والبزاليا والرقي والخيار، ان التقزم الوراثي يكون ناتج عن طفرة وراثية وان تأثير هذه الطفرة مورفولوجيا يسبب قصر السلاميات وليس تقليل عددها ولهذا فان اضافة الجبرلينات لهذه النباتات يسبب استطالة خلايا السلاميات وتصبح شبيهة بالنباتات الاعتيادية .

2- انقسام الخلايا: في البداية اعتقد ان ليس للجبرلين علاقة في انقسام الخلية ولكن بين احد العلماء Chandler (1957) ان انقسام خلايا المتك في نبات البصل يحدث بسرعة عند معاملتها بالجبرلين مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

3- الحث على الإزهار: ان النباتات ذات النهار الطويل او التي تحتاج الى البرودة اذا ما بقيت في ظروف النهار القصير او في ظروف الحرارة الدافئة فإنها تبقى خضرية وبشكل شبيهة بالوردة (Rosette) ولا تزهر. لكن في في حالة معاملة النباتات بالجبرلين سوف يعوضها عن الفترة الضوئية وفترة البرودة اللازمة لتحفيز التزهير، كما سيحفز استطالة السلاميات.

*ظاهرة التورد Rosette: هي ظاهرة تحدث عند انخفاض او فقدان تأثير الجبرلين على السيقان النباتية مما يؤدي الى قصر السلاميات وتقارب الأوراق من بعضها البعض.

4- تمد الورقة : بين Paul واخرون (1956) ان معاملة بعض النباتات مثل الطماطة والباقلاء والبزاليا والخيار واللهانة بـ GA_3 بتركيز 10-20 ملغم/لتر تصبح الأوراق اعرض وتستطيل مقارنة بالنباتات الغير معاملة.

5- تحفيز انبات البذور : اثبت الابحاث بان الجبرلين يؤدي الى زيادة الانبات حيث قام Rao واخرون (1963) بنقع بذور التوث *Morus indica* في محاليل GA_3 بتراكيز 100,50,25,10 ppm ملغم/لتر لمدة 24 ساعة بعد نقعها مسبقا في الماء وقد قورن انبات هذه البذور مع تلك البذور المنقوعة في الماء المقطر فكانت النتيجة ان معدل الانبات في جميع الحالات سريع وازدادت نسبت الانبات وكانت طول البادرات اكبر بعد 12 يوما من النمو وكان اقل تركيز من GA_3 هو ppm50 الذي بواسطته تم الحصول على نسبة انبات 94% .

6- كسر طور السكون في النباتات والبذور: تتوقف بعض النباتات عن النمو في الخريف ولا تستعيد نموها الا بعد ان تجهز بمعاملات برودة محددة وهناك بحوث تثبت على ان الرش بالجبرلين ينهي الحاجة الى البرودة وتساعد النبات لاستعادة نموها وقد بين احد الباحثين بانه يمكن جعل درنات البطاطا الساكنة تنبت بواسطة نقعها في محلول مائي لـ GA بتركيز ppm25 لمدة ساعة ونصف .

وتحتاج بعض البذور الى فترة (ما بعد النضج) او المعاملة بالبرودة او التعريض للضوء او معاملات اخرى لغرض مساعدتها على الانبات، وقد تم التخلص من هذه الاحتياجات بواسطة فعل او تأثير GA_3 التي تلغي الحاجة للضوء مثل بذور الخس والتبغ وان الرش بـ GA_3 يلغي الحاجة الى البرودة لبذور الخوخ.

7- **تحفيز تكوين الثمار العذرية:** يقصد بالثمار العذرية تلك الثمار التي لا تحتوي على بذور حيث تعطي الزهرة ثمرة لا بذرية نتيجة فشل تلقيح واخصاب مبيض الزهرة وهذه ما يطلق عليه Parthenocarpy وتحدث العقد العذرية طبيعيا في العديد من الاصناف مثل برتقال ابو سرة والعنب (ثومبسون سيدليس) ويمكن احداث العقد العذري بالمعاملات الهرمونية فقد بين Crane واخرون (1960) ان GA بتركيز 500,250,50 جزء بالمليون أدى الى حث التوالد العذري وعقد اكثر للثمار في أشجار الخوخ.

8- **اتجاه الاوراق:** لاحظ العديد من الباحثين ان اول علامة نتيجة المعاملة بالجبرلين هو تغيير زوايا الاوراق بالنسبة للساق حيث لوحظ ان نبات الداوودي المعامل بالجبرلين يحمل اوراق بشكل عمودي.

9- **عقد ونشوء الثمرة:** اوضحت التجارب ان الجبرلين في بعض الحالات يؤدي الى زيادة عقد الثمار فقد بين Hield واخرون (1958) ان معاملة الليمون الحامض صنف Beress بتركيز ppm100 بالجبرلين ادى الى زيادة عقد الثمار مقارنةً بالنباتات غير المعاملة .

10- **تغيير النسبة الجنسية Sex Ratio:** ان تحديد الجنس هي صفة وراثية الا ان هذه الصفة تستجيب احيانا لتأثير عوامل اخرى منها المعاملة بالجبرلينات حيث يتغلب تكوين الاعضاء الذكرية للنبات عند ارتفاع مستوى الجبرلينات بالأنسجة فقد ادت المعاملة بالجبرلينات بتكوين 2000 ملغم/لتر لنباتات الخيار المؤنثة في طور البادرة المبكر الى دفع النباتات لانتاج ازهار ذكرية ومن ثم الحصول على بذور مستعملة لأغراض التربية والتحسين.

11- **نمو الجذور:** معظم التجارب تشير بانه ليس للجبرلينات تأثير على نمو الجذور ولكن التجارب التي اجريت على تجذير العقل بينت بوضوح ان الجبرلين لا يمنع وتمييز الجذور فقط ولكنه ايضا يبطل تحفيز الجذور الذي يسببه الاوكسين.

12- **التاثير على استطالة الساق الزهري والازهار:** تلعب الجبريلنات دوراً في ضبط التوازن بين نمو السلاميات ونمو وتطور الاوراق فمثلا يزداد نمو وتتطور الاوراق في انواع نباتات معينة بينما يبطئ نمو السلاميات مما يعطي شكلاً للنمو يشبه الوردة Rosette، وقبل ان يصل هذا النبات للأزهار تنشط نمو سلامياته مكوناً شمراخاً تحمل عليه الازهار وتسمى عملية استطالة الساق الحامل للأزهار Botting. وقد وجد ان النباتات ذات النهار الطويل او المتطلبة للبرودة اذا ما بقيت تحت ظروف النهار القصير او ظروف الحرارة الدافئة تبقى خضرية وشكل شبيه بالوردة Rosette ولا تزهر الا ان معاملة هذه النباتات بالجبرلين سوف يعوضها متطلبات الفترة الضوئية او فترة البرودة وبذلك تستطيل سيقانها وتزهر.

13- **تحفيز تكوين الانزيمات المحللة للمواد الغذائية:** لتوضيح هذه الظاهرة نلاحظ بذور الشعير حيث تتكون البذور من الجنين والاندوسبيرم والذي هو عبارة عن نسيج مكون من خلايا خازنة محاطة بطبقة رقيقة من خلايا حية غنية بالبروتين تسمى بطبقة الاليرون، وعند البدء بالإنبات فان طبقة الاليرون تجهز الانزيمات المحللة التي تهضم النشا والبروتين وتحولها الى مركبات ذائبة بسيطة يستخدمها الجنين عند النمو.

وقد تم الافتراض بان الجنين يجهز بعض الهرمونات الى طبقة الاليرون والتي تحفز تكوين الانزيمات الجديدة وان هذا الهرمون هو الجبرلين لأن اضافته الى البذور المزالة اجنتها الى تكوين انزيمات (الفا اميليز α amylease والبروتيز Protease.

الاثلين Ethylene (C_2H_4)

هو غاز هايدروكربوني وقد اعتبر هرمونا نباتيا حديثا واحد منظمات النمو وهو مركب عضوي وله تأثيرات كثيرة ومهمة على النمو.

الاثلين سجل كامتياز باسم الايثرل Ethereal وهو قابل للذوبان بالماء ثم اعطى اسم الاثيفون Ethephon وهذا يتجزأ تدريجيا في المحلول المائي وفي انسجة النبات مكونا الاثلين. وبما ان الاثلين هو غاز فلا يحصل به تراكمات في النبات ولا توجد له تأثيرات جانبية او سمية.

التأثيرات الفسيولوجية للأثلين:

1- تشجيع الاثلين لنضج الثمار: اهتم الباحثون بدراسة العلاقات بين نضج الثمار وغاز الاثلين واساس هذه العلاقة مبني على ملاحظتين هما:

– ان النضج الطبيعي للثمار يكون مصحوب بزيادة كمية الاثلين المنتجة في انسجة الثمرة.

– ان معاملة بعض الثمار بالأثلين تؤدي الى التبكير في بدء عملية النضج والاسراع فيها.

عند تنفس الثمار سوف يتكون الاثلين وبوجود الاوكسجين سوف ينشط تأثيره مما يؤدي الى زيادة نضج الثمار وذلك من اجل المحافظة على الثمار من النضج تحفظ الفاكهة (خاصة اللحمية منها) في مخازن مكيفة للخزن في جو غني بغاز CO_2 (5 – 10%) ذو محتوى منخفض من O_2 (1 – 3%) وبدرجات حرارة منخفضة.

2- التأثير على الازهار: عند اضافة الأثلين او الرش بالايثرل او الاثيفون على نبات الاناناس ادى الى ازهار النبات. لوحظ ان رش IAA على الأناناس يشجع التزهير بسبب تكوين الاثلين الذي يشجع التزهير يعمل توازن بين النمو الخضري والنمو الزهري فيتوقف النمو الخضري وبالتالي تتجه النباتات للازهار. اذ ان طبيعة الاناناس يستمر في النمو الخضري، فعند الرش بالاثيلين سوف يحث من تكوين الاثيلين فيعمل على تثبيط النمو الخضري، وبما ان عملية الازهار عملية مجهدة للنباتات والنبات مستمر بالنمو الخضري يحدث تنافس غذائي ولا تزهر النباتات. ولكن عند بطء النمو الخضري او تثبيطه من قبل الاثيلين، سوف يتجه النبات للتزهير.

3- الاثلين يسبب تشوه النمو Epinasty: ان المعاملة بالتراكيز العالية من الاوكسين IAA تسبب هذه الظاهرة والتي تسمى (بالذبول المؤقت) من خلال المساعدة على تحرير الاثلين.

4- الاثلين يسبب الشحون Etiolation للنبات: حيث ان الكميات الكبيرة من الاثلين تؤدي الى تقليل صبغات التركيب الضوئي ويصبح النبات شاحب نتيجة هدم البروتينات والكلوروفيل أي يحدث الهدم في مكونات الانسجة اكثر من البناء في النبات.

5- الاثلين يثبط استطالة الساق والاوراق والجذور ويثبط كذلك نمو البراعم وتضخم الجذور ويسبب توسع الخلايا قطرياً.

6- الاثلين يسبب السيادة القمية: للبراعم الطرفية ويثبط نمو البراعم الجانبية وقد وجد ان الاثلين يتكون بكثرة في الانسجة المرستيمية الطرفية ويمكن القول ان كلاً من الاوكسين والاثلين يؤدي الى تثبيط نمو البراعم الجانبية وقد وجد ان CO_2 بتركيز 5% قد ينهي السيادة القمية لان CO_2 ينافس الاثلين.

7- الاثلين يسبب الانفصال او سقوط الاوراق Abscission: وجد ان الاثلين يسرع من انفصال الاوراق والثمار (عكس عمل الاوكسين) وعند جود الاوكسين بكمية كافية في نصل الورقة لا يحدث انفصال ولكن عندما يقل تركيز الاوكسين ويزداد كمية الاثلين فسوف يعمل على تكوين طبقة الانفصال.

8- الاثلين يسبب الشيخوخة: لقد تبين نتيجة العديد من الابحاث ان الاثلين يسبب شيخوخة الاوراق وغيرها من الانسجة والاعضاء النباتية.

9- الاثلين يحدد الجنس sex expression: وجد ان الاثلين يشبه الاوكسين في زيادة عدد الازهار الانثوية في النباتات التي تنتج ازهار ذكرية كثيرة (كنباتات العائلة القرعية).

10- الاثلين ينهي سبات البذور: لقد وجد ان الاثلين ينهي من سبات البذور ويزيد من نسبة انباتها.

استخدام الاثلين في البستنة:

1- لانضاج الثمار.

2- سهولة عملية الجني من خلال تكوين طبقة الانفصال.

3- يستخدم لخف الازهار او خف الثمار.

4- يستخدم في المحاصيل لغرض زيادة سمك الساق القطري والتقليل من طول النبات مما يقلل من اضطجاع النبات.

استخدام منضمات النمو في الانضاج الصناعي للثمار:

لقد تم استخدام منضمات مختلفة لأغراض الانضاج الصناعي لثمار الفاكهة والخضراوات ويعتبر الاثلين اهمها وكذلك بعض المركبات التي تحرر الاثلين بعد الاضافة مثل الاثيفون.

كما لوحظ ان (2,4-D) يشجع النضج في ثمار مختلفة منها الموز والتفاح والكمثرى، حيث تبين انه عند غمس الموز في مركب بتراكيز 1600,200 جزء بالمليون تحول الى اللون الاصفر واصبحت الانسجة لينة خلال 72 ساعة بينما بقيت الثمار غير المعاملة خضراء وصلبة.

ان استخدام الاثينول Ethephon الذي يحرر الاثلين بعد الاضافة كانت فعالة في نضج ثمار الموز بدرجة موازية للاثلين حيث كانت النتائج الحاصلة من غمس الثمار لمدة ساعة في محلول الاثيفون بدرجة حرارة الغرفة مشابهة الى تعرض الثمار لغاز الاثلين لمدة 24 ساعة.

نصح العالم Cousins بعدم حفظ البرتقال مع الموز لان البرتقال ينتج مواد طيارة تسبب نضج الموز.

المحاضرة العاشرة والحادية عشر

1- تطبيق بعض التراكيز لمنظمات نمو في الحقل.
2- تقييم اداء بعض منظمات النمو على بعض النباتات المختارة من قبل الطلبة.