



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

# منظمات النمو النباتية Plant Growth Regulators

## الدراسات العليا

ان نمو وتطور الاحياء متعددة الخلايا قد لا يكون ممكناً دون معلومات كافية بين الخلايا والانسجة وغالباً ما يعتمد النبات في تنظيم عملياته الايضية على مرسلات كيميائية تنتج في جزء معين من النبات او النسيج وتؤثر في العمليات الفسلجية في موقع اخر من النبات وهذه تدعى بالهرمونات.

لقد تم تشخيص العديد من الهرمونات ومشتقاتها ومن اهمها :

الاوكسينات Auxins ، الجبريلينات Gibberellins والساييتوكاينينات Cytokinins والاثلين Ethylen وحامض الابسيسيك (ABA)Abscisic Acid والبراسينوسترويد (BRS) Brassino steroid فضلاً عن مركبات اخرى من بينها حامض الساليسيك (SA)Salicylic Acid وحامض الجاسمونيك (JA)Jasmonic وغيرها.

الاوكسين هو اول الهرمونات المكتشفة وقد تم تشخيصه في نبات الذرة عام 1942 يلي ذلك الجبريلينات (GAS) والتي اكتشفت كمركبات فعالة في الفطر Gibberella fujikuri وقد تم تحديد التركيب الكيميائي لها عام 1956.

اما الساييتوكاينين فقد تم تشخيصه في مصادر غير نباتية اذ ان المادة الفعالة المستخلصة من ال DNA لحيامن سمك الرنكة اطلق عليها اسم الكاينيتين واستخلصت عام 1955 اما المركب الموجود طبيعياً في النبات فقد تم استخلاصه من بذور الذرة عام 1960 واطلق عليه اسم الزياتين Zeatin . وان تسمية ال Cytokinin قد اعتمدت عام 1965 . وفيما يتعلق بالاثلين فلم يتم معرفته كهرمون نباتي اذ كان يعتقد ان تاثيراته هي ناتجة عن الاوكسين ولكن تم فصله بجهاز الغاز كرموتوكرافي وسجل كهرمون نباتي عام 1962 وهو يختلف عن بقية الهرمونات بكونه غاز في درجات الحرارة الاعتيادية.



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

اما حامض الابسيسيك ABA فانه من مثبطات النمو و كان يسمى بالابسيسين ثم تمت تسميته بحامض الابسيسيك عام 1965 .

وقد اكتشفت مجموعة سادسه من الهرمونات هي البراسينوسترويد ولقد استخلصت من حبوب لقاح الفجل او اللفت بشكل مواد دهنية وذلك في بداية الثمانينات ولها تاثيرا مشابهاً للاوكسينات والجبريلينات والساييتوكاينينات ومنها استطالة وانقسام الخلايا ، حيوية وانبات البذور ،الشكل الظاهري، وغيرها.

بالاضافة الى المجاميع اعلاه هناك عدد من المركبات لها فعالية بايولوجية على النبات والتي تم اكتشافها لاحقاً ولكن من الناحية المبدئية لم يتم اعتبارها هرمونات نباتية بشكل كامل وقد يعود سبب ذلك الى صعوبة تحديد وظائفها وتأثيراتها المباشرة في العمليات الفسلجية ومن هذه المركبات حامض الجاسمونيك **Jasmonik Acid** ومركبات اخرى مرتبطة به مثل حامض الكوكوربيك **Cucurbitic Acid** والذي شخص كمثبط نمو داخلي في ثمانينات القرن الماضي. لحامض الجاسمونيك اهمية خاصة في النمو والتطور ،الانتاج ومقاومة الحشرات، فضلاً عن ذلك فهناك حامض الساليسلك **Salicylic Acid** الذي يعمل على تثبيط البناء الحيوي للثلاثين وتنظيم غلق الثغور وتقليل النتح وتحفيز انتاج صبغة الانثوسيانين وله دور كبير في حماية ومقاومة النبات من المسببات المرضية وزيادة تحمل النباتات لظروف البيئة غير الملائمة.

لقد تم اكتشاف وتشخيص مستقبلات **Receptors** لعدد من الهرمونات منها ما يخص الاثلين ،الساييتوكاينين والبراسينوستيرويد وهي موجودة في الغلاف البلازمي اما مستقبلات الاوكسين والجبريلين وحامض الابسيسيك فهي مستقبلات ذائبة . ان حركة وانتقال الهرمونات تختلف عن بعضها البعض فالاووكسين **IAA** معروف بأنتقاله الفعال **Active Transport** اي انه يحتاج الى الطاقة في حركته وانتقاله بينما تتحرك الهرمونات الاخرى بواسطة الانتشار **Diffusion** بين الخلايا وقد تنتقل لمسافات بعيدة في حين تعمل هرمونات اخرى داخل نفس الخلية او النسيج التي نتجت منه . ان تاثير



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الهرمونات يعتمد على العلاقة المتداخلة فيما بينها اي انها لاتعمل بمفردها ولكن بطريقة التعاون Synergism او التضاد Antagonism كذلك فان تأثير منظمات النمو يعتمد أساساً على علاقة متداخلة بينها وبين كل من المواد الغذائية والتركيب الوراثي والظروف البيئية كالحرارة والضوء لذا أستجابة النبات لمنظمات النمو تعتمد على التوازن بين العوامل المتداخلة معها.

أن مصطلح هرمون Hormone اشتق من أصل يوناني (To excite) ويعني

(ينشط) ولقد أكتشف الهرمون أولاً في الحيوان عام 1906 أما في

النبات فقد عرفت باكتشاف الاوكسين وهناك فرق كبير بين الهرمونات الحيوانية التي تفرز من غدد خاصة والهرمونات النباتية التي تتكون في خلايا مواقع أو أجزاء نباتية معينة الا انها تتشابه من حيث طبيعة التأثير حيث تفرز أو تُصنع في مكان وتنتقل لتؤثر في مكان آخر ولتمييزها عن الهرمونات الحيوانية أطلق عليها الهرمونات النباتية Plant Hormones أو Phytohormones .

### الهرمونات النباتية

هي مجموعة من المركبات العضوية غير الغذائية و الفيتامينات تنتج طبيعياً داخل خلايا وانسجة النبات المختلفة وبتراكيز قليلة (اقل من 1 مليمول ،  $1 \text{ mM} <$  وغالباً اقل من 1 ميكرومول  $1 \mu\text{M} <$ ) تؤثر في العمليات الفسلجية (تحفيز ،تنشيط او تحوير ) اللازمة لنمو النبات او تطوره وأنتاجه مثل الاوكسين (IAA) والجبرلين (GAI) والساييتوكانين (Zetin) والاثلين و(ABA) والبراسينولايد (Brassinolide,BL) وغيرها.

### منظمات النمو النباتية Plant growth Regulators

وهي مصطلح عام على مجموعة المركبات العضوية غير الغذائية والفيتامينات وتشمل المركبات التي تنتج طبيعياً داخل النبات والتي تسمى بالهرمونات وكذلك تشمل المركبات



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

المصنعة في المختبرات والشركات المتخصصة ويطلق عليها منظمات النمو الصناعية Exogenous لذا فان كل الهرمونات تعد منظمات للنمو والعكس غير صحيح أي ليس كل منظم للنمو هو هرمون. أن المنظمات الطبيعية قد تم ذكرها سابقاً أما الصناعية فانها تصنع خارج النبات مثل الاوكسين (2,4-D,IBA,NAA)، الجبريليك (GA3)، السايوتوكاينينات (BA) و الاثيفون أو الايثرل (Ethrel) Ethephon وهي المركبات الصناعية المحررة للثلاثين..... وغيرها.

### محفزات النمو النباتية (Plant Growth Stimulators (Promotors)

وتشمل الاوكسينات والجبريلينات والسايوتوكاينينات الطبيعية والصناعية التي تعمل على تحفيز النمو في النباتات.

### مثبطات النمو (Plant Growth Inhibitors)

وهذه تعمل على تثبيط العمليات الفسلجية ويعد حامض الابسيسك (ABA) من أهم المثبطات النباتية المعروفة بالاضافة الى الاثلين.

### معوقات النمو (plant Growth Retardants)

وهي مركبات تعمل على اعاقه وتأخير نمو النبات وتجعله متقزماً علماً أن جميع هذه المعوقات هي مركبات صناعية غير طبيعية. أن تأثيرها هو مضاد أو معاكس لتأثير الجبريلينات ويطلق عليها Anti-Gibberellins حيث تعمل على تقليل الاستطالة وتحفيز تكوين البراعم الزهرية مثل السايكوسيل (CCC,Cycocel) وفسفون (Phosphon-D) Paclobutrazol (Cultar,PP 333)، امو (AMO 1618) وغيرها.

بعض المصطلحات التي لها علاقة بمنظمات النمو :-

المواد الناشرة Wetting Agents Surfactant Compounds هي مواد  
تضاف الى محلول منظمات النمو بحيث يشكلان معاً مستحلباً لغرض زيادة توزيع



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

وأنتشار والتصاق منظم النمو وتقليل الشد السطحي للانسجة النباتية المعاملة بمنظم النمو بما يساعد في نفوذ وأمتصاص منظم النمو وعدم فقدانه وبخاصة عند أستعمال تراكيز قليلة منه.

أن التركيز الموصى به من المادة الناشره يتراوح بين 0.1% - 0.01% أي لايتجاوز 100-1000 ملغم.لتر<sup>1</sup> ومن أمثلة المواد الناشرة X-77,Tween-80,Tween-20 وغيرها

## السمية Toxicity

هي صفات الخليط الكيميائي (منظم النمو مثلاً) التي تسبب تأثيرات عكسيه أو غير ملائمة عند أستعمالها أو تحضيرها بطريقة غير صحيحة.

## نسبة المادة الفعالة Active Ingredient % (A.I.%)

وهي نسبة المادة النقية من منظم النمو المسؤولة عن تأثير التركيز المطلوب من منظم النمو المراد أستعماله وتثبت هذه النسبة على العبوات الخاصة بمنظم النمو أو المادة الكيميائية أو مبيدات الادغال مثلاً ( A.I.50%,A.I.30% ) وأحياناً تكون المادة الفعالة % A.I.100 عندما تكون % 50.بمعناه ان المادة النقية تمثل % 50 الفعالة وان ال % 50 الاخرى هي مادة مائنة . علماً أن نسبة المادة الفعالة لمنظم النمو قد تختلف من شركة الى أخرى لذا يتم التأكد من ذلك عند تحضير التركيز المطلوب.

## مخلفات المادة الكيميائية Chemical Residues

وهي مخلفات أو رواسب الخليط الكيميائي المتبقي في المحصول أو النبات المعامل به.

## التركيز Concentration



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

هي كمية المادة الفعالة من منظم النمو وقد تكون كنسبة مئوية أو ملغم لتر<sup>1</sup>- أو مل لتر<sup>1</sup>- أو باوند .غالون<sup>1</sup>- ماء وغيرها.

### مادة التخفيف

وهي مادة تستعمل لتخفيف المادة الفعالة من منظم النمو وقد تكون بهيئة غاز أو سائل أو مادة صلبة.

### الرش الورقي أو رش المجموع الخضري Foliar Application

وهي عملية رش المادة الكيميائية أو منظم النمو على النمو الخضري للنبات بما يضمن تغطية كاملة وحتى درجة الابتلال Drip Point ومن أجل تحقيق ذلك يرش 3/2 من كمية المحلول على الثلث العلوي للنمو الخضري للنبات ويضاف الثلث المتبقي من منظم النمو على الثلثين المتبقين من النمو الخضري .

### التأثير التعاوني أو التضامن :

وهو التأثير الناتج من أكثر من مادة (خليط أو مزيج) وغالباً ما يكون أكثر من التأثير المفرد لكل مادة من مواد الخليط فمثلاً تأثير تداخل الجبريلين والسايبتوكاتين معاً في كسر السكون في البذور والبراعم أكثر فعالية من تأثيرهما كلاً على أفراد.

### تأثير التضاد Antagonism Action

وهو التأثير المعاكس للمواد الكيميائية أي ان تأثير احداها يتضاد او يلغي او يثبط تأثير المركب الاخر فحامض الابسيسيك مثلاً يحفز سكون البذور والبراعم بينما يعمل الجبريلين على كسر السكون وتحفيز النمو اي ان حامض الابسيسيك سوف يثبط او يضعف تأثيره عند المعاملة بالجبريلين كذلك الحال عند تضاد الاوكسين و الاثلين في سقوط الاوراق او التضاد بين الاوكسين والسايبتوكاتين في السيادة القمية Apical

### . Dominance

هرمونات التزهير





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

وهذه تنتج في النبات وتعمل على تحفيز نشو الازهار Flower Primordia ويعتبر الفلورجين Florigen هرمون افتراضي ينتج في النبات وهو المسؤول عن هذه العملية وهو نوع معين من البروتين يطلق عليه F.T Protien يتكون في الاوراق ثم ينتقل الى القمة النامية للفرع حيث يتداخل مع بروتين آخر محفزاً لعملية التعبير الجيني Gene Expression مسبباً التزهير.

## الاوكسينات Auxins

تمكن العالم كوجل Kogl عام 1935 من فصل واستخلاص مركب عضوي وهو الاوكسين IAA من أدرار الانسان كما استخلص الباحث نفسه عام 1946 الاوكسين IAA من حبوب الذرة الصفراء والشعير المنبته ومن اوراق السبانغ وبعض انواع الخميرة. ان النباتات تحتوي على نوعين من الاوكسينات الاولى الاوكسينات الحرة Free Auxins وهي القابلة للحركة والانتشار بسرعة خارج النسيج النباتي مثل تحرك وانتشار الاوكسين من القمة النامية للبادرة قطبياً نحو الاسفل Polar transport والنوع الثاني هي الاوكسينات المرتبطة Bound Auxins وهذه تتحرر من النسيج النباتي عند تعرضها لعملية التحلل المائي او الاتزيمي.

توجد الاوكسينات الطبيعية وتنتج في جميع النباتات الراقية وتعد القمم المرستيمية مصدر رئيسي لبناء وانتاج الاوكسين كذلك الحال في أجنة البذور كما تعد البراعم الطرفية مصدر غني بانتاج الاوكسين الا ان أنتاجه بالاوراق الحديثة يكون بنسبة اقل وهو يتراكم في قمة الاوراق ثم يبدأ تدريجياً بالانتقال والتراكم أسفل الورقة بتقدم عمرها.

أن القمم المرستيمية للجذر تعد من المواقع الاساسية لبناء وانتاج الاوكسين خاصة عندما تكون الجذور في مرحلة الاستطالة والنمو كما تحتوي الثمار والبذور الحية على مستوى مرتفع من الاوكسين لكن مازال غير واضح فيما اذا كان هذا الاوكسين يتم بناءه فيها أو يتم انتقاله اليها من أنسجة اخرى خلال النمو والتطور علماً بان الاوكسين له القدره على الحركة والانتقال الى الاعلى الا أن تركيزه ينخفض كلما بعدت المسافة عن مواقع أنتاجه .

## طبيعة الاوكسينات



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الايوكسين هو حامض أندولي ذو نواة حلقيّة غير مشبعة وهو مصطلح عام يطلق على مجموعة من المركبات التي تحفز أستطالة الخلايا ونمو الجذور وتثبيط البراعم الجانبية **Iateral Buds**. ويعد أندول حامض الخليك (**IAA, Indole-3-Acetic Acid**) الاوكسين الرئيس الموجودة في معظم النباتات ويتميز بتركيب كيميائي بسيط وسهل التحضير مختبرياً وهو ذو فعالية عالية. كما تم اكتشاف عدد من المركبات الطبيعية لها تأثير مشابه للاوكسين مثل أندول أستيلديهايد (**IAAID**) وكلورو أستيك أسيد وأندول بيوترك أسيد (**IBA**) وغيرها وهذه المركبات تأثيرها ضعيف بالمقارنة مع الاوكسين (**IAA**).

لقد تم تصنيع عدد من الاوكسينات التي لها وظائف مشابهة للاوكسين الطبيعي والتي يجب أن تتوفر فيها نواة حلقيّة مشبعة مع وجود رابطته مزدوجة واحدة على الاقل موجودة على الحلقة الاندولية كما يجب أن ينتهي طرف الحلقة بمجموعة الكربوكسيل (**-COOH**).

أن الاوكسينات المرتبطة والتي تكون غير فعالة توجد على صورتين الاولى المركبات ذات الوزن الجزيئي المنخفض مثل أسترات الاوكسين وهذه لها وظيفة كمادة خازنة للاوكسين إذ يخزن خلال نضج البذور ويتحرر خلال الانبات أما المجموعة الثانية وتشمل الاوكسينات المرتبطة ذات الوزن الجزيئي المرتفع مثل **IAA-glucan** الذي يتكون من (7-50) وحدة كلوكوز لكل وحدة **IAA** وظيفه هذه المركبات هي التخزين العكسي للاوكسين إذ يتراكم الزائد منه بالانسجه النباتية لكي يمنع هدم الاوكسين لذا فان الاوكسينات المرتبطة تعمل :

أولاً / كخزين للاوكسين خلال نضج البذور وأستعماله عند الانبات .

ثانياً/تعد كناقل أو حامل أثناء حركة وانتقال الاوكسين من البذور الى الافرع

ثالثاً/ وقاية الاوكسين **IAA** من الاكسدة أو التحلل



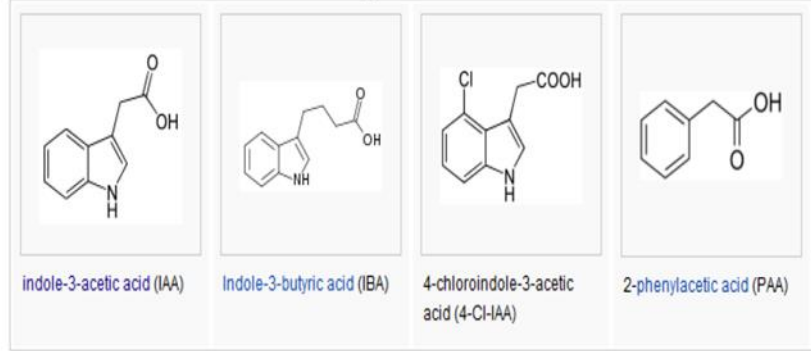


المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

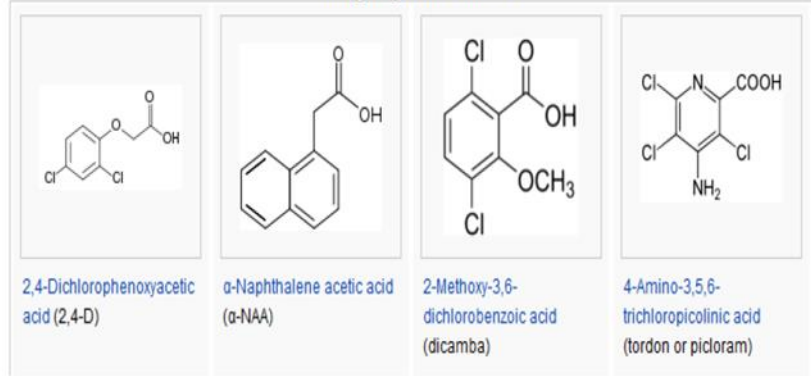
## المحاضرات النظرية

Native auxins:



Gallery of synthetic auxins

Synthetic auxins:



Auxins have an aromatic ring and a carboxylic acid group

## Biosynthesis of Auxin **البناء الحيوي للاوكسين**

يعد الحامض الاميني التربتوفان Tryptophan البادئ والمولد الاولي للاوكسين في النبات ويتم الحصول على هذا الحامض من خلال دورة حامض الشكميك Shikmic Acid بسلسلة من التفاعلات تبدأ بحامض الكورسميك Chorismic Acid الناتج من حامض الشكميك وتستمر حتى تنتهي بحامض التربتوفان.

هناك مسارات متعددة للبناء الحيوي الاوكسين IAA الذي يعود من الناحية التركيبية الى التربتوفان Trp والى المركب (IGP)Indol-3-glycerolphosphate فان كلاهما يمكن استعمالهما في البناء الحيوي للاوكسين واعتماداً على الوراثة الجزيئية والنظائر المشعة تم تحديد



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

وتشخيص الانزيمات والمركبات الوسطية التي تسهم في البناء الحيوي الذي يعتمد على التربتوفان (Trp-D) Tryptophan Dependent ولقد لوحظ وجود ثلاثة مسارات في النبات تحدث في الكلوروبلاست Chloroplast ومسار واحد في البكتريا وهذه جميعها تعتمد على (Trp-D).

فالمسار الاول (A) يتم بواسطة (IAN) Indole-3-Acetonitrile وهو موجود في عدد من العوائل النباتية، المسار الثاني (B) ويتم بواسطة ال (TAM) Tryptamine والمسار الثالث يتم بواسطة (IAM) Indole-3-Pyruvate والمسار الرابع (D) ويتم بواسطة (IAM) Indole-3-Acetamide ويحدث في البكتريا ويعد المساران (B) الذي يتم بواسطة المركب (TAM) والمسار (C) الذي يتم بواسطة المركب (IPA) هما الاكثر شيوعاً في النبات .

المسار (A) IAN Path way  
وفيه تحول الحامض الاميني التربتوفان (Trp) اولاً الى المركب indole-3-acetaldoxime (IAOX) مباشرة او من عدة مراحل من خلال المركب (IAOX) indole-3-acetaldoxime N-oxide (N-Oxide) والذي ينتهي بتكوين المركب (IAN) Indole-3-acetonitrile وبمساعدة انزيمات Nitrilases يتحول IAN الى (IAA) Indol-3-acetic acid وهذا المسار مهم في ثلاثة عوائل نباتية هي الخردل والحشائش والموز واخيراً شخص في عوائل نباتية اخرى مثل القرعية والوردية والبادنجانية والبقولية.

المسار (B) TAM path way

يبدأ هذا المسار بنزع ذرة كاربون decarboxylation من التربتوفان حيث يتكون مركب (TAM) Tryptamine الذي يدخل في سلسلة من التفاعلات الانزيمية ليكون مركب (TAAId) Indole-

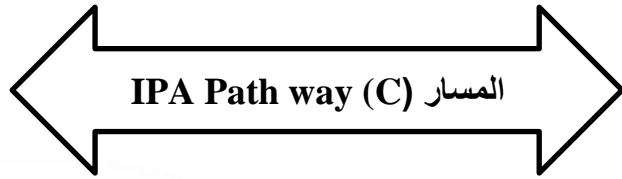


المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

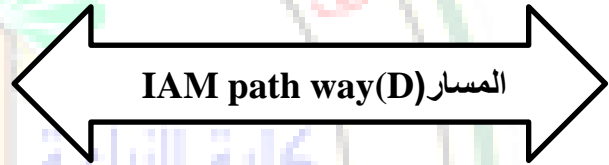
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

3- acetaldehyde والذي يتأكسد بواسطة أنزيم خاص حيث يتكون الاوكسين (IAA) ويحدث هذا المسار في انواع عديدة من النباتات.



وفيه تنتزع الامينات deaminated من التربتوفان حيث يتكون المركب (IPA) والذي تنتزع منه ذرة كاربون لتكوين المركب Indol-3-acetaldehyde (IAAId) الذي يتحول من خلال الانزيم Aldehydeoxidase الى الاوكسين (IAA).



يحدث هذا المسار في البكتريا ويعتمد على الحامض الاميني تربتوفان اذ يستعمل المركب الوسيط (IAM). يشترك في هذا المسار انزيمين هما Trp-monooxygenase وانزيم xAM hydrase. ان الاوكسين الناتج من هذه البكتريا يحدث تغيرات شكلية في النبات المضيف للبكتريا التي يحدث فيها هذا المسار.

الدراسات الوراثية اوضحت ان النبات يمكن ان ينتج الاوكسين IAA من خلال مسار واحد او اكثر لايعتمد على الحامض الاميني تربتوفان اي Tryptophan-Independent وهذا مشكوك بحدوثه لان النظائر المشعة اظهرت ان مستوى التربتوفان الذي يمكن ان يتحول الى الاوكسين بهذه الطريقة قليل جدا بحيث لا يكفي لحساب كمية الاوكسين المنتج بهذه العملية لذا اصبح هذا المسلك محدود ويتم فقط عن طريق الوراثة الجزيئية على بعض النباتات المطفرة مثل الذره ومع ذلك لم تظهر هذه النباتات القدرة على تحويل التربتوفان الى اوكسين. عموماً ان مساري التربتوفان المعتمد وغير المعتمد لم يتم فهمها بشكل واضح بسبب تذبذب النتائج المتوصل اليها فضلا عن اختلاف المسارات باختلاف نوع الانسجة النباتية واختلاف مرحلة النمو والتطور.



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### انتقال الاوكسينات Auxin Transport

اثبتت الدراسات ان الاوكسين يتحرك بشكل رئيسي من القمة Apical الى القاعدة Basal واطلق على هذا النوع من الانتقال بالانتقال القطبي Polar Transport اذ ان الاوكسين IAA هو الهرمون الوحيد الذي اظهر الانتقال القطبي بوضوح في معظم النباتات . ولكون القمة النامية للافرع Shoots Apex تعد المصدر الاول للاوكسين في التيار . لذا يعتقد ان الانتقال القطبي يعتمد على تدرج مستوى الاوكسين من قمم الافرع الى قمم الجذور وهذا الانتقال العمودي يؤثر في عمليات النمو المختلفة مثل التطور الجنيني ،استطالة الخلايا،السيادة القمية ،التأم الجروح،الشيخوخة .

يمكن للاوكسين ان ينتقل عبر اللحاء من خلال حركة وانتقال السكروز (الغذاء المصنع) نحو قمة الفرع وان الانتقال القطبي للاوكسينات الصناعية والطبيعية نحو القاعدة لاينطبق على جميع النباتات فنبات السجاد (كوليوس) ينقل الاوكسين باتجاهين نحو القاعدة ونحو القمة وبنسبة 3:1 على التوالي كما لوحظ ان الاوكسين المصنع في الاوراق ينتقل عن طريق اللحاء لا قطبياً الى اجزاء النبات الا ان الدراسات بينت ان الانتقال القطبي نحو القاعدة هو الاكثر اهمية . ان حركة الاوكسين بطيئة فسرعة الانتقال القطبي تتراوح بين 2-20 سم . ساعة<sup>1</sup> وهي اسرع من معدل الانتشار لكنها ابطاً من أنتقاله عبر اللحاء . وقد وجد أن الاوكسين الصناعي المضاف الى قمة الجذر ينتقل الى القاعدة بسرعة 2-8 ملم . ساعة<sup>1</sup> .

أن الانتقال القطبي خاص بالاوكسين الفعال أما الاوكسينات غير الفعالة (المرتبطة او المقترنة (Conjugated Auxines) فانتقالها يكون بطيئاً. الانتقال القطبي للاوكسين يتم بواسطة حوامل بروتينية موجودة في الغشاء البلازمي وأن انتقال الاوكسين من قمة الجذر نحو قاعدته يتأثر بالجاذبية Gravitopism ويكون على مسارين أو اتجاهين متضادين ويطلق عليه الازدواجية الانتقالية Didirectional Transport حيث ان الانتقال نحو قمة الجذر يتم بكفاءة عالية بينما الانتقال نحو القاعدة يكون محدود ويتم في الخلايا القشرة والاسطوانة الوعائية للجذر وبسرعة 0.1- 0.2 سم . ساعة<sup>1</sup> .

اما الانتقال الناتج عن فرق الجهد الكهربائي فيعتقد أن الشحنة الموجبة كهربائياً تحملها قواعد النبات فقط بينما القمة النامية تمتلك شحنة سالبة وبما ان الاوكسينات ذات طبيعة حامضية لذا فان



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

سرعة الانتقال تعتمد على الشحنة السالبة . وبما أن الغشاء البلازمي ومحلول الجدار الخلوي ذو أس هيدروجيني PH بحدود 5-5.5 فإن حوالي 25% من الاوكسين ينتشر سلبياً (بدون الحاجة الى طاقة ATP) خلال الغشاء البلازمي وحسب فرضية الميل للتركيز أي من العالي الى الواطي.

### الانتقال غير القطبي للاوكسين

أن الظروف اللاهوائية Anaerobic تبطئ من حركة الاوكسين إذ وجد أن انتقاله يكون أسرع بوجود الهواء . وأن الانتقال عبر اللحاء لا يحتاج الى طاقة أي انتقال سالب ويعتمد على القوة الحركية من المصدر Source الى المصب Sink أي من منطقة إنتاج الاوكسين الى موقع التأثير. كما بينت الدراسات بأستعمال النظائر المشعة أن الاوكسين ممكن أن ينتقل من المسار غير القطبي الى المسار القطبي وهذا يحدث بشكل رئيسي في الانسجة غير الناضجة لقمة الافرع Shoots Apex

### مثبطات الاوكسين

توجد مركبات عديدة تثبط او توقف حرة وانتقال الاوكسين منها ما هو ينتج طبيعياً في النبات مثل الكورستين او الفلافونول ومركب جنستين وهناك مثبطات مصنعة غير موجودة في النبات اهمها (1-N-naphthyl phthamic Acid) و (1-naphthoxyacetic acid)NOA و CPD و (2,3,5-triiodobenzoic acid ) TIBA و (Cyclopropyl propane dione) و هذه المركبات TIBA و CPD و NPA مثبطات يطلق عليها AELs (Efflux Inhibitors) وهذه تثبط حركة وانتقال الاوكسين الى جهة التأثير . حيث وجد ان المثبط NPA المرتبط بالبروتينات يرتبط بشكل قوي مع البروتينات الحاملة للاوكسين ، فضلا عن ذلك فان المثبطات تتداخل مع بروتينات الغشاء البلازمي من الجهة الحاملة للاوكسين مما ينتج عنه تثبيط وظيفة الاوكسين .

### الآلية عمل الاوكسين

تؤثر الاوكسينات في عمليات فسلجية عديدة تصاحب نمو النبات وتطوره فهي تسهم مع منظمات النمو الاخرى في انقسام الخلايا واستطالتها ، السيادة القمية، التزهير ، تساقط الاوراق والثمار وبسبب





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

هذه التأثيرات المتعددة صار من الصعب تحديد كيفية عمل الاوكسينات بشكل دقيق ولكن هناك فرضيات حول ميكانيكية التأثير فمثلاً ان تأثير الاوكسينات في توسع وأستطالة الخلايا Cell elongation and Enlargement يعود الى تأثيرها في الانزيمات المحللة لبعض مكونات الجدار الخلوي مما يزيد من ليونته Cell wall plasticity ومرونته Elasticity (الليونة غير قابلة للرجوع للشكل الاصلي بينما المرونة قابله للرجوع للشكل الاصلي ) وللتميز بين الاثنين وجد ان الاوكسين يحفز الاستطالة والتوسع من خلال تأثيره في ليونه الجدار الخلوي الذي يتكون من مواد بكتينية وسليولوزية حيث يعمل الاوكسين على ازالة ايونات الكالسيوم التي ترتبط بمجاميع الكاربوكسيل (مجموعة الكاربوكسيل هي المسؤولة من تحديد النمو) مما ينتج عنه تحلل المكونات الجدار الخلوي وزيادة ليونته . أن حدوث التمدد غير العكسي (الليونه)ينتج عنه انخفاض في الضغط الازموزي الامر الذي يؤدي الى زيادة قوة الامتصاص الازموزيه فيدخل الماء الى الخلية مسببا زيادة في حجمها حتى يحدث التوازن بين الضغط الازموزي والضغط الجداري كما لوحظ ان استطالة الخلية بفعل الاوكسين ناتجه عن تأثيره في استبعاد الكالسيوم والمغنيسيوم من المواد البكتينية المكونة لجدار الخلية مما يجعل سلسلة البكتين مستقيمة مكونه من حامض البكتيك وهذا يزيد من مرونة Elasticity الجدار الخلوي . ويعتقد بان ذلك يعود الى دور الاوكسين بتثبيط عمل انزيم Pectine methyl asterase مما يحفز مرونة ونفاذية الجدار الخلوي .البعض فسر هذا التأثير بطريقه اخرى حيث بينوا ان زيادة ليونة الجدار الخلوي بفعل الاوكسين تقلل من مقاومة الجدار للشد وهذا يؤدي الى استجابة الجدار للضغط الانتفاخي Turger pressure او جهد الضغط Pressure Potential وينتج عن ذلك زيادة في نفوذ الماء الى داخل الخلية بسبب السلبية العاليه لجهد المائي Water potential مما يزيد من توسع الخلية . كما لوحظ ان المعاملة بالاوكسين يرافقها تكون انواع من الحامض النووي RNA اللازمه لبناء الانزيمات والبروتينات المؤثرة في النمو والدليل على ذلك عند معاملة النبات باحد المثبطات الحيوية لبناء RNA مثل Actinomycin-D وجد انها تثبط النمو كما انها تمنع عمل الاوكسين .





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### التأثيرات الفسلجية للاوكسينات :

الاوكسينات لها دور هام في نمو النبات وتطوره ولا يحدث النمو بدون الاوكسين وهو يشترك مع بقية الهرمونات في التأثير الفسلجي وقد يكون العمل تضامني Synergism او متضاد Antagonism ومن اهم التأثيرات الفسلجية هي:

#### 1- الاستطالة والتوسع الخلوي :

تحدث هذه العملية بوجود التراكيز المناسبة للاوكسين وغالباً ما تكون منخفضة لان التراكيز العالية لها تأثير سلبي مثبط فقد وجد ان التراكيز الفعالة للاوكسين المنشط للنمو الخضري يكون غير فعال في تخفيض نمو المجموع الجذري .

#### 2- الانقسام الخلوي Cell Division :

الاوكسين يحفز الانقسام الخلوي للكامبيوم ، كما أن وجوده مع الساييتوكانين في الزراعة النسيجية يحفز أنقسام الخلايا من خلال تنشيطه لخلايا الكامبيوم الوعائي ، حيث ان حركة وانتقال الاوكسين من مواقع انتاجه في القمم النامية الى الاسفل يحفز انسجة الخشب واللحاء الثانوي على التكيف والتمايز وتكوين خشب ثانوي الى الداخل ولحاء ثانوي الى الخارج ومن ثم زيادة النمو العرضي للافرع والجذور .

#### 3- السيادة القمية والبراعم الجانبية :

أن انتقال الاوكسين من القمم النامية نحو الاسفل يؤدي الى تثبيط نمو البراعم الجانبية ، وهذه العملية لها تطبيقات زراعية مهمة مثل:

أ/ التحكم في نمو الافرع الجانبية Lateral Shoot أما بتقصيرها او استئالتها .

ب/ التحكم بالزاوية التي تتكون منها الافرع الجانبية على الساق الرئيسي (زاوية الميل)

ج/ السيادة القمية: منع ايقاف نمو الافرع الجانبية.

#### 4- تحفيز تجذير الاقلام :



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الايوكسين يحفز تكوين ونمو الجذور على الاقلام الساقية كذلك نمو وتطور الجذور الفرعية على الجذر الرئيسي وتحفيز عملية التمايز للجذور في الزراعة النسيجية .

أن الجذور الثانوية للجذر الرئيسي أو الجذور العرضية حول قاعدة القلم تنشأ من الحلقة الدائرية المسماة Pericycle فعند حصول هذه الطبقة على التركيز المناسب من الاوكسين تتحفز وتكون مبادئ الجذور **Root Premordia**.

ان مستوى الاوكسين الطبيعي IAA في خلايا الانسجة النباتية يتراوح بين 0.01 و 0.1 مايكرومول اعتماداً على نوع النسيج وعمره والحالة الفسلجية، ففي الانسجة الخضرية كمية الاوكسين تتراوح بين 1-100 مايكروغرام .كغم<sup>-1</sup> وزن طري اي 5.7-570 نانومول .كغم<sup>-1</sup>

ان التركيز المطلوب لتكوين الجذور على الاقلام منخفض جداً يتراوح بين 10<sup>-7</sup> الى 10<sup>-13</sup> مول بينما التراكيز المرتفعة تعيق تكوين الجذور العرضية.

### 5- استجابات الانتحاء Tropistic Responses

يعد الاوكسين وسيطاً للاستجابة للانتحاء الضوئي والجاذبية للافرع والجذور فالانتحاء الضوئي **Phototropism** يحدث نتيجة الاختلاف في معدل النمو الجانبي للفرع المعرض للضوء وغير المعرض للضوء حيث ينتقل الاوكسين من الجزء المضاء ويتراكم في الجزء غير المضاء بذلك يكون النمو اسرع في الجزء المظلل مما ينتج عنه انحناء القمة النامية الى جهة الاضاءة .اما الجذور فتكون العكس لان نمو الجذور يكون حساس جداً للضوء فالجذور لا تتكشف ولا تحفز الوجود الظلام .اما الانتحاء الارضي **Geotropism** والذي يعني استجابة المجموع الجذري خاصة والخضري بشكل عام لتأثير الجاذبية الارضية التي من خلالها يتم نمو الجذور الى الاسفل مهما كان وضع البذرة او الاقلام ويطلق على هذه الحالة الانتحاءات الارضية الموجبة بينما يحدث العكس في الساق الذي ينمو باتجاه معاكس للجاذبية الارضية ويطلق عليه الاستجابة الارضية السالبة .لذا يمكن القول ان ال **Tropism** عبارة نمو اتجاها يحدث استجابته للمؤثر فاذا كان نحو المؤثر فهو انتحاء موجب واذا كان بعيداً عن المؤثر فهو انتحاء سالب.

### 6- الازهار :



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الايوكسين يخفز عملية التزهير ونمو وتطور الاجزاء الزهرية عندما يضاف بتراكيز قليلة كما هو الحال في الاناناس

### 7-تساقط الاوراق والثمار:

التساقط ظاهرة فسلجية تحدث بعد تكوين منطقة الانفصال **Abscission Zone** المتكونة من السيليلوز والهيميسليلوز والبكتين فعندما تكون الاوراق حديثه تكون نسبة الاوكسين عالية ثم تنخفض بتقدم العمر اذيزداد تركيز الانزيمات المحللة مثل **Cellulase** و **Pectinase** التي تحلل السيليلوز والبكتين مما يحفز على تكون طبقة الانفصال وحدوث التساقط لذا فان معاملة النبات في هذه المرحلة (النضج او الشيخوخة ) يمنع او يقلل التساقط من خلال تثبيطه لعمل انزيمات التحلل . ان دور الاوكسين في عملية التساقط يعتمد على مرحلة التطور التي تمر بها الثمار فعند رش **NAA** او **D - 2,4** خلال فترة التزهير او العقد فانهما يسببان زيادة التساقط وهذا يفيد في عملية الخف لتقليل ظاهرة المعاومة وقد يكون التأثير ناتجا عن دور الاوكسين في زيادة انتاج الاثلين المحفز للتساقط (خاصة عندما يكون تركيز الاوكسين المستعمل مرتفع ) اما في مرحلة النضج او قبل الجني فان الانسجة تكون ناضجة وطبقة الكيوكتيل فيها سميكة مع وجود الشمع والبكتين مما يمنع انتاج الاثلين لذا فان اضافة الاوكسين تقلل التساقط.

### 8- تحديد الجنس Sex Determination

الايوكسين يحفز تكوين الازهار الانثوية في النباتات احادية المسكن **Monoecious** فمثلا معاملة نبات الخيار الذي يتميز بكثرة الازهار المذكرة وقلة الازهار المؤنثة بالايوكسين ادت الى زيادة المؤنثة وقللت المذكرة . اما النباتات ثنائية المسكن **Dioecious** كما في النخيل فان مستوى الاوكسين الطبيعي يكون عاليا في اوراق الاشجار المؤنثة بالمقارنة مع الاشجار المذكرة.

## الساييتوكاينينات Cytokinins

الايوكسينات والجبرلينات تتميز بدورها الواضح في تحفيز الاستطالة الخلوية وقد يكون لها دور غير مباشر في الانقسام . الا ان الساييتوكاينينات التي هي من مشتقات القاعدة النتروجينية للادينين . تعد المحفز والمنظم الرئيسي للانقسام الخلوي وهذا ما أثبتته الزراعة النسيجية بوجود الاوكسين . فضلاً عن ذلك فللساييتوكاينينات تأثيرات فسلجية أخرى كالسيادة القمية ، الشيخوخة ، حركة العناصر



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الغذائية ، فعالية ونشاط المرستيم القمي ، التطور الزهري ، السكون في البذور والبراعم ، تمايز وتطور الكلوروبلاست والتنظيم الهرموني للشكل الخارجي للنبات **Plant Morphogenesis** .

أن أول دليل تجريبي لمفهوم الساييتوكاينينات ذكر عام 1913 وهو وجود مادة تنتشر في اللحاء تحفز الانقسام الخلوي والخلايا البرنكمية في أنسجة البطاطا المجروحة حيث تعمل على التنام الجروح وأحداث النشاط المرستيمي. وفي عامي 1940 و 1951 ذكر بان هناك مواد في حليب جوز الهند لها القدرة على تحفيز الانقسام والتمايز الخلوي **Differentiation** . أما الاكتشاف الحقيقي فقد تم من قبل العالم **Miller** وجماعته عام 1955 حيث تمكنوا من عزل مادة الكاينين **Kinetin** من **DNA** المعقمة لحيامن سمك الرنكة وفي عام 1965 أطلق العالم **Skoog** وجماعته مصطلح **Cytokinin** للدلالة على وجودها في النبات وتميزها عن الكاينينات **Kinins** في الحيوان . أن الكاينيتين والذي يطلق عليه أسم **Cytokinins** لا يوجد في النباتات الا ان الدراسات الحديثة بينت أمكانية وجوده نتيجة التحولات التي تحصل لجزيئة **DAN** في النبات . ويعد الكاينيتين البنزائل الدينين **Bezyladenine** من أكثر المركبات الساييتوكاينيتية أستعمالاً وخاصة في الزراعة النسيجية.

أما الزياتين **Zeatin** فهو مركب ساييتوكاينيتين طبيعي في النبات أستخلص عام 1963 من بذور الذرة غير الناضجة وهو موجود في أوراق وسيقان الذرة الا أن أعلى تركيز له هو في البذور وهو يتشابهه في خواصه مع الكاينيتين الا انه أكثر نشاطاً وفعالية من الاخير ، يمكن أن يوجد الزياتين بصورة **Zeatin ribonucleoside** او **Zeatin ribonucleotide** كما يوجد بهينة **Phenylurea Cytokinin** . أن جميع الساييتوكاينينات الموجودة طبيعياً هي من مشتقات **Isopentenyl Adnine** . تعمل الساييتوكاينينات على تحفيز وأنتاج الاحماض النوويه نتيجة تحفيز الانزيم الناقل لهذه الاحماض. كما أنها تحفز نشاط وفعالية الجينات المسؤولة عن تكوين الانزيمات خاصة أنزيم **Nitrate Reductase** . أن موقع أنتاج وتصنيع الساييتوكاينينات هو القمم النامية للجذور **Root Tips** ويتحرك من خلال الخشب الى المجموع الخضري ليؤثر في عمليتي الانقسام والاستطالة ، وقد ثبت أحتواء عصارة الخشب على الساييتوكاينينات .



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### البناء الحيوي

أن البناء الحيوي يتم في الانسجة المرستيمية ولا سيما القمم النامية للجذور والتي تعد الموقع الرئيسي لبناء السيبتوكاينينات ، كما تعد الاوراق الفتية والبراعم والسلاميات والبذور والثمار النامية مواقع أخرى لبناء السيبتوكاينينات . أن المسار الحيوي للسيبتوكاينينات مازال غير متكامل وناقص وذلك لانها ليست قواعد حرة ورايبونيوكلوسايد ورايبونيوكلوتايد فقط وانما كجزء من الحامض النووي الناقل T-RNA . لقد اقترحت الدراسات أن بناء السيبتوكاينينات يأخذ مسارين ، الاول ينتج عن تحطم tRNA والثاني ينتج عن عملية ال Isopentenylation للادنين نيوكلوتايد Adenine nucleotide . وقد أظهرت هذه الدراسة ان كلا المركبين DMAPP (Dimethylallyldiphosphate) ، AMP (Adeninemonophosphate) يعدان مادة التفاعل للبناء الحيوي للسيبتوكاينين IPR (Isopentenyl Ribose) ip (Isoperene) . وتتضمن الخطوة الاولى للمسار المقترح نقل السلسلة الجانبية لمركب Isopentenyl الى مركب DMAPP ثم الى جزء من مركب ADP او ATP والانزيم المسؤول عن ذلك هو ITP (Isopentenyl transferase) وهو موجود في النبات والبكتريا علماً بأن الجين T-DNA يدخل في البناء الحيوي للسيبتوكاينين ويعرف ب iptgene وهذا أستخلص من البكتريا وهو لايشابه ipt gene الموجود في النبات لانهما يختلفان في مادة التفاعل فالانزيم النباتي يستعمل كلا من ADP (Adenosine Diphosphate) و ATP (Adenosine Triphosphate) والتي ترتبط بالمركب DMAPP . اما انزيم البكتريا فيستعمل AMP الذي يرتبط بالمركب HMBDP وأن نواتج هذه التفاعلات تتحول الى الزيياتين ، ZMP في البكتريا و ZTP/ZDP في النبات بواسطة أنزيم CYP735A

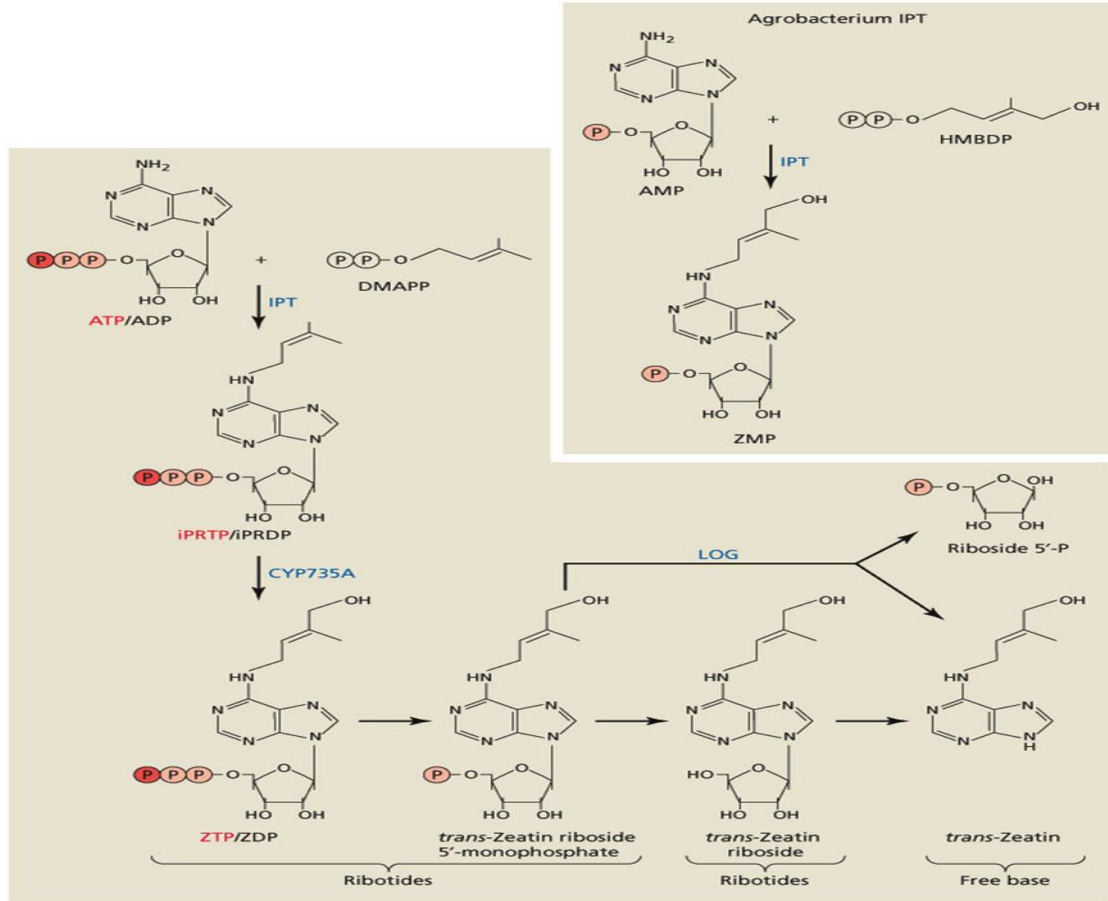




المادة: مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة: أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي: 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية



مسار السايوتوكاينينات في النبات والبكتريا

### انتقال السايوتوكاينينات

أن انتقال السايوتوكاينينات كبناءها الحيوي غير معروف بشكل دقيق، عموماً أن حركتها بطيئة جداً وقد لا تنتقل بالقياس مع GA5 والاكسين فمثلاً عندما درس انتقال الـ Benzyladenine باستخدام BA المشع من خلال إضافته على الورقة أو أي جزء منها لوحظ عدم وجود أي صورة من الانتقال. وأن عمله تركز على سحب المغذيات نحو الجزء المضاف إليه أي أصبح هذا الجزء مصدر جذب Sink للمغذيات من الأوراق الأخرى.

السايوتوكاينينات يتم تصنيعها في الجذور خاصة خلال مرحلة البادرة وتنتقل إلى الأجزاء العلوية من النبات فيها إلى الأعلى (Acropetally) من خلال أنسجة الخشب. وتعد الجذور والبذور والثمار





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

النامية مصباً ومجمعاً Sink لتراكم السيتوكاينينات ولايعرف لحد الان هل أنها تنتقل الى أماكن المصب أم أنها تصنيع في هذه المصببات ، لقد أثبتت الدراسات الحديثة أن حركة وانتقال السيتوكاينينات تتم عن طريق الخشب من الموقع الرئيسي للتصنيع وفي القمم النامية للجذور ولتأكيد ذلك عند قطع الساق قرب التربة فان عصير الخشب يستمر بالتدفق ويكون حاوياً على السيتوكاينين المصنع في الجذر. كما بينت الدراسات أن الجذر ليس هو الموقع الوحيد لتصنيع السيتوكاينين وذلك من خلال وجود IPTgene وهو المسؤول عن بناء السيتوكاينين في أنسجة أخرى منها القمة النامية للجذر، اللحاء، النورات الزهرية، طبقة الانفصال. لذا فهو يشترك مع الاوكسين الذي ينتقل قطبياً نحو الاسفل Basi pettaly بظاهرة تدعى النمو المتلازم أو المترابط فعملية انتقال السيتوكاينين نحو القمة تتم من خلال البراعم والعقد الزهري Buds and Node وبذلك فهو يتعكس أو يتضاد مع انتقال الاوكسين نحو الاسفل لذا ففي الوقت الذي يثبط فيه الاوكسين نمو البراعم الابضية Axillary buds أو البراعم العرضية Adventitious buds أثناء حركته الى الاسفل ، فان السيتوكاينين يحفز هذه البراعم على النمو من خلال انتقاله الى الاعلى . وأن هذا التضاد له تطبيقات زراعية مهمة إذ يمكن إزالة تثبيط نمو البراعم الجانبية وذلك بقطع القمة النامية ويمكن ان يستمر التثبيط اذا ما أضيف الاوكسين الى القمم النامية . بينما يعمل السيتوكاينين على إزالة التثبيط وتحفيز نمو البراعم الجانبية . وقد فسرت هذه الحالة بان الاوكسين المضاف الى القمة المقطوعة يمنع مرور الماء والغذاء من المرور خلال الحزم الوعائية التي تربط البراعم الجانبية بالساق مما يعمل على تثبيط نموها . بينما يعمل السيتوكاينين عكس ذلك.

### ميكانيكية عمل السيتوكاينينات

السيتوكاينينات من مشتقات الادينين الناتجة عن البيورين وان الفعاليه الحيوية العالية لها تعود الى المجاميع المتصلة بالنتروجين رقم 6 من حلقة الادينين كما ان وجود السيتوكاينين في الحامض النووي الناقل t-RNA أدى الى الاعتقاد بان الاخير هو الوسيط المباشر لمشتقات السيتوكاينينات الحرة Free CKs او tran CKs لان كلا الاثنين يتفرعان من نفس حلقة البورين . أن الارتباط بين السيتوكاينين والبروتين الرايبوسومي جعل الباحثين يقترحون ان له دور في بناء البروتينات



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

ولكون السايوتوكانين يكتسب فعالية عالية من ال t-RNA لذا فهو يعمل كمادة أحتياطية للمحافظة على المركب Isopentyladenine (والحاوي على أنواع من t-RNA) من الهدم .

1// الانقسام الخلوي : تؤدي السايوتوكانينات دوراً تحفيزياً لعمليات أنقسام الانسجة المرستيمية (القمم النامية ، الأفرع ، الثمار) كما أنه يحفز الانقسام في الزراعة النسيجية بوجود الاوكسين . أن خطوات الانقسام تتضمن تكوين DNA و RNA وبروتينات وانزيمات ثم حدوث الانقسام غير المباشر Mitosis ثم أنقسام الخلية . عموماً أن الانقسام سواء كان في الزراعة النسيجية أو في الانسجة المرستيمية للنبات يعتمد على النسبة بين الاوكسين والسايوتوكانين فالانقسام يكون أفضل عندما تكون نسبة الاوكسين الى السايوتوكانين في الانسجة النباتية قليلة أي الاوكسين قليل والسايوتوكانين أعلى إذ يعمل ذلك على تحفيز تكوين البراعم . وعند حدوث العكس يحدث تحفيز لتكوين الجذور ، أما عندما تكون النسبة متوازية يتحفز تكوين الكالس Callus.

2// الازهار : لوحظ أن السايوتوكانين يحفز تكوين الازهار في نباتات النهار الطويل والنباتات المتساقطة الاوراق التي تحتاج ساعات برودة كي تتكشف براعمها وتنمو حيث أنه يعمل على تقصير مدة الراحة في البراعم . كما وجد أنها تحول بعض الازهار الذكورية الى الانثوية كما هو الحال مع الاوكسين .

3// تكوين الكلوروبلاست: بينت الدراسات أن السايوتوكانين يؤدي الى تراكم الكلوروفيل وتحفيز اللون الشاحب Etioplast الى اللون الاخضر Chloroplast . ففي الزراعه النسيجية عند غياب الضوء وعدم إضافة السايوتوكانين تكون البلاستيدة بيضاء أو شاحبة اللون وعند اضافة السايوتوكانين في الظلام تتكون الصفائح الحشوية دون تكوين الكلوروفيل والبلاستيدات ولكن بوجود الضوء والسايوتوكانين يتحفز تكوين البلاستيدة والصفائح الحشوية والكلوروفيل ، وهذا يؤكد على أهمية وجود السايوتوكانين لتكوين الكلوروبلاست أثناء نمو وتطور الاوراق . كما انه تعمل على إطالة عمر الورقة والازهار وتأخير الشيخوخة (مهم لمحاصيل الخضر الورقية ، أزهار القطف) .

4// السيادة القمية ونمو البراعم الجانبية : تعد السيادة القمية ظاهرة ناتجة عن التضاد بين الاوكسين والسايوتوكانين . إذ يعمل السايوتوكانين على تحفيز نمو البراعم الجانبية من خلال أنتقاله من أنسجة الخشب المجاورة للانسجة الوعائية للبراعم مما يسهل مرور الماء والغذاء الى هذه البراعم .



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

5//فتح وغلق الثغور : أن تأثير السيتوكانين في فتح وغلق الثغور يختلف باختلاف نوع النبات ونوع السيتوكانين المستعمل . فقد وجد ان تحفيز فتح ثغور البشرة يحتاج الى تراكيز منخفضة جداً تقدر بالميكرومول ، اذ ان الثغور تستجيب لتراكيز اقل من 10 نانومول ( 10 nm ) علماً ان عصير الخشب يحتوي على 1-50 nm من السيتوكانين . لوحظ ان ثغور بعض النباتات لا تفتح عند اضافة السيتوكانين وسبب ذلك هو احتواء هذه النباتات على تركيز كافي من السيتوكانين الطبيعي ( الداخلي) لفتح الثغور .ومما يؤكد ذلك هو تفاوت الاستجابة بين الاوراق الفتية والاوراق المسنة لاضافة السيتوكانين حيث وجد أن المسنة يحدث فيها غلق للثغور بشكل اكبر من الفتية بسبب كون المسنة قليلة من محتواها من السيتوكانين مع زيادة حامض الابسيسيك ABA بعكس الفتية . ان تحفيز فتح الثغور بفعل السيتوكانين يكون بالتضاد مع هرمون ABA الذي يحفز غلق الثغور كما ان الاجهادات المائية water stress تزيد من غلق الثغور بسبب زيادة تركيز الABA .

### الجبرلينات (GAs) Gibberellins

الجبرلينات: هي المجموعة الثانية المكتشفة بعد الاوكسينات وتعرف بانها مجموعة من المركبات العضوية التي لها هيكل كاربوني يدعى Gibban Ring او Gibbane Carbon Skelton. وهي ذات تاثير حامضي كونها حوامض تربينية ثنائية ذات حلقات رباعية . الجبرلينات لها فاعلية بايولوجية في تخفيف الانقسام الخلوي او الاستطالة او كلاهما فضلاً عن التغلب على التقزم الوراثي وعملية الازهار وتكوين الثمار العذرية Parthenocarpic وازالة السكون Dormancy في البذور والبراعم .

أكتشفت الجبرلينات من خلال اصابة نباتات الرز بمرض يجعلها نباتات طويلة وشاحبة، اوراقه طويلة ضيقة ،الجذور صغيرة وعند اشتداد الاصابة تموت النباتات وقد اطلق عليه مرض Bakanae . وقد عرف ان سبب المرض هو الاصابة بفطر *Fusarium moniliforme* وهو الطور اللاجنسي للفطر *Gibberella fujikuroi* . وقد تبين أن الفطر الاول يفرز مادة في النباتات المصابة وهذه المادة تم استخلاصها من رواشح الفطر واطلق عليها اسم حامض الجبريليك Gibberellic Acid . توجد الجبرلينات في مغطاة البذور وعارية الذور ،الطحالب ،الفطريات ،البكتريا وهناك مواد مشابهه لفعالية الجبرلينات مثل الحامض المستخلص من الفاصوليا Phaseolic Acid . أن الجبرلينات تتداخل مع منظمات نمو اخرى وتحدث



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

التأثير فمثلاً عند رش بادرات النباتات بالجبرلين تحدث استتالة وعند ازالة القمة النامية فلا تحدث الاستتالة وقد فسر ذلك على اساس أن الجبرلين يثبط أنزيم IAA- oxidase المسؤول عن تثبيط الاوكسين الطبيعي فيزداد بناء الاوكسين وتحدث الاستتالة كما يمكن أن يحل الاوكسين محل الجبرلين أو بالعكس في عدد من النباتات فعند اضافة الجبرلين الى مبيض أزهار الطماطة غير الملقحة يتحرر الاوكسين ويحدث العقد العذري . ومع ذلك فهناك الكثير من الحقائق التي تنفي هذا التداخل أو الاحلال فمثلاً معاملة النباتات القزمية مثل الذرة القزمية بالجبرلين أدت الى زيادة في استتالتهابنما اضافة الاوكسين لم ينتج عنها أي تحفيز للاستتالة . كما أن الاوكسين يحفز نمو الجذور العرضية بينما يعمل الجبرلين على تثبيطها . كذلك فان المعاملة بالاوكسين تزيد نسبة الازهار الانثوية بينما المعاملة بالجبرلين تزيد الازهار الذكرية كما هو الحال في النباتات القرعية.

### هناك نوعين من الجبرلينات

الاول // يشمل الجبرلينات التي تحتوي على 20 ذره كربون .

الثاني // هي الجبرلينات التي تحتوي على 19 ذرة كربون .

ويعد حامض الجبرليك  $GA_3$  أول الجبرلينات المستخلصه من الفطر بينما الجبرلين  $GA_1$  هو أول الجبرلينات المكتشفة في النبات (بذور الفاصوليا غير الناضجة ) ويعد من أهم الجبرلينات المسؤولة عن الاستتالة في السيقان .

أن مستوى الجبرلين في النبات منخفض حيث وجد أن كل 100 برعم من بادرات زهرة الشمس تحتوي على 1 0.00 مايكروغرام من الجبرلين . هناك 136 نوع من الجبرلينات تنتج طبيعياً في النبات تتشابه في التركيب الكيميائي لكن قليل منها له تأثيرات فسلجية حقيقية

أن الاختلاف في الصيغ التركيبية للجبرلينات يعود لسببين هما :

1// الاختلاف في عدد وموقع مجموعة الكربوكسيل ( $COOH$  - ) وبناءً على ذلك تقسم الى جبرلينات تحوي ( 19 ) ذرة كربون ومجموعة واحدة من الكربوكسيل موجودة دائماً في



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الموقع ( 7 ) وجبرلينات تمتلك ( 20 ) ذرة كاربون وتحوي على مجموعة أو أكثر من الكاربوكسيل موجودة في الموقع (4 و 7 و 10) في الصبغة التركيبية.

//2 الاختلاف في عدد موقع مجموعة الهيدروكسيد (-CHO).

لتسهيل دراسة الجبرلينات وعدم الخلط بينها أعطيت رموز من (1- 136) علماً بأن جميعها تذوب بالماء، لونها أبيض، بلورية الشكل وصلبة القوام تؤثر في النمو والتطور والنضج وعدد من العمليات الفسلجية تحت نظام أنزيمي خاص .

### مواقع البناء الحيوي للجبرلينات

تعد القمم النامية للسيقان والافرع والجذور، والاجنة المتطورة هي المواقع الاساسية للبناء الحيوي للجبرلينات فضلاً عن الاوراق الفتية والبراعم. أن أعلى مستوى للجبرلين في الاوراق يكون في مرحلة الانقسام الخلوي كذلك الحال بالنسبة للجذور أما في البذور فيوجد أعلى مستوى عندما تصل البذور غير الناضجة الى نصف وزنها الطري وتعد السويداء هي المصدر الرئيسي للجبرلينات في البذور. لقد وجد أن كمية الجبرلينات في القمة النامية للجذر (4 ملم) تصل الى عشرة أضعاف كميتها في الاجزاء التي تلي القمة .

أن جميع الانسجة النامية والتي هي في مرحلة التمايز Differentiation تعد

مواقع اساسية لبناء وأنتاج الجبرلينات وذلك لاحتوائها على الانزيمات التي تحول ال

Mevalonic Acid الى الجبرلينات .

توجد الجبرلينات الطبيعية في النباتات بثلاثة اشكال أثنان منها مُعرفة كيميائياً اما الثالثة فما زالت ذات هيئة نظرية. والاشكال الثلاثة هي:

الجبرلينات الحرة Free GAs، الجبرلينات المقترنة Conjugated GAs، الجبرلينات الذائبة بالماء او المقيدة Bound GAs. وتوجد الجبرلينات الحرة بشكل C-20 او C-19





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

او على هيئة أحادية او ثنائية او ثلاثية الاحماض الكربوكسيلية . اما الجبرلينات المقترنة فهي كلوكوسايدات او استرات كلوكسيل وغيرها من الاشكال المقترنة بالجبرلين ، وهي مشابهة للحررة وتتحوّل الى جبرلينات حررة عند تحللها انزيمياً او حامضياً. لقد وجد ان البذور النامية وغير الناضجة تحتوي على جبرلينات فعالة ونشطة وتكون حامضية التركيب اما البذور الناضجة فانها تحتوي على جبرلينات مرتبطة وغير نشطة حيويًا وتكون متعادلة التركيب الكيميائي. وعند انبات هذه البذور تتحوّل الجبرلينات المرتبطة والتي تكون على شكل جبرلينات كلوكوسايدات الى مركبات سكرية وجبرلينات حررة نشطة حيويًا . تتركز الجبرلينات الحررة النشطة في القمم الطرفية والاوراق الحديثة وقد وجد ان العصارة الخشبية لبعض الاشجار تحتوي على جبرلينات كلوكوسايدية غير نشطة لانها ذائبة في عصارة الخشب مثل GA8-glycosides و GA3-glycosides. اما الجبرلينات المقيدة او الذائبة بالماء وهي مشابهة للجبرلينات الموجودة في البذور والثمار لانها اكثر قطبية وتستخلص بشكل سريع بواسطة الماء او المحاليل المائية المتوازنة الهيدروجين مقارنة بالمذيبات الاخرى مثل الكحول المثيلي الذي يستعمل في استخلاص الجبرلينات الحررة . وهذا النوع من الجبرلينات يختلف عن الحررة في تركيبها الكيميائي وتكمن اهميتها بانها تعد مدخرات او مخازن للجبرلينات فضلاً عن كونها ناقلة للجبرلين الى مناطق النمو وهناك كثير من الدلائل على التحولات الايضية والتكوين العكسي بين الحررة والمرتبطة والمقيدة .

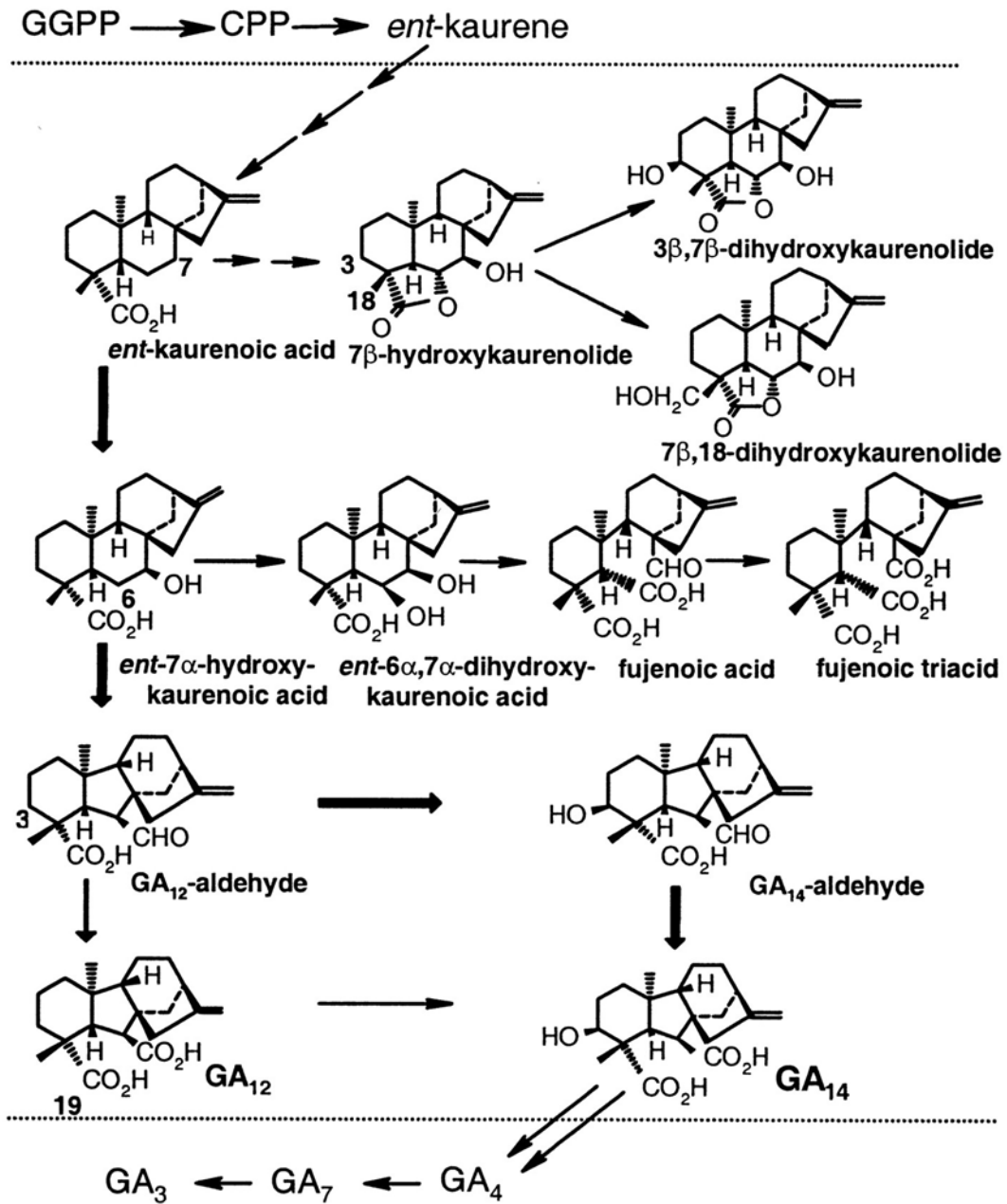




المادة: مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة: أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي: 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

### المحاضرات النظرية

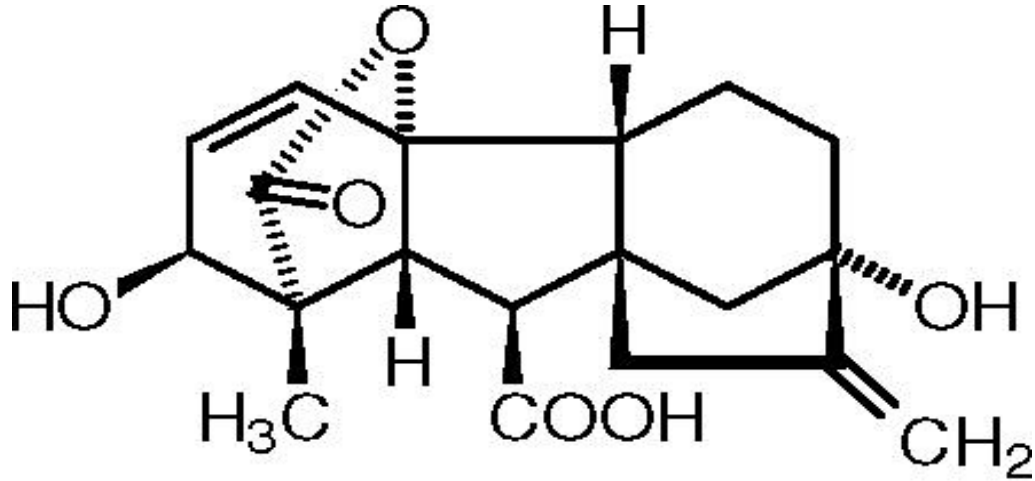




المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية



gibberellic acid

### البناء الحيوي للجبرلينات

يتم البناء الحيوي للجبرلينات من المركب Acetyl- CoA حيث يدخل هذا المركب في سلسلة من التفاعلات وتبدأ باتحاد ثلاث وحدات منه لتكون جزيء واحد من حامض Mevalonic Acid الذي يتحول بدوره الى مركب Isopentenyl Pyrophosphate (IPP) (علماء ان مسار ال(IPP) يتم خلاله بناء عديد من الهرمونات مثل حامض الابسيسيك ABA والسيتوكانينات والبراسينوترويد). ثم تتكثف وحدات من IPP لتكون جزيء واحد من مركب Geranyl geranyl pyrophosphate (GGPP) الذي يحتوي على 20 ذرة كربون ويعد هذا المركب هو الماتح لذرات الكربون لجميع الجبرلينات والذي يتحول الى (CPP).

أن المركب Copalyl pyrophosphate (CPP) يتحول الى المركب الوسطي Kaurene الذي يتم من خلاله بناء الجبرلينات المختلفة عن طريق الاكسدة الحيوية حيث تتكون عدد من المركبات الوسطية منها حامض الكورينويك Kaurenic Acid الذي يتحول



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الى الديهايد حامض الجبرليك 12 والذي ينتج عنه حامض الجبرليك GA4 والجبرلينات الاخرى.

ويمكن تقسيم المسار الحيوي للجبرلينات الى ثلاثة مراحل كل منها يحصل في جزء خلوي يختلف عن الاخرى .

### المرحلة الاولى

وتحدث في البلاستيدات حيث تتراكم 4 وحدات من مركب IPP لتكوين مركب مكون من 20 ذرة كاربون C-20 وهو GGPP والذي يتحول الى مركب رباعي الحلقات يدعى ent-Kaurne .

### المرحلة الثانية

تحدث في غلاف البلاستيدة وفي الشبكة البلازمية الداخلية حيث يتحول مركب ent- Kaurne بصورة تدريجية الى الشكل الاولي للجبرلينات وهو GA12 ويعد هذا المسار هو السائد في جميع النباتات لحد الان .

### المرحلة الثالثة

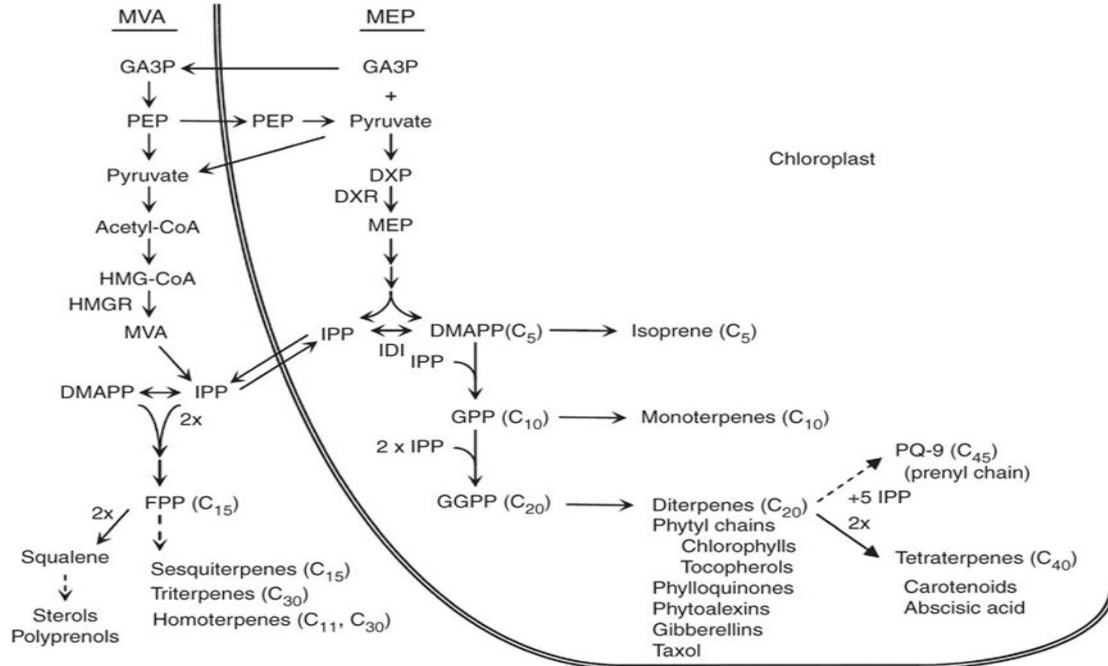
تحدث في الساييتوسول Cytosol أذ يتحول GA12 و GA53 من خلال مساران متوازيان الى جبرلينات أخرى تحتوي على العدد الكامل من الهيكل الكربوني للجبرلين C20-GAs وخلال السلسلة من عمليات الاكسدة ينتج منها فقدان الكربون في C-20 وبذلك تكون الجبرلينات C19-GAs وبمسار Non -13-Hydrolytion يتكون GA9 الذي يتأكسد ليكون الجبرلين الفعال حيويًا مثل GA4 .



المادة: مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة: أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي: 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية



البناء الحيوي للجبرلينات ومسارات بناء السايوتوكاينينات والبراسينوستيرويدات وحامض  
الإبيسيسيك

### مثبطات البناء الحيوي للجبرلينات:

توجد بعض المركبات الصناعية تعيق النمو والتطور والتي تعمل بالتضاد مع الجبرلينات لذا يطلق عليها مضادات الجبرلينات Anti-Gibberellins حيث تعمل على تقصير الساق والنمو وتقرم النبات من خلال تثبيط البناء الحيوي للجبرلينات. فالمركبات Amo-1618, Phosphon-D يثبطان تحول المركب GGPP الى المركب CPP. علماً أن المركب Amo 1618 يعد من أقوى المعوقات للجبرلين. أما ال Ancymidol و Cycocel فهي تثبيط تحول المركب Kaurene الى المركب Kaurenol ويعد السيكوسيل من أقل المعوقات تخصصاً في تثبيط البناء الحيوي للجبرلينات. أما معوق النمو Paclubatrazol (PP333) فهو يثبط تحول Kaurenol الى المركب Kaurenol. أن الاستطالة الناتجة عن رش



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الجبرلينات الصناعية لا تتأثر عند الرش بمعوقات النمو لان الاخيرة تثبط بناء الجبرلينات الطبيعية وليس الصناعية المضافة خارجياً .

### انتقال الجبرلينات

ان الدراسات التي أجريت على الجبرلين المضاف خارجياً بينت أنه لا يتشابه مع الاوكسين في الانتقال اذ ان أنتقاله في الغالب غير قطبي **Nonpolar Transport** على الرغم من ان بعض الباحثين لاحظوا الانتقال القطبي للجبرلين في بعض الحالات .

ينتقل الجبرلين غالباً خلال اللحاء تبعاً لنظام الجريان الكتلي **Mass Patern** وبذلك يشابه أنتقال الكاربوهيدرات وخاصة السكريات والمواد العضوية الذائبة . وهو يتحرك بسرعة 5 سم ساعة<sup>-1</sup> كما هو الحال مع الكاربوهيدرات . من الدلائل التي تؤكد أنتقاله عبر اللحاء هي وجوده في نسغ الاتيوب المنخلي . كما وجد أن الجبرلينات تنتقل عبر الخشب نتيجة للحركة الجانبية بين نسغي الخشب واللحاء أي أن الجبرلين قد يتحرك وينتقل من الاوعية الخشبية الى الاوعية اللحاءية والعكس صحيح ويتم ذلك من خلال الخلايا الشعاعية . وقد أكدت الابحاث أنتقال الجبرلين في كل من اللحاء والخشب حيث لوحظ حدوث تبادل للجبرلين بين أنسجة الخشب واللحاء لذا يمكن القول أنه ينتقل في جميع النظام الوعائي سلباً مع أنسياب المواد الايضية والعضوية والاملاح.

أن حركة الجبرلين تتأثر بدرجة الحرارة فتزداد سرعتها في الربيع بينما تقل السرعة في الشتاء بسبب انخفاض درجة الحرارة وهذا واضح جداً في عصارة الاشجار المتساقطة الاوراق وخاصة العنب . بينما تسلك المثبطات مثل **ABA** سلوكاً معاكساً . كما أن تهوية التربة تؤثر في أفراس الجبرلينات في الجذور وزيادة سرعة حركتها فكلما زادت التهوية زادت الحركة والانتاج والعكس صحيح .





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### آلية عمل الجبرلينات

الجبرلينات لها تأثيرات فسلجية عديدة لذا فان آلية عملها متعددة أيضاً فهي تحفز أستطالة الخلايا الأأن التأثير غير مباشر أذ تعمل الجبرلينات على تحفيز أنتاج الاوكسين أو نتيجة تداخله مع الاوكسين تقل عملية هدمه لانه يقلل فعالية أنزيمات ال Peroxidase و IAA Oxidase التي تعمل على هدم الاوكسين. كما أن الجبرلينات تزيد من أنتاج الفينولات الثنائية Diphenols في النبات والتي تعمل على إيقاف تأثير الانزيمات المؤكسدة للاوكسين داخل النبات. كما وجد أن الاضافة الخارجية ل GA3 أدت الى زيادة معدل أنزيم ال Protease الذي يعمل على تحويل البروتينات الى أحماض أمينية ومنها التربتوفان وهو البادئ الأولي في بناء الاوكسين الطبيعي.

أن أغلب الباحثين يتفقون على أن الجبرلينات تحفز الانقسام الخلوي في القمة النامية Shoot Apex أو المرستيم تحت القمي وأن الجبرلين يكون فاعلاً ومؤثراً في تحفيز الطور التمهيدي للانقسام الخلوي ، حيث وجد ان المثبطات التي تمنع الانقسام الخلوي يمكن التغلب عليها بالمعاملة بالجبرلين. وعلى الرغم من ذلك لايفضل أستعمال الجبرلين في الزراعة النسيجية بسبب عدم قدرته على تحفيز الانقسام الخلوي مما يدل على أن تأثيره غير مباشر في الانقسام الخلوي.

أن تأثير الجبرلينات في تحفيز نمو وتوسع الخلايا قد يعود الى دورها في تحفيز وبناء أنزيم الفا- أميليز x- Amy lase في أندوسبيرم الحبوب كالحنطة والشعير ، أذ يعمل هذا الانزيم على تحويل النشا الى سكر مختزل يزيد الضغط الازموزي في الخلية كما يعمل الجبرلين على زيادة معدل بناء الانزيمات المحللة للجدار مثل أنزيم بيتا B-1,2-glucanase الذي يحفز على خفض ضغط الجدار الخلوي مما يؤدي الى دخول الماء ومتطلبات النمو الى الخلية مسبباً أستطالتها . كما يعتقد أن الجبرلينات تنشط بعض الجينات في كروموسوم الخلية مما يحفز وينشط ال DNA وتكوين mRNA ومن ثم تكوين بعض الانزيمات مثل x- Amylass و Ribonuclease و Protase وال Phytase وهذه الانزيمات لا تتكون في غياب



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الجبرلين مما يدل على دور هذا الهرمون غير المباشر في المستوى الجيني ،ومما يؤكد ذلك أن هذه الانزيمات يتوقف بنائها وأنتاجها بوجود مثبطات الجبرلينات مثل Actinomycin-D الذي يثبط بناء ال RNA والمثبط Puromycin المانع لانتاج mRNA وبالتالي منع تكوين البروتينات.

### التأثيرات الفسلجية للجبرلينات

1// أنقسام وأستطالة الخلايا: تشيرالبحوث الى ان دور الجبرلين في الانقسام الخلوي يعود الى تحفيز الطور التمهيدي للانقسام غير المباشر في الطبقة المرستيمية تحت القمية وتقصير مدة الانقسام الخلوي. أن تأثير الجبرلين في عملية الانقسام الخلوي غير مباشر وهذا ما أكدته دراسات الزراعة النسيجية. أما دوره في الاستطالة فهو يحفز منطقة السلاميات على الاستطالة دون التأثير على عدد العقد أو عدد السلاميات . أن محتوى النباتات القزمية من الجبرلين قليل بالمقارنة مع النباتات الطويلة لذا فان أستجابة الاولى لاضافة الجبرلين تكون أكبر من أستجابة الثانية ،عموماً أن الاستطالة تتطلب وجود الاوكسين مع الجبرلين من خلال التأثير التعاوني بين الاثنين .

2//الازهار Flowering: أن الازهار في النباتات يخضع لتأثير الحرارة المنخفضة والضوء و التداخل مع الجبرلينات لذا فان هذه العملية معقدة . فهناك نباتات النهار القصير التي تزهر عند تعرضها ل 12 ساعة ضوء (شتويه) وهناك نباتات تزهر عند 13 ساعة ضوء وتدعى نباتات نهار طويل (صيفية ) وهناك نباتات قليلة التأثر بالضوء تسمى بالمحايدة . لوحظ أن الجبرلينات يمكن ان تحفز تزهير نباتات النهار الطويلة المعرضة لظروف النهار القصير ، بينما لم تؤثر عند اضافتها لنباتات النهار القصير.

أن بعض النباتات تحتاج الى درجات حرارة منخفضة بعد أكمال نموها الخضري كي تزهر . وقد وجد أن معاملة بعض النباتات النامية تحت حرارة أعلى من متطلباتها بالجبرلين حفزها على



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الازهار مثل اللهانة، والجزر، والبنجر كتعويض للبرودة . أي أنه يحل محل البرودة أو الارتباع Vernalization لبعض النباتات ذات الحولين .

3// تحفيز أنبات البذور ونمو البراعم : بعض البذور لا تنبت حتى اذا توافرت لها ظروف الانبات كونها في طور السكون أو الراحة Dormancy والذي يكون فيها مستوى حامض الابسيسيك ABA عاليا. وقد وجد أن معاملة البذور بالجبرلين يحفز البذور الساكنة على الانبات دون الحاجة الى تعريضها لدرجة الحرارة منخفضة أو عملية التنضيد Stratification وأن الانبات يخضع لتأثير كل من GA3 و ABA فكلما ازدادت نسبة GA3 تحفزت البذور للانبات والعكس صحيح .

أن براعم الفاكهة المتساقطة تدخل طور راحة Rest Period في الخريف والشتاء بسبب انخفاض درجات الحرارة وقصر الفترة الضوئية وزيادة ABA فضلا عن كونها صفة وراثية . وقد لوحظ ان تركيز الجبرلين يزداد الى عدة اضعاف عند انتهاء السكون بالمقارنة مع مستواه في طور السكون كما هو في درنات البطاطا والابصال والكورمات . ان تحفيز النمو بفعل الجبرلين يؤثر في المستوى الجيني اذ يحفز بناء RNA وبروتينات لكسر السكون.

4// تكوين الانزيمات خلال الانبات : بذور العائلة النجيلية (الحنطة والشعير وغيرها ) تحتوي على الجنين والاندوسبيرم . ويتكون الاندوسبيروم من كتلة من الخلايا الخازنة للنشا ومحاط بطبقة من الخلايا تسمى طبقة الاليرون Aleurone وهي طبقة صلبة غنية بالبروتينات وظيفتها امداد الجنين أثناء الانبات بالانزيمات المحللة للغذاء المعقد الموجود في الاندوسبيرم وأهم هذه الانزيمات B-1,3-glucanase و Phytase و Ribonuclease Protase و x-amylase و B-amylase . حيث أن معاملة الحبوب بالجبرلين تحفز أنزيم x-amylase أن مصدر الجبرلين الطبيعي هو الجنين ومصدر الانزيم هو طبقة الايرون . فعند تشرب البذور بالماء وتوفر ظروف الانبات يتحفز الجنين والانزيمات ويتحرر الجبرلين المرتبط الى جبرلين حر ينتقل الى طبقة الاليرون وتحفز الجينات المسؤولة عن بناء وتكوين أنزيمات التحلل وتحطيم الغذاء المعقد (نشا وبروتين) وتحويله الى سكريات ذائبة وأحماض أمينية ونوية RNA وينتج عن ذلك تكشف أعضاء الجنين أي الرويشة والجذير ثم النمو .



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

5// عقد ونمو الثمار : وجد أن معاملة بعض أشجار الفاكهة بالجبرلينات شجع عقد الثمار ونموها وتطورها بينما تأثر الجبرلينات الطبيعية حول هذه الصفة لازالت غير دقيقة. لوحظ ان رش GA3 سبب زيادة في عقد ثمار التفاح ،العنب والنواة الحجرية والحمضيات مع زيادة حجم الثمار وكمية الحاصل مع التبكير في النضج . أما رش الجبرلين متأخراً اي بعد العقد بفترة فانه أدى الى تأخير النضج والتلون ، كما لوحظ أن GA3 المضاف حفز على العقد العذري في بعض أنواع الفاكهة كالتفاح ،العنب، النواة الحجرية ،النخيل ،والحمضيات وهذا يعتمد على موعد المعاملة والتركيز ،اذ يعتقد ان المعاملة قبل حدوث الاخصاب يمكن تكون ثمار عذرية أذ يكون الجبرلين بديلاً عن عملية الاخصاب . كما وجد أن معاملة الاصناف العذرية بالجبرلين بعد العقد سبب زيادة في حجم الثمار والحاصل كونه عوض عن البذور التي تعد المصدر الاساس للجبرلين بالثمرة.

6// تحديد الجنس : ان تحديد الجنس ينظم وراثياً ويتأثر بالحرارة والضوء والغذاء وهذه العوامل تتداخل مع الجبرلين . علماً ان تأثير الجبرلين يختلف حسب نوع النبات ففي الذرة مثلاً يعمل الجبرلين على منع الاسدية من النمو والتطور مما يساعد في تحفيز أعضاء التائيث(المدقة ) على النمو . اما النبات التي تحمل الازهار الذكورية والازهار الانثوية مثل الخيار فالجبرلين حفز بتكوين الازهار الذكورية على حساب الانثوية.

## حامض الابسيسيك Abscisic Acid (ABA)

تم استخلاص بعض المركبات المثبطة للنمو ومنها ال Dormin من اوراق شجرة الجميز في موسم الخريف وبعد تحديد الصفات الطبيعية والكيميائية لهذا المركب وجد انها مطابقة لمادة اخرى تحفز الانفصال وتساقط اوراق وثمار القطن اطلق عليها Abscission لذا تمت تسميتها بمركب واحد هو حامض الابسيسيك وذلك لاشتراكها في التركيب الكيميائي والتاثير الفسلجي على الرغم من اختلاف مصدرهما النباتي.



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

ان حامض الابسيسك هو هرمون حقيقي يوازي في اهميته الهرمونات الاخرى لدوره المهم في تنظيم النمو من خلال تاثيره الفسلجي في ميكانيكية غلق الثغور وخاصة عند ظروف الاجهاد المناخي لمقاومة الجفاف اذ يطلق عليه مضاد الجفاف **Antistress Hormone** ، ودوره في نضج البذور ، السكون في البذور والبراعم ، تحفيز الشيوخة ، تساقط الاوراق والثمار .

### طبيعة حامض الابسيسك :

الابسيسك هرمون نباتي طبيعي موجود في النباتات الوعائية ، كما ان عدد من الفطريات تنتج **ABA** كمركب ابيضي ثانوي وهو موجود في كافة اعضاء النبات وتكون تراكيزه مرتفعة في الاوراق ، الثمار ، البذور ، الدرناات ، الاجنة لذا فهو موجود تقريبا في جميع الخلايا الحاوية على الكلوروبلاست او الاميلوبلاست **Amyloplast** ويتراوح تركيزه بين 0.03 – 4.0 ملغم – كغم<sup>-1</sup> وزن طري من النسيج النباتي وهذا يختلف باختلاف النبات ، ففي النباتات المائية 3-5 مايكروغرام كغم<sup>-1</sup> وزن طري وفي اوراق نباتات المناطق المعتدلة 50-500 مايكروغرام. كغم<sup>-1</sup> وزن طري بينما يصل تركيزه في ثمار الافوكادو الى 10 ملغم.كغم<sup>-1</sup> وزن طري . علماً ان تركيزه يزداد عند تعرض الجزء النباتي او النبات للاجهاد المائي او الجفاف او الشيوخة.

يعد **ABA** من مركبات **Sesquiterpenes** اي التربينات التي تحتوي على 15 ذرة كاربون علماً ان التربينات الاحادية **Monoterpenes** تحتوي على 10 ذرات كاربون والثنائية **Diterpenes** على 20 ذرة كاربون كما في الجبرلينات ، والتربينات الثلاثية **Tri** تحتوي على 30 ذرة والرابعة **Tetra** على 40 ذرة كاربون . يتميز حامض **ABA** بحلقة سداسية ومركزاً غير متناظر وستة ذرات من الكاربون الاستبدالي غير المشع . ان المركز غير المتناظر هو المسؤول عن وجود صورتين لحامض **ABA**، الصورة الاولى **Cis – ABA – (R)** وهي الحالة غير الفعالة للهرمون خاصة في عملية غلق وفتح الثغور . والثانية **Sis – ABA – (S)** وهي الصورة الفعالة للهرمون وهي التي يشار اليها بحامض الابسيسك **ABA**.





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### البناء الحيوي

ان عملية تنظيم تركيز الهرمون في الخلية يعتمد على كمية ماينتج منه داخل الخلية وكمية ما يخرج منها وحامض ال ABA هو افضل مثال لذلك فعند تعرض الاوراق للجهد المائي فان مستوى ABA يزداد من 10 – 50 مرة خلال 4-8 ساعات وهذا بسبب زيادة معدل بناءه ولكن عند توفر الماء فانه يعود الى مستواه الطبيعي ايضاً بفترة 4-8 ساعات تقريباً نتيجة خروجه الى اجزاء اخرى من النبات . كذلك فان البذور والبراعم الساكنه تحتوي على مستوى عالٍ من ABA ثم ينخفض عند تعرض البذور لدرجات الحرارة المنخفضة بعملية التنضيد Stratification.

ان البادي او المولد الاولي ل ABA هو Mevalonic Acid الذي يتكون من المرافق الانزيمي Acetyl CoA. اذ يتكون مركب تربيني يحتوي على 15 ذرة كاربون (Sesquiterpene) نتيجة تكوينه من مادة Fornesyl Diphosphate التي تحتوي على ثلاث وحدات من مركب IPP (Isopentenyl diphosphate) علماً ان البادي الاول للساييتوكانين وال ABA والبراسينوسترويد هو IPP المتكون من Mevalonic Acid كذلك الحال مع حامض الجبرليك ايضاً يتكون من البادي Mevalonic Acid لكن المادة التربينية للجبرليينات من نوع Diterpene اي تحتوي على 20 ذرة كاربون.

يتم البناء من خلال مسار Terpenoid Pathway اذ يتحول IPP الى مركب Violaxanthin الحاوي على 40 ذرة كاربون وهو احد صبغات الكاروتين ثم الى مركب Neoxanthin وهو مسار غير مباشر بديلاً عن تحويل مركب C15 –isoprenoids وهو المسار المباشر الذي يحصل نتيجة الاصابة الفطرية .(اما في الذرة المطفرة وراثياً ويطلق عليها Viviparus (VP) تحدث خطوات اخرى لمسار الكاروتينات حيث ينخفض فيها مستوى ABA).

ان مركب Violaxanthin يتحول الى المركب C - 40 وهو Cis-Neoxanthin-9 الذي ينشطر لتكوين مركب C-15 وهو مركب Xanthoxal ويطلق عليه ايضاً Xanthoxin وهذا المركب موجود بشكل طبيعي في النبات كمثبط للنمو ويزداد تكوينه عند تعرض النبات للاضاءة .ثم يتم انشطار هذا المركب بواسطة انزيم NCED وهذا الانزيم ينخفض عند التعرض لحالة الاجهاد



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

### المحاضرات النظرية

المائي . الخطوة الاخيرة في البناء الحيوي هي تحول مركب Xanthoxal من خلال عمليات الاكسدة والانزيمات المتخصصة الى المركب الوسيطى - ABA Aldehyde ثم الى ABA.

ان تحطم ABA يتم بمجموعة من انزيمات الاكسدة ABA-aldehyde Oxidase ( AAOs ) بوجود عامل مساعد مثل المولبدينوم. وهناك مركبات اخرى تنتج من تحلل ABA الا انها مركبات غير فعالة بايولوجيا.





المادة: مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة: أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي: 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

### المحاضرات النظرية

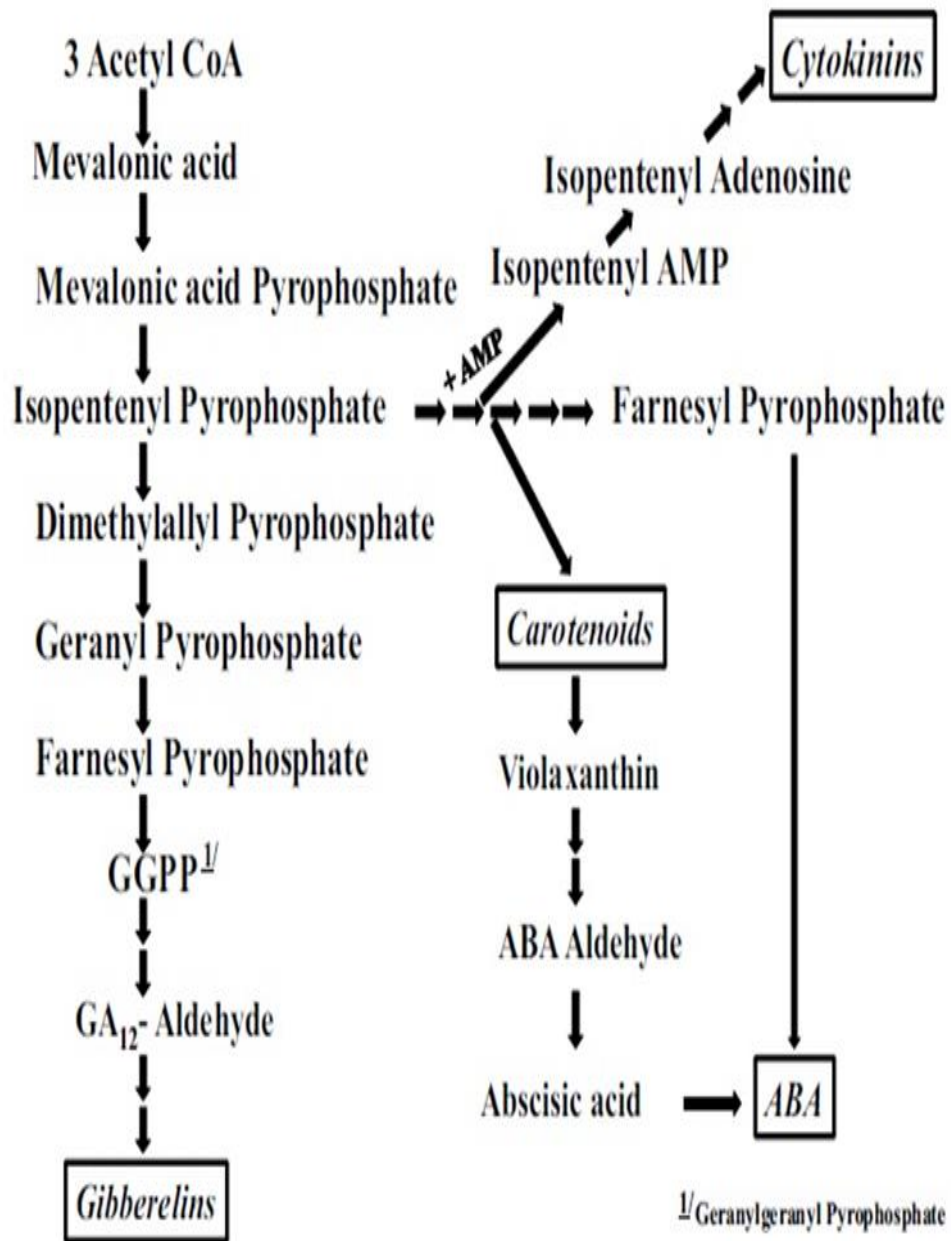


Figure 2 - Mevalonic acid via for the biosynthesis of gibberellins, cytokinins, and abscisic acid.

مخطط يوضح Mevalonic اساس لبناء كلا من Gas و CKs و

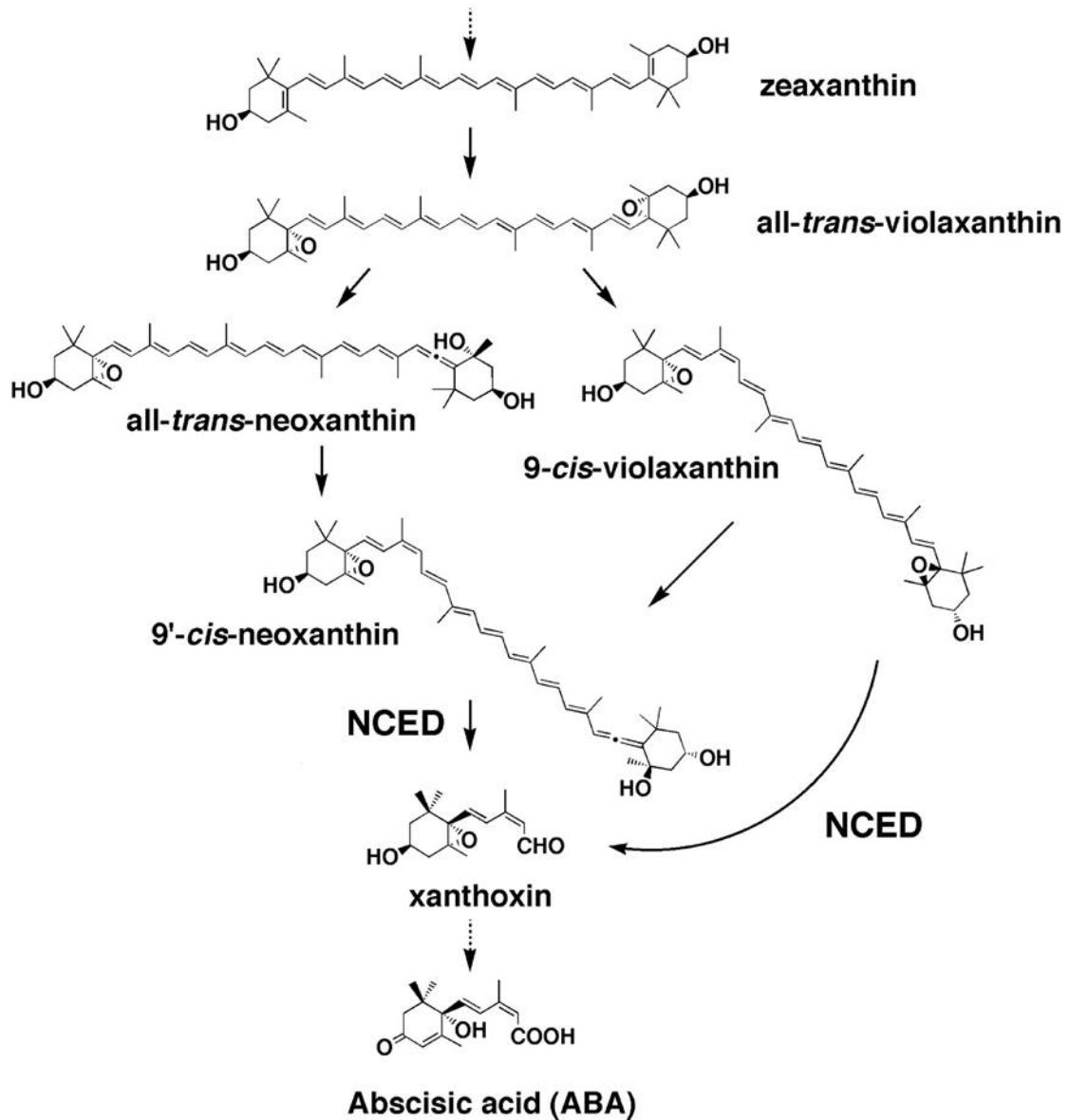
ABA



المادة: مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة: أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي: 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية



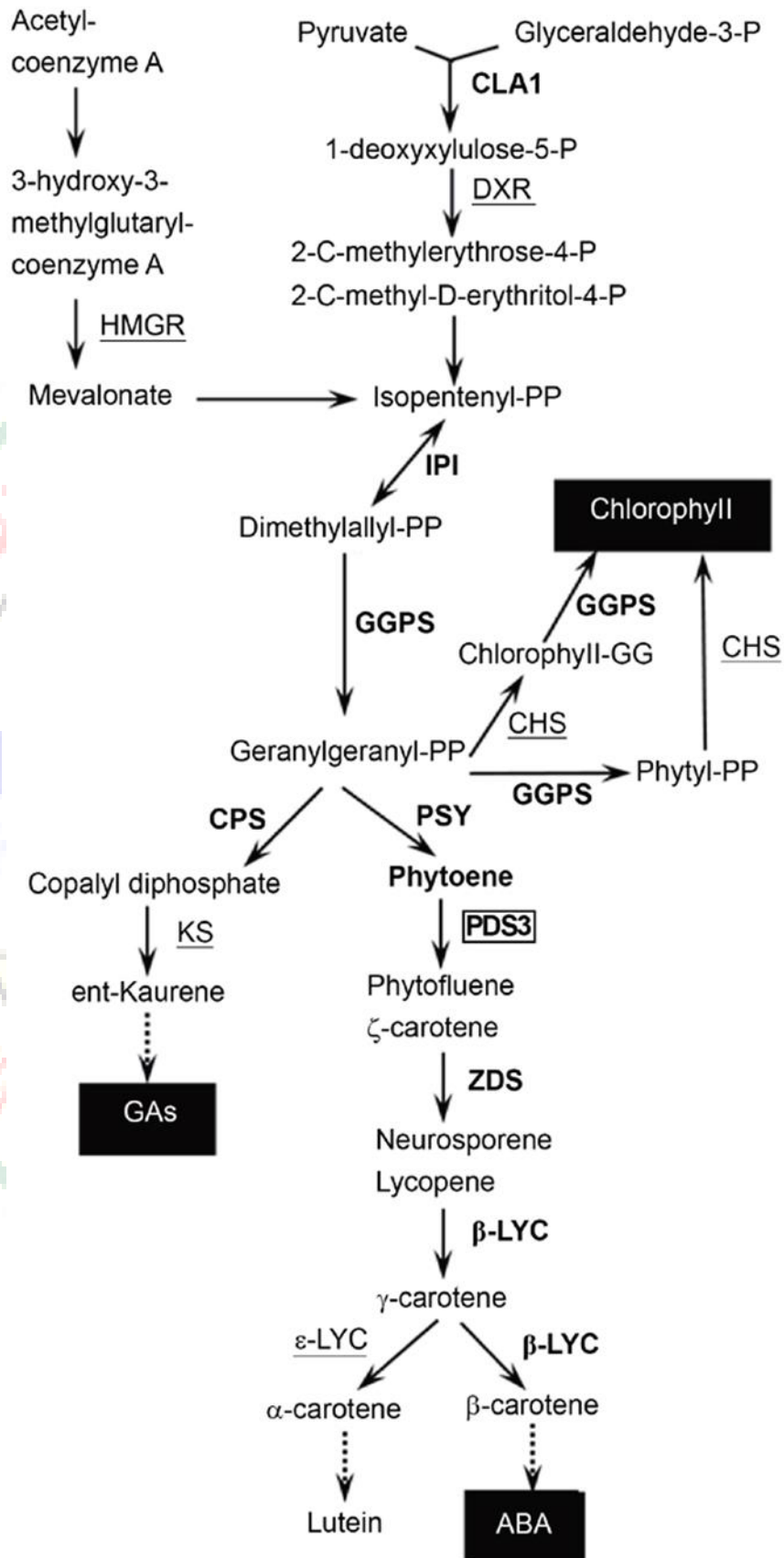
المسار الغير المباشر ل ABA



المادة: مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة: أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي: 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

### المحاضرات النظرية







المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### انتقال الابسيسك

ينتقل ABA في كل من الخشب واللحاء ولكنه يكون اكثر وفرة في عصير اللحاء .

وهو ينتقل الى الاعلى والى الاسفل باتجاه الجذور حيث لوحظ تراكم ABA المشع في الجذور بعد 24 ساعة . كما لوحظ ان اجراء عملية التحليق منعت تراكم ال ABA في الجذور وهذا يوضح الانتقال عن طريق اللحاء من وجهة اخرى فان ABA المصنع في الجذور ينتقل الى الساق والافرع خلال الخشب . ان تركيزه يختلف تبعاً لحالة النبات ففي نباتات زهرة الشمس المروية جيداً كان تركيزه 1-15 نانومول بينما ازداد تركيزه الى 3000 نانومول عند العطش (ان انتقال ABA المرتبط يتم بعد تحرره بعملية التحلل المائي في الاوراق ). كما ان الانتقال يختلف باختلاف النبات ففي نباتات القطن سرعة انتقاله تتراوح 20-30 ملم . ساعة<sup>1</sup> بينما في البزاليا 2-3 ملم. ساعة<sup>1</sup> . عموماً فهو سريع الحركة قياساً بالاكسين الذي تبلغ سرعة انتقاله 2-3 سم . ساعة<sup>1</sup>

عند بدء عملية الاجهاد المائي او قبلها يتم بناء جزء من ABA في الجذر وينتقل عن طريق الخشب مما يؤثر في الحالة المائية للاوراق وتقليل النتج من خلال تحفيز غلق الثغور كما وجد ان تركيز 3 ميكرومول من ABA في الابو بلاست يعد كافياً لغلق الثغور وليس جميع ABA المنتقل الى الخلايا الحارسة فكثير منه يتم ايضه في خلايا الميزوفيل .

ان المضخة الايونية Ion Pump الموجودة في الخلايا الحارسة تتأثر بالكالسيوم  $Ca^{+2}$  فعند تعرض النبات للاجهاد المائي ترتفع مستويات ABA في الخلايا الحارسة مما يحفز خروج  $Ca^{+2}$  من الشبكة الاندوبلازمية حيث يتراكم في السيتوبلازم مما يسبب تثبيط مرور  $k^{+}$  الى السيتوبلازم [  $k^{+}$  in ] مما يجعله يفقد الى خارج [  $K^{+}$  out ] مما يؤدي الى فقدان الايونات من الخلايا الحارسة ومن ثم عدم احتوائها بالماء مما يؤدي الى غلق الثغور .



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### ميكانيكية عمل ABA

ان حامض ABA هو هرمون مثبط للنمو وان تأثيره لم يعرف بشكل دقيق ولكن من خلال هذه التأثيرات يمكن معرفة دوره الفسلجي.

1- التغيير في الاغشية الخلوية واشترائه مع ايونات البوتاسيوم  $K^+$  في عملية فتح وغلق الثغور Stomata . ( الثغرة :هي فتحة مجهرية توجد في بشرة الورقة وتتكون نتيجة انقسام احدى خلايا البشرة الى خليتين تعرفان بالخليتين الحارستين Guard Cells وتتكون الثغرة Stoma بينهما ). والثغرة تعد المسلك الرئيسي الذي يخرج به الماء بعملية النتح Transpiration . وتتميز الخلايا الحارسة عن بقية خلايا البشرة باحتوائها على نسبة عالية من البروتين وعلى البلاستيدات الخضراء . لقد لوحظ ان رش ABA بتراكيز منخفضة ( 1مايكرومول ) قلل النتح بسبب غلق الثغور وعند معاملة قواعد الاوراق المقطوعة للذرة والبنجر بال ABA تتم عملية غلق الثغور بسرعة كبيرة (3-9 دقائق) بعد المعاملة . كما وجد انه يزداد بسرعة في الاوراق المعرضة للجهد المائي قبل 10 دقائق من غلق الثغور. ان العوامل الاساسية التي تسهم في عملية فتح وغلق الثغور هي  $K^+$  ،  $CO_2$  و ABA والخلايا الحارسة . فعندما يكون النبات تحت الجهد المائي فان تركيز ABA و  $CO_2$  يزداد في الخلايا الحارسة وينخفض تركيز  $K^+$  ويقل امتلاء الخلايا الحارسة فتغلق الثغور وهذا يحافظ على النبات من الجفاف وبالعكس عندما يحصل النبات على الماء يزول الجهد المائي فينخفض تركيز  $CO_2$  و ABA في الخلايا الحارسة ويزداد تركيز  $K^+$  وتمتلئ الخلايا الحارسة بالماء وبذلك تفتح الثغور .

2- تثبيط بناء RNA والبروتين وهذا يمثل التضاد مع  $GA_3$  او IAA في سكون البذور والبراعم . وعلى الرغم من كونه يعيق تكون m- RNA والبروتينات الا انه لا يؤثر في فعالية ال DNA وانما يؤثر في فعالية الرايبوسومات اثناء تكوين البروتين وليس على مستوى الاحماض الامينية.

### التاثيرات الفسلجية

1- غلق الثغور:



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

ان عملية التبادل الايوني بين  $H^+$  و  $K^+$  من اهم العوامل التي تتحكم بضغط الامتلاء (الانتفاخ). ان ABA يعمل على خفض امتصاص  $K^+$  مما يقلل امتلاء الخلايا بالماء مسبباً غلق الثغور . كما ان ABA يعمل على اخراج Malic Acid من الخلايا الحارسة كونه يشكل المصدر الاساس للبروتينات اللازمة لتبادل ايونات البوتاسيوم او الهيدروجين. فضلاً عن ذلك فانه يوقف عمل المضخة الايونية او البروتينية في غشاء الخلية الحارسة التي تقوم بأعادة ضخ ايون  $H^+$ .

### 2- تحفيز بناء البروتينات المخزنة في البذور :

ان ABA يكون في اعلى مستوياته خلال المرحلة الوسطى الى الاخيرة من نمو وتطور الجنين ، فعند بدء نضج البذور تفقد الماء والرطوبة وتتراكم وتخزن السكريات والبروتينات المتحرره خلال المرحلة الاخيرة من تطور الجنين Late- Embryogenesis-Abundant (LEA) داخل الجنين وهذه البروتينات تتداخل لتكون محلول عالي اللزوجة بطيء الانتشار تزيد من مقاومة الجفاف . لذا فان ABA يعد الهرمون الوحيد الذي يكون مسؤولاً عن السيطرة وتنظيم الجينات خلال مراحل التطور الجنيني .

### 3-التساقط:

كان الاعتقاد ان ABA له الدور الاول في عملية التساقط Abscission ولذا جاءت تسمية ب Absciscic ولكن حالياً يعد الاثلين هو المنظم والمسيطر على هذه العملية وكذلك الحال بالنسبة لسكون البذرة والبراعم . ان دور ABA في التساقط هو تحفيز سرعة الانقسام الخلوي وتحليل الصفیحة الوسطى ومكونات الجدار الخلوي من خلال تحفيزه لانزيمات التحلل Pectinase ، Protase ، Cellulase.

### 4-السكون

لوحظ حوث تطورات واضحة عن دور ABA في ظاهرة السكون اهمها  
أ/ ان المعاملة ب ABA لاتحفز السكون في عدد من النباتات.  
ب/لاتوجد علاقة بين مستوى ABA وطول الفترة الضوئية والسكون.  
ج/على الرغم من كونه هرمون مثبط الا انه اظهر تاثيرات محفزة للنمو كدوره في تراكم وتخزين البروتين وتخزينه في البذور ، يحفز تجذير الاقلام ، تحفيز استطالة السويقة الجنينية .

### 5-السياده القمية .



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

6-النمو الزهري وتكوين البذور.

7-تحفيز الشيوخه.



وهي عبارة عن مركبات عضوية صناعية تتميز بفاعليتها الحيوية في تقزم النبات وانخفاض النمو الخضري بسبب اعاققتها لانقسام الخلايا تحت القمم المرستيمية دون ان تؤثر في الصفات المورفولوجية للاوراق والازهار والثمار . ان التقزم وانخفاض طول الساق يكون نتيجة لتقصير طول السلامة للنبات المعامل بمعوق النمو ، لذا فهي تسلك سلوكاً معاكساً للجبرلينات لذا يطلق عليها مضادات الجبرلينات Anti- Gibberellin علماً ان التثبيط في الاستطاله الناتج عنها يمكن ازالته عند المعامله بالجبرلين . الا ان معوق النمو لايمكنه ان يلغى تأثير المعامله بالجبرلين والسبب هو ان المعوقات تعمل على تثبيط البناء الحيوي للجبرلين الطبيعي وليس لها تأثير في الجبرلين المضاف خارجياً. ان تأثير المعوقات Amo-1618 ، Phosphon-D ، Cycocel (CCC) ناتج عن تداخلها مع حامض الجبرليك  $GA_3$  مما ينتج عنه تثبيط تأثيره ، بينما هناك دراسات تشير الى ان هذه المعوقات الثلاثة تثبط بعض المركبات الوسيطة اللازمة لبناء الجبرلين . كما يعتقد ان تأثير المعوقات يعود الى تداخلها مع مسار Isoprenoid المهم في بناء الجبرلينات والسيتوكانينات والبراسيتوسترويد والكاروتينات الذي يتم من خلاله البناء الحيوي لABA لذا فان تثبيط هذا المسار له تاثير كبير في العديد من العمليات الفسلجية . ان تاثير معوق النمو قد يختلف باختلاف نوع النبات فمن مجموع 44 نوع نباتي كانت هناك 7 انواع فقط استجابت لمعوق النمو Amo-1618 ومن مجموع 55 نبات هناك 19 نوع استجاب للمعامله ب Phosphon -D بينما عند اضافة السيكوسيل (CCC) الى التربة استجاب 44 نوع من مجموع 55 نوعا علما ان الرش على النمو الخضري يكون اكثر كفاءة من اضافة الى التربة . كما لوحظ ان المعامله بالسيكوسيل و Amo-1618 تعيق استطالة الشجيرات والنباتات المتسلقة والزاحفة التي تنمو ببطء وانتظام ويكون التأثير قليل على النباتات كثيرة التفرع مثل البلوط لذا تحتاج الى تراكيز عالية لاحداث التأثير



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

كما ان النباتات النامية من اجزاء من الام مثل الابصال ، الكورمات فهذه غير حساسة لمعوقات النمو حتى لو استعملت بتركيز عالية ولمرات عدة.

### معوقات النمو السيكوسيل (CCC)Cycocel

ينتمي السيكوسيل الى مجموعة الكولين Choline group واسمه الكيميائي Chorocholine Chloride ، يطلق عليه تجارياً Cycocel او CCC او Chloromequat وزنه الجزيئي 358 .

يستعمل رش على الاوراق وهو ينتقل الى جميع اجزاء النبات كما وانه يمكن ان يمتص عن طريق الجذور الا ان قدرة الاوراق على امتصاصه اعلى من الجذور والبذور لان الكائنات الحية الموجودة في التربة تعمل على هدمه . بعد انتقاله الى النبات فانه يتحول الى مركب Choline ثم المركب Petenine ولا يبقى له اثر بعد مرور شهر من المعاملة . ويمكن تلخيص التأثيرات الفسلجية للسيكوسيل بما يلي:

- 1-يسبب تقزم النبات وخفض النمو الخضري من خلال تقصير السلاميات .يزيد من قطر السيقان ، يقلل ظاهرة الاضطجاع في محاصيل الحبوب التي تسبب فقدان كثير من الحبوب عند الحصاد الميكانيكي.
- 2-يحفز نشاط الانزيمات المحللة للكربوهيدرات في الاوراق مما يساعد في انتقال المواد الغذائية الى الجذور.
- 3-يعمل كمضاد للجبرلين من خلال تثبيط بناءه الحيوي او التداخل معه فيقلل من تأثيره .
- 4-التركيز العالية منه تسبب خفض نسبة الانبات في العائلة النجيلية.
- 5-يزيد من سمك طبقة الكيوتكل.
- 6-يوثر في نمو الجذور اعتماداً على تركيزه المستعمل.
- 7-التركيز القليله منه تحفز نمو براعم درنات البطاطا فيما تؤخر نموها التراكيز العالية منه.





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

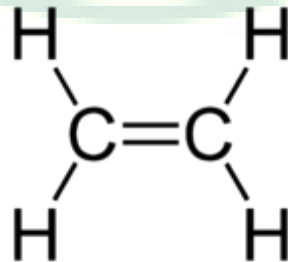
8-رش السيكوسيل بتراكيز 400 -800 ملغم.لتر<sup>-1</sup> على كرمات العنب قبل شهر من التزهير ادى الى زيادة نسبة العقد وزن العنقود وعند رش GA<sub>3</sub> بعده ادى الى زيادة حجم الثمار ووزنها وكمية الحاصل.

9-صفات السيكوسيل : سريع الذوبان بالماء ، يبقى في التربة 3-4 اسابيع ، يتحطم عند تعقيم التربة.

### التاثيرات الفسلجية لمعوقات النمو

تعمل على تقصير السلاميات وتقليل النمو الخضري مما ينعكس على زيادة نشوء البراعم الزهرية ومقاومة النبات للانجمادات . اما تأثير المعوقات في زيادة مقاومة النبات للجفاف فيعود الى دورها في تقليل الذبول نتيجة زيادة الضغط الازموزي وتحسين العلاقات المائية بين النبات والتربة نتيجة زيادة النشاط الحيوي للانزيمات مثل ATPase و Catalase ، Cytochrome Oxidase ، Protase مما يؤدي الى زيادة نشاط التمثيل الكربوني والايض العضوي تحت ظروف الجفاف . كما لوحظ ان CCC قلل من عملية النتح في الطماطة وقلل من تحطم الكلوروفيل والكاروتين في نباتات الحنطة والقطن . فضلاً عن ذلك فان نضج بذور الحنطة بمحلول السيكوسيل بتركيز 2000-2500 ملغم .لتر<sup>-1</sup> لمدة 2-4 ساعات سبب زيادة في الاحماض الامينية الحرة في المجموع الخضري وانخفاضها في الجذر في النباتات النامية تحت الاجهاد ولاسيما الحامض الاميني البرولين Proline .

### الاتلين Ethylene





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الاثلين وتركيبه الكيميائي  $CH_2=CH_2$  هو غاز هايدروكربوني غير مشبع عديم اللون ، اخف من الهواء . قابل للذوبان بالماء ، تركيبه الكيميائي بسيط بالمقارنة مع الهرمونات الاخرى . يمتاز بوظيفته الرئيسية ترتبط بنضج الثمار لذا يطلق عليه هرمون النضج .

ان غاز الفحم او غاز الاضائه المستعمل سابقاً في اضاءة الشوارع يسبب تسريبه ذبول اوراق الاشجار القريبة واصفرارها وسقوطها قبل اكتمال نموها الفسلجي ، كما لوحظ ان حرق النفط في مزارع الحمضيات للتدفئة ادى الى نضج الثمار وتلونها . وفي عام 1951 لاحظ احد الباحثين ان شتلات البزاليا النامية في الظلام تظهر فيها اعراض ثلاثية هي نقصان استطالة الساق ، زيادة النموات غير الطبيعية كالانتفاخات والنموات الشاذة وثالثاً حدوث النمو الافقي وعند نقل هذه النباتات الى الهواء النقي فانها تسترجع نموها الطبيعي ، ولم تترك اهمية الاثلين كهرمون نباتي لان الاعتقاد السائد انذاك هو ان تاثيرات الاثلين هي ناتجة عن الاوكسين ، كما ان قياسه لم يتم الا بعد عام 1959 عند اكتشاف جهاز الغاز كروموتوغرافي وتم قياس كميته في النسيج النباتي الى حدود 3-10 ملغم. لتر<sup>1</sup> وقد سجل رسمياً كاحد الهرمونات عام 1962 وله تاثيرات فسلجية لاتتوفر في بقية الهرمونات . هناك مركبات مصنعة تعطي نفس التاثير مثل الاثيرل Ethrel والايثفون Ethephon . والالسول (CGA-13586) وهذا يحرر الاثلين عند ملامسته للماء الموجود في الانسجة النباتية.

## طبيعة الاثلين

الاثلين هو المركب الهيدروكربوني الوحيد الذي له تاثيرات فسلجية على النبات ، وهو غاز اخف من الهواء ، ايسط هرمون نباتي ، وزنه الجزيئي 28 ، غير سام ، لا يذوب بالماء بسهولة ، سريع الاحتراق والاكسدة ، حيث يتأكسد كلياً في النبات الى  $CO_2$  .

يتحرر الاثلين بسهولة من الانسجة النباتية وينتشر خلال المسافات البينية ثم خارج الانسجة النباتية وهذا يمكن ان يوتر في خزن الثمار لذا يمكن أمتصاصه من المخازن باستعمال برمنغنات البوتاسيوم  $KMnO_4$  . يزداد انتاج الاثلين بارتفاع درجات الحرارة بينما يقل انتاجه بدرجات الحرارة المنخفضة



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

مع انخفاض نسبة  $O_2$  لذا فظروف الجو الهوائي المعدل تتضمن ارتفاع نسبة  $O_2$  بين 5-10 %  
ونقصان الاوكسجين الى 1-3 % .

ان معدل انتاج الاثلين يختلف باختلاف النبات والجزء النباتي وعمره ففي الثمار تقدر كميته ب 1  
نانوليتر .غم<sup>-1</sup> .ساعة من الوزن الطري ( وهو يكون فعالاً حتى بتراكيز قليلة جداً قد تصل الى 1  
نانوليتر.لتر<sup>-1</sup>) وتصل كميته في ثمار الموز الى 0.1 ملغم.لتر<sup>-1</sup> وفي ثمار الطماطة الناضجة الى اكثر  
من 2500 مايكروليتر.لتر<sup>-1</sup> وفي ثمار التفاح 2500 ملغم.لتر<sup>-1</sup> وسبب النسبة العالية في التفاح تعود  
الى وجود طبقة الكيوتكل التي تغلف الثمرة وتمنع الغاز من الخروج فتزداد كميته داخل الثمرة .

انتاج الاثلين في الاوراق الحديثة اعلى من الاوراق مكتملة النمو لكنه يزداد في الاوراق المسنة التي  
بلغت الشيخوخة كما انه يتضاعف عدة مرات عند تعرض الجزء النباتي الى اي ضرر ميكانيكي بعد  
30 دقيقة من التعرض ثم يعود الى مستواه الطبيعي بعد زوال المؤثر .ان الجذور تنتج الاثلين بكمية  
اقل من النمو الخضري كما ان هناك علاقة بينه وبين الاوكسين فكما زاد مستوى الاوكسين ازداد  
معه مستوى الاثلين .ان التأثير التداخل بين الاوكسين والاثلين على تحفيز او تثبيط النمو يعتمد على  
تركيزهما في النبات ،عموماً ان الاوكسين هو محفز للنمو ولا يمكن ان يكون مثبطاً ولكن عندما يزداد  
مستواه داخل النبات الى الحالة الحرجة يزداد انتاج الاثلين مما يؤدي الى تثبيط حاله الفسلجية .

### البناء الحيوي للاثلين

ينتج الاثلين في جميع اجزاء النبات بكمية تختلف باختلاف النسيج النباتي وعمره فهو يزداد عند  
تساقط الاوراق ، عند النضج والشيخوخة ،في الثمار الكلايمكتيرية، الجروح ،الاجهاد الفسلجي  
والبيئي كالجفاف ،الحرارة ، الغدق Flooding ، الاصابة الباثولوجية .

يعد الحامض الاميني Methionine الحاوي على الكبريت هو الباديء او المولد الاولي للاثلين  
وهذا ماكدته الزيادة في انتاج الاثلين عند معاملة النبات بالميثونين .ومن اهم خطوات مسار البناء  
الحيوي هي تحرر ذرة الكربون الاولي (C-1) للميثونين على صورة  $CO_2$  والتي تتحرر مع  
الامونيا .اما ذرة الكربون الثانية فتتحول الى حامض الفورميك Formic Acid والكبريت المتبقي  
يعاد مرة اخرى الى دورة بناء الميثونين .ويمكن توضيح البناء الحيوي مما يلي:



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### الخطوة الاولى :

يتحول الحامض الاميني Methionine الى SAM (S-Adenosylmethionin) او AdoMet) بواسطة انزيم AdoMet Synthetase والطاقة ATP والتي ينتج عنها بروفوسفات PPI والفسفور غير العضوي Pi

### الخطوة الثانية :

يتحول المركب SAM (Adomet) الى المركب 1- Acc (Aminocyclopropane -1- Carboxylic Acid) من خلال انزيم ACC Synthetase وهذا الانزيم ينظم ويتحكم بكمية الاثلين المنتجه ، كما انه ينظم مسار بعض المثبطات مثل (Amino oxy acetic Acid) AOA و (Amionethoxy Vinylglycine) AVG فضلاً عن ذلك فانه يؤثر في تحول SAM الى AdoMet) الى S-methylthioribose الذي يعود لبناء وانتاج الاثلين ثانية من خلال دورة Yang Cycle

### الخطوة الثالثة :

وتشمل تحول المركب ACC الى الاثلين بواسطة انزيم ACC Oxhdase وينتج عن ذلك CO<sub>2</sub> و NH<sub>3</sub> وحامض الفورميك والعامل المحفز لهذا التفاعل هو النضج Ripening في حين يثبط هذا التفاعل بالمستوى العالي من CO<sub>2</sub> ودرجات الحرارة العالية (35° م فما فوق) والظروف اللاهوائية . يعد الانزيمان ACC Synthetase و ACC Oxidase اساسيان في بناء الاثلين وتكمن اهميتها بالاتي:-

الانزيم ACC S هو الذي يحول مركب SAM او Adomet الى ACC وهذا الانزيم موجود في السيتوسيل وهو غير ثابت ويتاثر مستواه بالعوامل المناخية ، الجروح ، الاجهاد، الفيضان والاكسين IAA. وهذا الانزيم مرتبط بالاغشية الخلوية وهو ناتج عن عائلة متعددة الجينات ففي الطماطة مثلاً توجد 9 جينات مسؤولة عن هذا الانزيم.

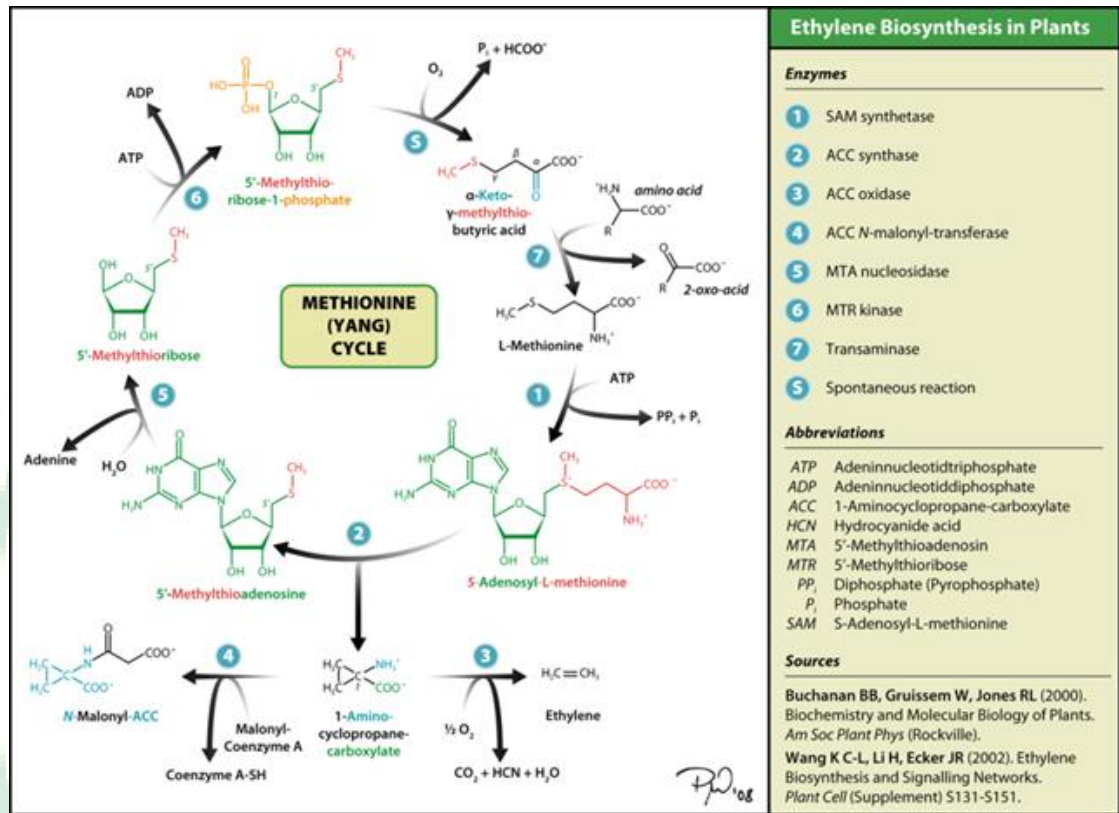


المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

اما الانزيم ACC Oxidase فهو مسؤول عن تحول ACC الى الاثلين. وهو ايضا ناتج عن مجموعة من الجينات ويزداد نشاط هذا الانزيم بعوامل مساعدة مثل الحديد  $Fe^{+2}$  والاسكوربيت . Ascorbate



## انتقال الاثلين

أن الاثلين غاز في درجات الحرارة الاعتيادية ويمتاز بصغر حجم جزيئته وهذا يجعله يتحرك بحرية في انسجة النبات المختلفة عن طريق الانتشار الطبيعي دون الحاجة الى الطاقة ATP وان حركته تتم من خلال المسافات البينية بسبب سرعة ذوبانه في مكونات الاغشية البروتوبلازمية الحاوية على الفوسفوليبيدات وان حركته مشابهة لحركة  $CO_2$  وهوينتقل في الاتجاه العامودي كالساق اسرع بعدة اضعاف من انتقاله بالاتجاه الافقي كالأفرع الجانبية كما انه يتحرك بكافة الاتجاهات بحرية وليس باتجاه واحد ويُفقد الاثلين الى المحيط الخارجي عن طريق الثغور والعديسات Lenticles الموجودة





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

بقلف الساق والثمار الناضجة ، والقلم والميسم ، والاجزاء المتضررة . الان تركيزه داخل النسيج النباتي دائماً يكون اعلى من المحيط الخارجي بسبب وجود طبقة الكيوكتيل التي تعرقل فقدانه

### الية عمل الاثلين

ان عمل الاثلين لم يعرف بشكل دقيق ولكن هناك فرضيات تبين كيفية عمله ومنها:-

1- ان الاثلين يرتبط مع بعض البروتينات المعدنية **Metalloproteins** التي تحتوي على الحديد وبذلك يؤثر في العمليات الفسلجية للخلية . وان وجود  $CO_2$  بمستوى عالي كالمخازن المعدلة ( $CO_2$  5-10%) يثبط عمل الاثلين نتيجة ارتباط  $CO_2$  مع العنصر الثقيل بعملية التثبيط التنافسي

### Competitive Inhibition

2- يرتبط الاثلين بطبقات الاغشية البلازمية و بذلك يغير وظيفتها ، حيث لوحظ توسع المايوتوكونديريا عند المعاملة بالاثلين وقد أعزى سبب ذلك الى دور الاثلين في زيادة نفاذية الاغشية البلازمية ولكن عند استعمال غازات اخرى غير مشبعة اعطت نفس النتيجة لذا فهذه العملية لا يختص بها الاثلين لوحده.

3- ان الاثلين قد يسبب تغير في بعض العمليات الحيوية المتعلقة بالاحماض النووية من خلال التحولات في RNA وبالتالي البروتين وتتعتمد هذه الفرضية على :-

// ان بعض التأثيرات السريعة للاثلين تتعلق بتغيرات في انزيمات الهدم مثل انزيم **Phenylalanine ammonia lyase** وليس بانزيمات البناء.

ب// ان التأثير التثبيطي للاثلين في معدلات النمو تحدث ضمن فترة قصيرة ( 5 دقائق ) بعد المعاملة بالاثلين ولهذا فان تأثيره في تكوين البروتينات سريع جداً .

ج// ان بعض تأثيرات الاثلين لا يمكن تثبيطها بالمتبطات **Actinomycin** او **Cycloheximide** مما قد يشير الى ان تأثير الاثلين كان سريعاً في تكوين البروتينات ولكن استعمال مثبطات اخرى مثل السيكوسيل والالار ادت الى تقليل مستوى الاثلين لذا فان هذه الفقرة غير متفق عليها.

4- الاثلين يسرع تكوين طبقة الانفصال او التساقط **Abscission** ويتم ذلك بمرحلتين الاولى هي ان الاثلين يحدث تغييراً في الفعليات الحيوية للاوكسين اذ يثبط الانتقال القطبي ويحفز مستواه القابل للانتشار وزيادة تحطيمه من خلال زيادة فعالية انزيم **IAA- Oxidase** . اما المرحلة الثانية فهي ان





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

الاثلين يحفز الاحماض النووية وخاصة RNA وتكوين البروتينات وزيادة فعالية انزيمات التحلل Pectinase Cellulase التي تحلل جدار الخلية والصفحة الوسطى.

### مثبطات البناء الحيوي للاثلين

يعد المركبان AVG, AOA من اهم المركبات التي تعمل على ايقاف او تثبيط تحول المركب SAM او AdoMet الى ACC الذي يتحول الى الاثلين عن طريق انزيم ACC Oxidase لذا فان تثبيط هذا الانزيم يعني تثبيط بناء الاثلين .

### مثبطات عمل الاثلين

تعد ايونات الفضة  $Ag^+$  التي تكون على صورة نترات الفضة  $AgNO_3$  او على صورة ثلاثي سلفات الفضة Silver Thiosulfate مثبطات فعالة لعمل الاثلين ، فالتثبيط الذي يحدثه ايون الفضة لا يمكن الغاءه او اعادة التحفيز بأيون معدني اخر . كما ان التراكيز العالية من  $CO_2$  (5-10%) تثبط عمل الاثلين لكنها اقل من تاثير الفضة . كذلك هناك مركب 1-Methylcyclopropane ( MCP ) ويطلق عليه تجارياً EthylBloc يعد فعالاً في تثبيط عدد من التأثيرات الفسلجية للاثلين.

### الاثلين ونضج الثمار

ان عملية نضج الثمار هي عملية ديناميكية يرافقها عدد من التغيرات كزيادة الليونة او الطراوة Softness والنتيجة عن بعض الانزيمات مثل Pectinase ، تحلل صبغة الكلوروفيل وظهور الالوان الاخرى مثل الزانثوفيل ، الانثوسيانين ، اللايكوبين ، كما يتم بناء وتكوين احماض نووية RNA واحماض امينية ، يتحول النشا الى سكر احادي . انخفاض الحموضة وتكوين التربينات الطيارة التي تكسب الرائحة المميزة لكل نوع فضلاً عن ذلك يحفز تكوين انزيم Decarboxylase الذي يسبب ارتفاع التنفس. في بداية نمو الثمرة تزداد سرعة التنفس ثم ينخفض المعدل في بعض الانواع عند وصولها مرحلة النضج الفسلجي Maturation ثم يحدث ارتفاع مفاجيء في سرعة التنفس عند النضج Ripening وهذا يسمى الطور الحرج للتنفس ويحدث في الثمار الكلايمكتيريه



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

**Climecteric** ثم ينخفض معدل التنفس عند تدخل مرحلة الشيخوخة ،ان ارتفاع معدل التنفس والنضج يكون مترافقاً مع زيادة انتاج الاثلين لذا يسمى هرمون النضج فقد وجد ان تركيز الاثلين في ثمرة التفاح يزداد حوالي 700 مرة عند النضج بالمقارنة بمرحلة النضج الفسلجي اما الثمار غير الكلايمكتيرية فلا يحدث فيها هذا الطور الحرج من النفس ولا تحدث زيادة مفاجئة في الاثلين وانما الزيادة تكون طبيعية.

### التاثيرات الفسلجية للاثلين

#### 1- نمو وخروج البادرات:

يسبب الاثلين نوع من الاستجابة يطلق عليها الاستجابة الثلاثية **Triple Response** لبادرات البزاليا الشاحبة او النامية في الظلام وهذه الاستجابات هي تثبيط استطالة الساق ، زيادة التوسع القطري للساق ،حركة الساق الافقية بتاثير الجاذبية الارضية . حيث لوحظ ان تعريض نبات الفاصوليا او البزاليا للاثلين بتركيز 0.06 ملغم .لتر<sup>-1</sup> فان الساق يتحول من النمو العمودي الى النمو الافقي .

ان انبات البذور يصاحبها ارتفاع معدل الاثلين لتنظيم النمو ولكن اذا ازداد كثيراً ينتج عنه توقف النمو ولاسيما النمو الطولي للسيقان والجذور مسبباً تقزم النبات مع زيادة قطر وسماك هذه الاجزاء والتي هي ناتجة عن توسع الخلايا فقط وليس زيادة انقسامها وهذا التأثير يكون اكثر وضوحاً في الظلام بالمقارنة مع وجود الضوء . فقد لوحظ ان بادرات البزاليا النامية في الظلام تنحني قمة الغمد فيها بشكل ملتوي بسبب زيادة انتاج الاثلين في منطقة الانحناء بسبب عدم تساوي النمو على جانبي الغمد وعند تعريضها للضوء يزول الانحناء ولايتكون ثانياً كما لوحظ ان الضوء الاحمر 660nm او الاشعة فوق الحمراء 730nm تزيل هذا الانحناء لذا فان الية تكوين الاثلين تتأثر او تعتمد على ا لفايتوكروم المسؤول عن انتاجه.

لوحظ ان الترب الطينية (المتماسكه) تسبب عدم تحرر او خروج الاثلين من جذور النباتات مما يجعل نموها عرضياً وليس طولياً (زيادة سمكها وقطرها) اي تقزمها بعكس الترب الخفيفة المفككه حيث ينتشر غاز الاثلين من النبات الى التربة ثم الى الجو الهوائي في خارج التربة مما ينتج عنه نقص في الاثلين داخل النبات مسبباً زيادة في استطالة الجذور والسيقان.



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### 2- تساقط الاوراق والثمار

ان الاثلين ذو فعالية عالية في تحفيز تكوين طبقة الانفصال Abscission Zone في قاعدة عنق الورقة وتحفيز التساقط من خلال تحفيز انتاج انزيم Cellulase الذي يحلل الجدار الخلوي في طبقة الانفصال . وقد تمت الاستفادة من تاثير الاثلين في عمليات خف الازهار والثمار لتقليل المعاومة وذلك برش المركبات الصناعية المحررة للاثلين مثل الايثرل فضلاً عن تأثيرها في تسهيل عمليات الجني لاسيما في الثمار القوية الارتباط بالنبات مثل الزيتون ، الافوكادو.

### 3- تحديد الجنس :

الاثلين يحفز تكوين الازهار الانثوية في النباتات وحيدة المسكن مثل القرعيات والتي تمتاز بقلّة انتاج الاثلين بالمقارنة مع النبات من ثنائية المسكن حيث يكون انتاج الاثلين عالياً في الاشجار المؤنثة . كما لوحظ ان القرعيات النامية تحت ظروف النهار القصير تعطي ازهار مؤنثة اكثر من الازهار المذكورة بسبب ارتفاع مستوى الاثلين الطبيعي في النبات بالمقارنة مع تلك النامية تحت ظروف النهار الطويل لان الاخيرة تفقد الاثلين بسبب ارتفاع درجات الحرارة الى الجو الخارجي.

4/تحفيز التزهير في بعض النباتات (الاناناس)

5/مثبط للنمو الطولي للجنود ولكنه ممكن ان يحفز تكوين الجنود العرضية.

6/يتداخل مع الانتقال القطبي للاوكسين

7/تنظيم كسر الطور السكون ونمو البذور

8/تحفيز تكوين بعض الانزيمات كمثل Callulase ,Peroxidase

9/يحفز الشبخوخة ويزيد سرعة التنفس لاسيما في الثمار الكلايمكتيريه

10/زيادة نفاذية الاغشية الخلوية.

## البراسينوسترويدات (BRs) Brassinosteroids

أن مركبات الستيرويد شخّصت كهرمونات في الحيوان منذ مدة طويلة وتشمل هرمونات الجنس مثل Progestins ,Estrogene وهرمونات قشرة الكلية Mineralocorticoids . أما هرمونات



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

السترويد النباتية فقد اكتشفت عام 1970 واستخلصت من حبوب لقاح اللفت ( الفجل ) Brassica napus L وقد سميت بالبراسينات Brassins وهي تتربك من خليط معقد من الدهون لها تأثيرات فعالة بيولوجياً وقد ذكر البعض أحتوائها على الجبرلينات . لقد وجد أن كل 227 كغم من حبوب لقاح اللفت تحتوي على 10 ملغم من ماده بلورية تم فصلها وأطلق عليها براسينولايد Brassinolide ( BL ) . أن الماده الناقلة التي استخلصت هي عبارة عن ستيرويدلاكتون Steroidal Lacton والذي سُمي بالبراسيتولايد BL وأن معرفة تركيبه الكيميائي ادت الى تشخيص 60 نوعاً من الفايسترويدات Phytosteroids والتي سميت بالبراسينوسترويدات BR<sub>s</sub> .

لقد تم التعرف على البراسينوسترويدات ( BR<sub>s</sub> ) في 27 عائلة من مغطاة البذور و 3 عوائل من عارية البذور وأنها تتواجد في أكثر من 70 نوعاً نباتياً فضلاً عن وجودها في بعض الطحالب الخضراء . أن BR<sub>s</sub> موجودة في حبوب اللقاح ، الاسدية ، البذور ، الاوراق ، السيقان ، الجذور ، الانسجة حديثة النمو أي أنها موجودة في كافة أجزاء النبات ، ومع ذلك فان تراكيزها داخل النبات قليلة جداً وتختلف باختلاف الجزء النباتي ، فمثلاً حبوب اللقاح تحتوي على كمية عالية لاتقل عن 500 ملغم .كلغم<sup>-1</sup> . الاوراق 5-10 ، المجموع الخضري يحتوي 1-100 ملغم.لتر<sup>-1</sup> والثمار 1-10 ملغم. لتر<sup>-1</sup> ، الاوراق 5-10 ملغم. لتر<sup>-1</sup> . وهي توجد في النبات على هيئة حرة أو مرتبطة مع السكريات أو الاحماض الدهنية أو البروتينات .

البراسينوسترويدات هي مركبات طبيعية تؤدي دوراً مهماً في نمو النبات وتطوره من خلال تأثيراتها في الانقسام والاستطالة الخلوية ، البناء الحيوي لمكونات الجدار الخلوي تكشف وتمايز النظام الوعائي ، نمو الافرع ، تكوين الجذور العرضية ، زيادة الحاصل ، تحفيز الحيوية ونمو الانبوب اللقحي ، أنبات البذور ، مقاومة الاجهادات ، تأخير الشيخوخه فضلاً عن تحفيزها لبناء DNA و RNA والبروتين .

الصيغه الكيميائية للبراسنولايد C<sub>28</sub>H<sub>48</sub>O<sub>6</sub> ووزنه الجزيئي 480 . أن الاختلاف الكيميائي لانواع البراسنوسترويدات جعل الباحثين يعطون أرقاماً لها كالبراسينوسترويد BR<sub>1</sub> و BR<sub>3</sub> ..... وهكذا وقد وجد من مجموع 31 نوع من BR<sub>s</sub> تم تشخيصها هناك 29 نوعاً منها حره وأثنان مرتبطة . الـ BR<sub>s</sub> هي عبارة عن مجموعة من الستيرويدات متعدده الهيدروكسيل . وان الفعالية البيولوجية لهذه الانواع يتم الكشف عنها من خلال المركب 24- epibrassinolide ( epi BL - 24 ) والمركب 28- homobrassinolide ( 28-homo BL ) علماً ان كلفة أنتاج 24-epi BL اقل من كلفة



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

انتاج BL لذا يستعمل الاول في البحوث والتجارب الا ان فعالية تمثل 10% من فعالية BL الطبيعي. ان معظم BRs غير فعالة بيولوجيا وتعد المركبات الثلاثة اعلاه الاكثر فاعلية .  
أن الاسماء الكيميائية لـ BRs تأخذ اسماء مطولة للستيرويدات لذا تختصر بكلمة بادىء مثل epi كالمركب 24- epicastasterone ، عند زيادة ذرات الكربون يشار للمركب بكلمة بادىء homo اما النقصان فيشار له بالبادىء nor .

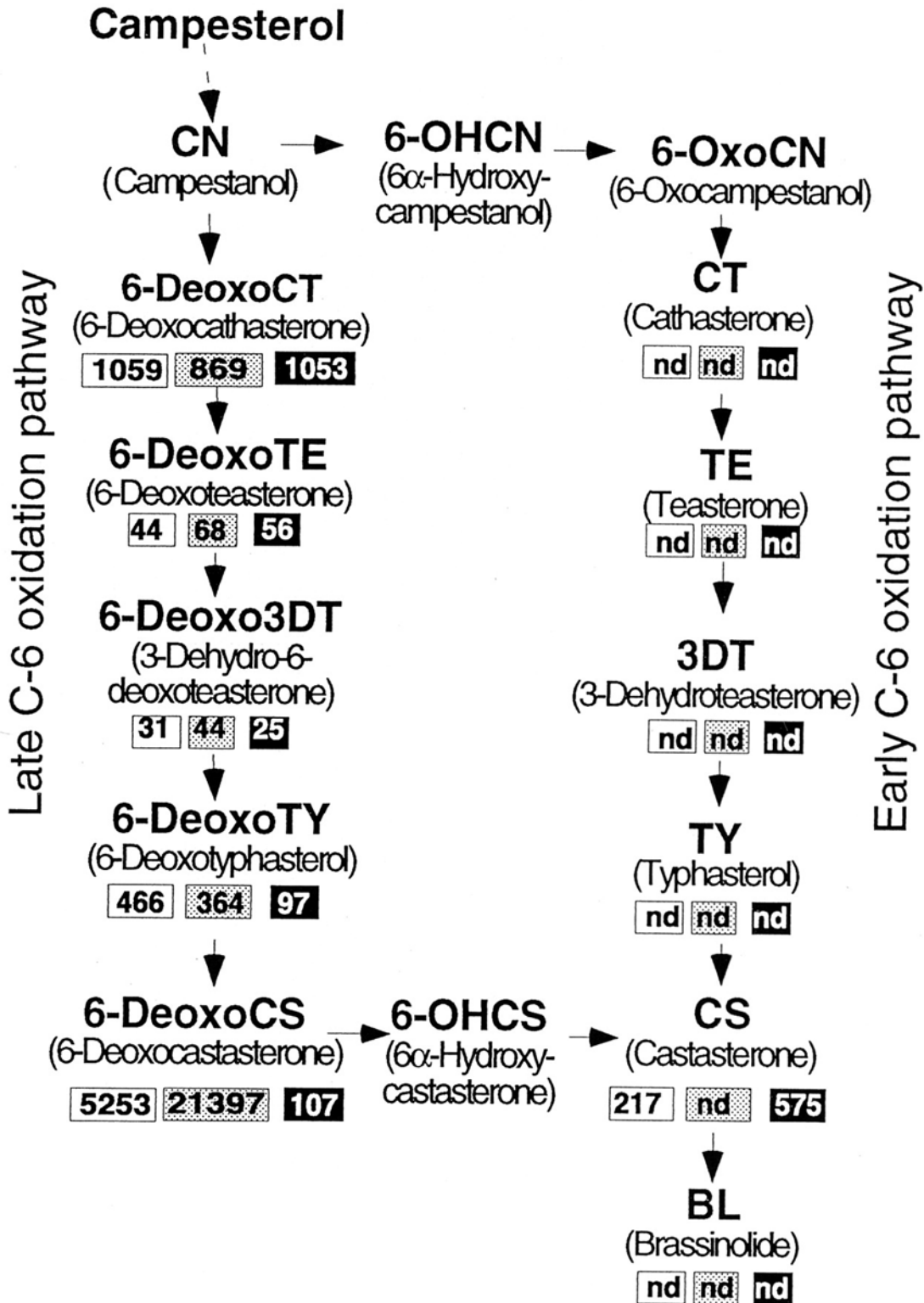
## البناء الحيوي

أن البناء الحيوي لـ BRs يتم كتفرع لمسار التربينات كما في  $GAs$  و  $CK$  و  $ABA$  . حيث ان مسار التربينات يبدأ من مركب  $(C_5)IPP$  والناتج من حامض Mevalonic Acid حيث يتكون مركب  $(C_{15}) FPP$  لتكوين مركبات تحتوي على 30 ذرة كربون ( $C_{30}$ ) ثم يكون مركب pentocyclic triterpenoid الذي تشتق منه جميع الستيرويدات في النبات.  
يبدأ المسار الحيوي لبناء البراسينوستيرويدات من المركب Campesterol الذي يعد البادىء اوالمولد لها حيث يتحول اولاً الى مركب Campestanol في خطوات يدخل فيها الجين  $(DET_2)$  ثم يتحول مركب Campesterol الى المركب  $(CS)Castasterone$  من خلال احد المسارين اللذين يطلق عليها مسارات اكسدة الكربون  $(C-6)$  المبكر والمتأخر . ثم يندمج المساران لتكوين مركب Campestanol الذين يتحول فيما بعد الى  $(BL) Brassinolide$  .





المحاضرات النظرية





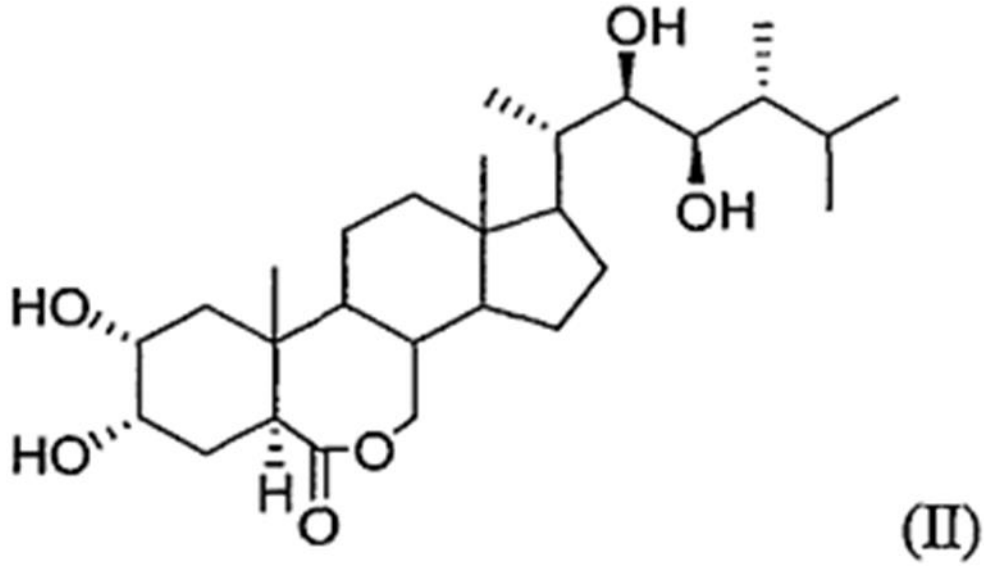


المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### البناء الحيوي



### التركيب الكيميائي

### انتقال الـ BR<sub>S</sub> الخارجية (المضاهة)

لقد بينت الدراسات ان الـ BR<sub>S</sub> ينتقل رأسياً Acropetally (من الاسفل الى الاعلى) اي من الجذر الى الافرع الخضرية حيث لوحظ ان نسبة قليلة جداً من Brassinolids (BL) او (CS) Castasteron المضاهة الى جذور نبات الرز قد انتقلت الى الافرع الخضرية. وبالطريقة ذاتها عندما أضيفه <sup>14</sup>C) epi BL الى جذور شتلات الحنطة والخيار لوحظ وجوده في أجزاء النبات كافة. وعلى النقيض من ذلك لوحظ ان إضافة BL و CS الى أنسجة الانواع الخضرية للبالزلاء فان كلا النوعين قد تم أمتصاصهما ولكنها لم تتحرك عن موقع الاضافه ، كذلك لوحظ عند إضافة CS و BL الى أوراق الرز فانهما لم يتحركا لمدة 24 ساعة وبالطريقة ذاتها عند إضافة epi BL الى أوراق الحنطة لوحظ عدم أنتقاله حتى بعد 7 أيام. أن هذه الحركة ليس بالضرورة ان تعمم عن حركة الـ BR<sub>S</sub> الداخلية المنشأ.



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### انتقال الـ **BRS** الداخلية المنشأ

لقد بينت بعض الدراسات ان انتقال جزء بسيط من الـ  $BR_S$  ممكن ان يكون Basepetally اي من الاعلى الى الاسفل (من البراعم القمية الى السلاميات) او من النمو الخضري الى الجذر. كما بينت الدراسات ان الـ  $BR_S$  الداخلية المنشأ والفعاله حيويًا لا تنتقل الى مسافات بعيدة .

### انتقال الـ **BRS** في النمو الخضري

لقد وجد ان ازالة البرعم القمي وازاله الاوراق لم تؤدي الى نقصان في مستوى  $BR_S$  الداخلي المنشأ في بقية الاجزاء الخضرية وهذا يدل على عدم انتقال الـ  $BR_S$  من البرعم القمي الا ان معظم الدراسات تشير الى امكانية انتقال الـ  $BR_S$  لمسافات قصيرة.

اما عند اضافة البراسينولايد 24-epBL الى الجذور فانه ينتقل لمسافات طويلة من الجذر الى الافرع وذلك عند استعمال  $C^{14}$ -24-epBL كما لوحظ حدوث استنطالة في سويق الورقة . اما عند اضافته على الاوراق فقد لوحظ انه سهل الامتصاص ولكن انتقله خارج الورقة كان بطيئاً جداً ويمثل 16% من كميته الممتصه وهذا يوضح سهولة انتقاله من الجذور الى الاوراق وصعوبة او ضعف انتقاله خارج الاوراق. لذا يمكن الافتراض انه ينتقل من الجذور الى الافرع عن طريق الخشب مع سريان النتج في حين ان حركته خارج الورقة تكون خلال اللحاء ولهذا تكون بطيئة . وعلى الرغم من ذلك فان حركة الـ  $BR_S$  الداخلية تختلف عن حركته الـ  $BR_S$  المضافة حيث وجد ان معاملة النباتات المطفرة (التي تنخفض فيها نسبة الـ  $BR_S$ ) بـ  $BR_S$  في منطقة التطعيم لم يظهر اي تحرك للـ  $BR_S$  سواء كان الى الاعلى او الى الاسفل عموماً ان حركة وانتقال الـ  $BR_S$  الطبيعية داخل النبات لازالت غير واضحة .



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### التأثيرات الفسلجية

1// النمو الخضري: لوحظ ان الـ  $BR_S$  لها دور في تحفيز انقسام واستطالة الخلايا والانحناء واطلق على هذه التأثيرات بفعالية البراسين ، ووجد من البحوث انها تزيد المساحة الورقية والسكريات الذائبة والكاربوهيدرات الكلية مع تحفيز تكوين الاوكسين IAA والجبرلينات والسيتوكاينينات .

2// نمو الجذور: ان الـ  $BA_S$  لها دور في تنظيم نمو تطور الجذور فهي قد تحفز او تثبيط النمو اعتماداً على نوع الـ  $BA_S$  وتركيزه المستعمل حيث ان التراكيز العالية تحفز انتاج الاثلين لذا فان التثبيط يعود الى الاثلين ، اما التراكيز الواطنه فانها تحفز تكوين الجذور العرضية وهذا ربما يعود الى تعاونها مع الاوكسين IAA . اما عن التأثير في استطالة الجذور فان الـ  $BR_S$  تثبط الاستطالة وهنا تعمل بدون IAA .

3// التزهير : الـ  $BR_S$  تحفز على التزهير من خلال تاثيرها في تخفيض مثبطات التزهير

4// نمو الانبوب اللقحي : تساعد الـ  $BR_S$  في سرعة نمو الانبوب اللقحي واحداث التلقيح .

5// انبات البذور : تساعد الـ  $BR_S$  على انبات البذور لاسيما وان البذور تحتوي على نسبة عالية من  $BR_S$  كما هو الحال مع حبوب اللقاح . وان تحفيز الانبات يعتمد على تداخلها مع بقية الهرمونات .

6// زراعة الانسجة النباتية : لوحظ ان للـ  $BRS$  دوراً تحفيزياً في الاستطالة عند الزراعة النسيجية وان البراسينولايد (hBL) Homobrassinolide هو اكثر الانواع حيوية وتأثيراً .

7// الانسجة الوعائية : تؤثر الـ  $BR_S$  في تطور النسيج الوعائي اذ انها تعمل على تحفيز تخصص الخشب وتثبيط تخصص اللحاء وهذا التأثير يكون اكثر وضوحاً في النبات المطفرة وراثياً والتي تعاني من نقص  $BR_S$  .

8// الاحماض النووية والبروتينات : بينت الدراسات ان اضافة الـ  $BR_S$  للنبات سببت زيادة في فعالية انزيم (DNA,RNA Polymerase) ومن ثم بناء DNA و RNA والبروتين . كما لوحظ ان معاملة نبات الحنطة بالـ  $BR_S$  حفز نشاط انزيم ATPase الذي يحفز بدوره انزيم Carboxylase المسؤول عن زيادة البروتين الذائب ونقصان السكريات ، وهذا يوضح دور  $BR_S$



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

في الانقسام والاستطاله والتي تشابه تأثير كل من الاوكسين والجبرلين الذي يعتمد على بناء الاحماض النووية والبروتينات.

9// التداخل مع الهرمونات الاخرى: تتداخل الـ BR<sub>s</sub> مع الاوكسينات احياناً بعلاقه تعاونيه فعند اضافتها مع الاوكسين ينتج عن ذلك تحفيز تكوين الاثلين . كما يتفاعل ABA بقوة مع RB<sub>s</sub> مسبباً تثبيط مشتقات الـ BR<sub>s</sub> مثل 28-epiBL و 24-epiBL

### حامض الساليسيلك (SA) Salicylic Acid

اشتق الاسم من الكلمة اللاتينية Salix وهو اسم الجنس للصفصاف Salix SPP اذ انه يوجد في اوراق وقلف الاشجار . اما الاسبرين Aspirin وهو الاسم التجاري للمركب Acetylsalicylic acid فانه يتحلل مائياً الى حامض الساليسيلك (SA).

أن SA هو منظم نمو ينتمي الى مجموعة الفينولات والتي تعرف بانها مركبات تمتلك حلقة اروماتية تحمل مجموعة هيدروكسيل (-OH) او مشتقاته. فائدة المركبات الفينولية تعود الى دورها في بناء مادة اللكنين Lignin التي تعد أهم مكونات جدار الخلية ، كما أن الفينولايت ولاسيما Phytoalexin تكسب النبات الحماية الكيميائية ضد الجراثيم والحشرات .

أن الصيغة الكيميائية لحامض الساليسيلك هي  $(6H_4(OH) COOH)$  أذ تكون مجموعة الهيدروكسيل مجاورة لمجموعة الكاربوكسيل . وهو حامض عضوي بلوري ذو لون شاحب يستعمل كمنظم نمو طبيعي يشق من عمليات الايض لمركب Salicin وهو يشابه الاسبرين من الناحية الكيميائية الا أن فعاليته لاتشابه الاسبرين . الساليسيلك له تأثيرات عديده أهمها التركيب الضوئي ، النتج، نقل الايونات ، تكوين البلاستيدات ، تثبيط بناء الاثلين تحفز تكون الانثوسيانين والانزيمات المختزلة للنترات ومنح المقاومة الجهازية المكتسبة اي يمنح الاجزاء النباتية القدرة على المقاومة الى النباتات المجاورة نتيجة تحول SA الى استر متطاير Methyl Salicylate .

يتم البناء الحيوي لـ SA من الحامض الاميني Phenylalanine . وهناك مركب صناعي هو Sodium Salicylate . تختلف الاجزاء النباتية في محتواها من SA فقد وجد أن تركيزه كان

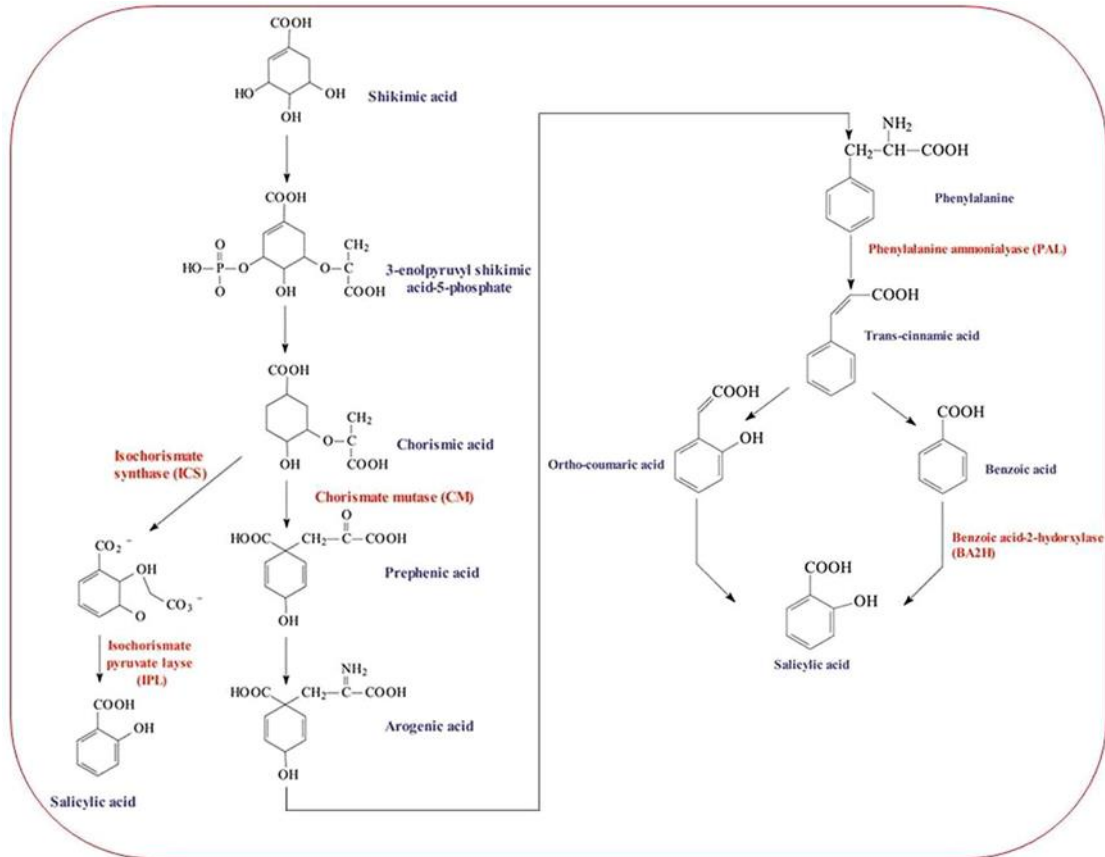


المادة: مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة: أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي: 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

30 مايكروغرام. غم<sup>-1</sup> وزن طري في أوراق الرز بينما ظهر بمستويات عالية وغير اعتيادية في النباتات الملوثة والمصابة بالمسببات المرضية المميتة .



## البناء الحيوي للساليسيك

### البناء الحيوي لـ SA

معظم الكربون العضوي في الكرة الأرضية هو ناتج من مسار حامض الشكميك Shikimic Acid الذي يعد مصدر الأحماض الأمينية العطرية. لقد أظهرت البحوث أن بناء الـ SA يتم من خلال مسار حامض الشكميك .

أن مركب Phenylalanine الذي يتكون من مسار Phenylpropanoi يكون trans-Cinnamic acid الذي يتحول إلى Benzoic acid أو Ortho Coumaric acid وقد بينت



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

البحوث أن أوراق التبغ يتحول فيها حامض Benzoic الى SA بواسطة أنزيم - 2  
benzoic acid

Hydroxylase وفي دراسات أخرى لوحظ أن SA يتكون من خلال المركب الوسطي Ortho Coumaric acid . هناك مساراً – يتم من خلال مركب Chorismate الذي يكون Isochorismic acid بواسطة أنزيم Iso Chorismate synthetase (IC<sub>S</sub>) علماً أن جينات IC<sub>S</sub> المفترضة وجدت في انواع عدة من النباتات لذا من المحتمل أن يكون هذا المسار هو المسار العام لبناء SA في معظم النباتات . كما لوحظ أن جينات IC<sub>S</sub> النباتية موجودة الكلوروبلاست وهذا يوضح أن البلاستيدات هي المواقع التي يتم فيها هذا المسار لبناء SA. من هذا يتضح أن بناء SA ممكن ان يحصل من خلال عدة مسارات ولكن وجد في نبات التبغ أن معظم SA يتكون من حامض البنزويك .

### أرتباط وتجزئة SA

بينت الدراسات أن تراكم SA في الاوراق يحدث عند الاصابة أو التلقيح بـ TMV وهذا التراكم يتزامن مع ظهور مركب Salicylic-B-glucoside (SAG) . حيث أن مستويات SAG تكون منخفضة في حالة عدم الاصابة بينما تزداد المستويات الى عدة أضعاف عند الاصابة . أن SAG يتم تحلله بواسطة UDP- glucose ووجود أنزيم SA- glucosyl-transferase (B-GTase) الذي تزداد فعاليته بتراكم SA الحر . أن وظيفة SAG قد تكون في تقليل تراكم SA الحر لذلك فهي تحمي الخلية من التأثيرات السامة للتراكيز العاليه من SA. ومن جانب آخر فانه يعمل كخزين لـ SA الذي يمكن أن يتحرر عند مهاجمة المرض كحاله دفاعية . أن تحطم أو تحلل SAG يحصل في الـ Apo plast وهو الجزء غير الخلوي الحي مثل الجدار الخلوي والمسافات البينية ، فيما يحدث تراكم SAG في السيتوبلازم أو الفجوه . يمكن ان يتواجد SA على هيئة زيوت عطرية (MeSA)Methyl Salicylate المتواجد في عدد من النباتات مثل شجرة القصبان وشاي كندا ، أن المعالجة ببعض المواد الطبيعية الحاوية على MeSA قد ادت الى عدة حالات من التسمم الساليسيبي لان كل 1 مل من MeSA يعادل أكثر من 20 حبة من الاسبرين أي ما يعادل 325 ملغم وأن تناول ملعقة شاي واحدة يمكن أن تسبب الموت . لذا فبعض الدراسات تقترح أن النباتات





المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

المصابة تستعمل MeSA الغازي أو المتطاير للاتصال بالنبات السليم وتحفيزه للمقاومة أو الدفاع ضد مسببات المرضية .

أن تحفيز المقاومة الجهازية Systemic Resistance بعد إجراء عملية التلقيح بالمسبب المرضي ممكن أن ينتقل الى مسافات طويلة من خلال اللحاء لذا فان عملية التحليق سوف تمنع انتقال التحفيز . كما لوحظ أن عصير الخشب يصبح غنياً ب SA بعد تلقيح الاوراق بالمرض وهذا يقود الى أن التحفيز يتم أيضاً من خلال الخشب . وان التجارب الحقلية بأستعمال الاوكسجين المشع  $O_2^{18}$  - [ Labeling ] قد أظهرت بأن SA الذي ينتج في الاوراق الملقحة يمكن أن ينتقل جهازياً مما يؤكد أن SA يلعب دوراً مهماً في الحركة والانتقال لمسافات طويلة . ومع ذلك لوحظ في تجارب التطعيم أن تراكم SA في اوراق الاصل لايتكون فيها مؤشراً لتحرير SAR لذا أقترح بان هناك مؤشر جهازي آخر يعمل بالتوازي مع SA في نقل SAR . أن الفاعلية العالية ل SA في التطبيقات الزراعيه شجعت على أستعماله في التقانات الاحيائية لحماية المحاصيل الزراعيه ، كما ان زيادة مستوى SA الطبيعي في النبات ممكن أن تتحقق من خلال أستنساخ ونقل الجينات ذات العلاقة ببناء SA أو من خلال تثبيط التعبير الجيني الذي له علاقة بالعمليات الايضية ل SA ومع ذلك فانه من الخطأ اعتبار ه هرمون وإنما هو منظم نمو طبيعي يؤثر في العمليات الفسلجية اللازمه لنمو النبات وتطوره .

### التأثيرات الفسلجية ل SA

أن التأثيرات الفسلجية الناتجة عن SA تكون مرتبطة بالهرمونات النباتية الاخرى وتشمل

1//التزهير: عرف الناس تأثير SA من خلال أذابة قرص من الاسبرين لغرض أطالة العمر المزهري للازهار المقطوفة ، وقد أثبتت الدراسات أن هذا التأثير ناتج عن تثبيط تحول المركب الوسطي 1-aminocyclopropane-1- Carboxylic acid (ACC) الى الاثلين ، كذلك فان SA يمنع تراكم نواتج مركب ACC عند حدوث الجروح.



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

أن أول الدلائل على تأثيرات SA المحفزة للازهار حصلت في الزراعة النسيجية التي تمت على أنسجة نبات التبغ المجهزه بالكابنتين والاكسين IAA حيث لوحظ أن جميع احماض Monohydroxybenzoic acid تحفز تكوين البراعم الزهرية من كالس التبغ مع تراكيز من SA تصل الى 4 مايكرومول.

2//التأثيرات الاخرى لـ SA المضاف خارجياً: أن اغلب التأثيرات لـ SA ونظيره الاسبرين تتضمن تثبيط بناء الاثلين، أنبات البذور، حث عملية النقل الايوني خلال الاغشية والامتصاص في الجذور، تقليل النتج في الاوراق، عكس تأثير ABA في غلق الثغور، يحث على انتاج صبغة الانتوسياتين في بادرات الذره الصفراء كما يعمل على زيادة فعالية انزيم مختزل النترات Nitrate reductase في الزراعه النسيجية.

3//مقاومة الامراض: ان الخلايا النباتية ذات المقاومة العاليه للمرض يرمز لها High Resistance (HR) تؤدي الى حصول نظام اكتساب مقاومة جهازية (SAR) ضد الامراض. حيث تنتقل ال SAR عند الاصابه الى الاجزاء غير المصابه فتكسبها المقاومة. ان SAR يسمى احياناً بجهاز المناعة للنبات وقد وجد ان الارتباط بين HR, SAR هو عملية بناء نظامية يصاحبها انتاج العشرات من القواعد والبروتينات الحامضية التي يطلق عليها (PR Protein) Pathogenesis- Related Proteins وان الجينات المرافقة لهذه البروتينات تحفز عملية SAR وان بعض SAR البروتينية لها مقاومه للمكروبات الخاصه بها.

4// الحرارة الوراثية Thermogenesis: وهي الحرارة الناتجة عن النبات ويعتقد بانها مرتبطة مع الزيادة الكبيرة في الفسفرة لمسار الالكترونات التي تحصل في المايتوكوندريا. لوحظ في نبات القلقاس ان الازهار تتطور وتصل الى ارتفاع 80 سم وفي وقت مبكر من يوم تفتح الازهار فان الجزء العلوي من ساق الزهرة المسمى بالملحق (Appendix) يبدأ بانتاج الحرارة التي تتطاير منها الامينات ذات رائحة الوقود وبعد الظهر تزداد درجة حرارة الملحق وتصل الى 14 م اعلى من حرارة الجو الخارجي بعدها تعود الى الحرارة الطبيعية في المساء ثم تنخفض في وقت متأخر من المساء و ثم ترتفع ثانية في الصباح ال 10 م. وان فعالية الايض في الملحق تحدث بواسطة مركب الكالورجين Galorigen (وهي مواد ذائبة في الماء تتكون في الازهار الذكورية) حيث يبدأ الكالورجين بالدخول الى الملحق في اليوم الذي يحدث فيه التزهير.



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

وقد اظهر تحليل مستخلص الكالورجين وجود SA كما لوحظ ان اضافة SA بتركيز 0.13 مايكروغرام .غم<sup>-1</sup> وزن طري للاجزاء العلوية غير الناضجة من الملحق ادت الى زيادة درجة الحرارة اكثر من 12 م° وان حساسية انسجة الملحق ل SA قد ازدادت يوميا عند تفتح الازهار .  
علماً أن الكالورجين يصنع في الازهار الذكورية وينتقل الى الملحق عند الوصول الى مرحلة الازهار.

### حامض الجسمونيك (JA) Jasmonic Acid

الجسمونات Jasmonates من مجموعة الاحماض الدهنية المؤكسجة (تحتوي على الاوكسجين ) والتي تساعد على تنظيم نمو النبات وهي تشمل حامض الجسمونيك ( JA ) وزيوته الطيارة مثل Methyl Jasmonate (MeJA). الجسمونات تشابه الغدة البروستاتية في اللبائن وهي من مشتقات الحامض الدهني Cyclopentanones ، يتم بناءها من الحامض الدهني Linolenic Acid من خلال مسار مركب Octadecanoid الموجود في كل أجزاء النبات .  
لقد تم التعرف على JA ومثيله MeJA كمركبات ثانوية من الزيوت المستخلصة من نبات الياسمين وتم تحديد أكثر من 203 نوع نبات تشمل 15 عائلة تحتوي على هذه المركبات . وهي تتركز وتتراكم في القمم النامية للساق والجذور والاوراق الحديثة والثمار غير الناضجة . كما أنها تتواجد في السرخسيات والطحالب والفطريات .

الصيغة الكيميائية لـ JA هي :

3-OXO-2-(2-Cis-Pentenyl-Cyclopentane-1-acetic acid الصيغة الجزيئية لـ

C<sub>12</sub>H<sub>18</sub>O<sub>3</sub>:JA وصيغة MeJA هي C<sub>13</sub>H<sub>20</sub>O<sub>3</sub>

الوزن الجزيئي لـ JA: 210.27 غم.مول<sup>-1</sup>، درجة الغليان: 160 م° .

ان الـ JA و MeJA والاحماض الامينية المرتبطة به والتي يطلق عليها جميعاً Jasmonate تُعرف بانها اشارات مهمة تعبر عن استجابة النبات للاجهادات الحيه وغير الحيه فهي كاشارات Signals للتعبير عن مثبطات البروتينات الدفاعية . ان مستويات JA في النبات تختلف حسب وظيفة النسيج ، مرحلة النمو والتطور ، درجة الاستجابة للمحفزات المناخية حيث انه يتواجد



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

بكميات عالية في الازهار والاعلقة (اعلقة الازهار والبذور) ويكون مرتفعاً ايضاً في كلوروبلاست النبات المعرضه للاضاءة ، كما يزداد مستواه عند الاستجابة للتأثيرات الميكانيكية او الجروح .  
يؤثر JA في كثير من العمليات فهو يؤثر في نضج الثمار ، انتاج حبوب اللقاح ، تثبيط النمو وتحفيز الشيخوخة ، نمو الجذور استجابة النبات للجروح والجهد الحيوي والدفاع ضد الحشرات والجراثيم .  
فضلاً عن دوره في استجابة النبات لنظام المقاومة المكتسبة **Acquired Resistance** فعند تعرض النبات للاصابة الحشرية يتحفز النبات على تحرير JA الذي ينشط التعبير الجيني لمثبطات انزيم البروتينات **Proteinase Inhibitors** وان مثبطات الانزيم البروتيني هذه تمنع او تثبط النشاط البروتيني للانزيمات البروتينية الخاصة بالجهاز الهضمي للحشرات او ما يطلق عليها البروتينات اللعابية وبذلك تمنع من حصول الحشرات على النتروجين اللازم لنموها.  
يعد JA و MeJA من مثبطات النمو او من منظمات النمو المؤدية الى الشيخوخة(على الرغم من اعتراض البعض كونها تتواجد في الانسجة المرستيمية والاوراق الحديثة). لان انتقاله يزداد من الاوراق الى السيقان الارضية او المدادات لنبات البطاطا مما يحفزها على تكوين الدرناات وهذه العملية تعد بداية للشيخوخة لان تكوين الدرناات وتخزين الكربوهيدرات يعد من مظاهر الشيخوخة.  
لقد وجد أن الاضافه الخارجية الـ JA تؤدي الى تثبيط نمو النبات أما عن تأثيراته فهو يؤثر في الحساسيه ، الانفصال ، تكوين الدرناات ، نضج الثمار ، التفاف المحاليق ، تكوين الصبغات فضلاً عن تثبيط أنبات البذور ، نمو الكالس ، نمو الجذور ، البناء الضوئي وتثبيط التمثيل الحيوي لانزيم **Ribulosebis Phosphate Carboxylase** وهو الانزيم الاساس في البناء الضوئي وهذه التأثيرات قد تحدث نتيجة الاجهادات الناتجة عن الاضافة الخارجية لـ JA بتركيز عالية .  
أما عن تأثير MeJA فقد افترض أنه يعمل كهرمون الاثلين كون الاثلين بطبيعته غازية ، اذ ان وجوده في الهواء يحفز التعبير الجيني الذي يثبط انزيم **Proteinase** في نبات الطماطه ، التفاف المحاليق اذ يصل تركيزه في الجو الى 80 نانومول مما يدل على ان النباتات حساسة له.  
هناك دلالات عدة على أن JA هو منظم نمو داخلي يؤدي دوراً في التنظيم الجيني للنبات ، لاسيما وأن تركيز كل من JA و MeJA في النبات مساوي لتركيز ABA وهذا كافي لان يؤثر فسلجياً . أن اختلاف تركيز JA في الانسجة النباتية خلال تطورها قد يكون مرتبطاً بالتعبير الجيني ممثلاً جين VSP في فول الصويا يكون أكثر فاعلية في الانسجة الفتية عندما يكون JA في أعلى مستوى له.



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### العلاقة بين JA و ABA

هناك بعض أوجه الشبه بين الاثنين فكلاهما يثبط النمو وأنبات البذور ، تحفيز الشبخوخة . فمثبطات أنزيم Proteinase مخزون في البذور وفي بروتينات الاجسام الدهنية لنبات اللفت وهي تتحفز بواسطة MeJA و ABA وهذا يدل على وجود تأثير تعاوني بين الاثنين . ومع ذلك فهناك دراسات أظهرت أختلافاً بين MeJA و ABA فمثلاً أن MeJA حفز جينات فول الصويا VSP ولم يحفزها ABA ، بينما يثبط ABA لوحده أنبات بذور نبات Arabidopsis .

### البناء الحيوي لـ JA

تعود الـ Jasmonates الى عائلة مشتقات الاحماض الدهنيه المؤكسجة والتي يطلق عليها Oxylipids والتي تنتج عن طريق الاكسدة الايضية للاحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة . أن تكوين الاحماض الدهنية المؤكسجة في النبات والحيوان متماثلة فالانواع في كلا المملكتين تستعمل Cytochromes P450 و Lipoxigenase (LOX) و Cyclooxygenase (COX) و X - dioxygenase (DOX) كانزيمات في النبات لأكسجنة مواد التفاعل للاحماض الدهنيه المتعددة غير المشبعة . أن نواتج الاكسجنة يتم أيضا خلال الانظمة الانزيمية وغير الانزيمية الى مركبات وسطية ومركبات نهائية .

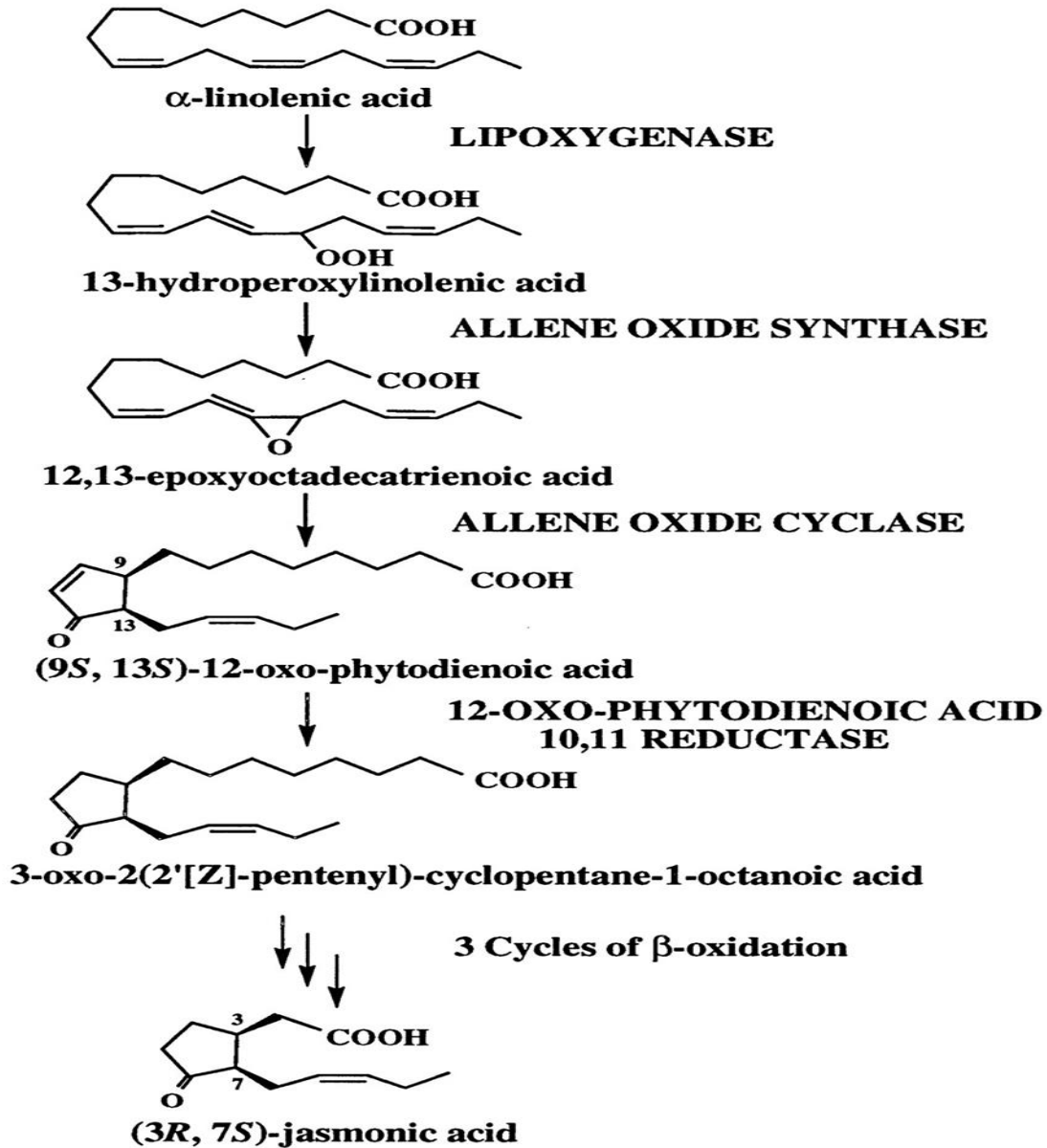




المادة: مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة: أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي: 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

### المحاضرات النظرية



JA البناء الحيوي

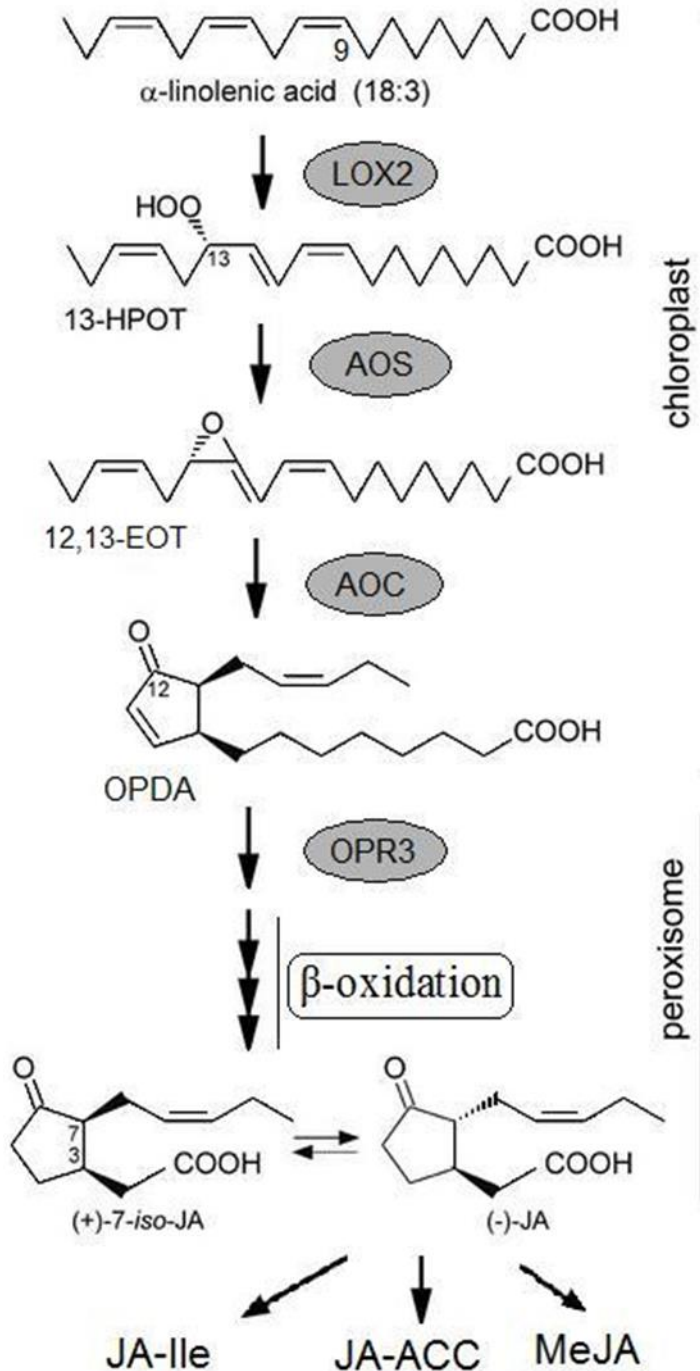




المادة: مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة: أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي: 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

### المحاضرات النظرية



البناء الحيوي ل JA و Me JA



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

### مسار Octadecanoid

أن خلاصة مسار البناء الحيوي لـ JA هي أن الباديء Linolenic Acid الموجود في غشاء البلاستيدات يتحول الى 12-OX0-Phytodienoic Acid (ODP4) الذي يخضع الى عملية أختزال وثلاث مراحل من الاكسدة ليكون JA. علماً بان عمليات تحول اللينولينك الى مركب OPDA تحدث في البلاستيدات أما العمليات اللاحقة فتحدث في البيروكسيسوم Peroxisome.

### دور و فاعلية JA

أن الـ Jasmonates تمثل أوجه متعددة للدفاع أو حماية النبات فهي تعمل كدفاعات مباشرة من خلال JA لتنظيم المواد الكيميائية في النبات التي تتفاعل مباشرة مع من يهاجمه مثل التنظيم الدفاعي ضد القارضات النباتية فالمركبات الكيميائية النباتية التي تتضمن أنزيمات Polyphenol Oxidase (PPOS) تقلل من قابلية هضم نسيج الورقة وأنتاج النيكوتين السام من قبل نسيج النبات. وأن تأثير JA في هذا النوع الدفاعي تتضمن .

1// المعاملة الخارجية للنبات بـ JA تؤدي الى إعادة برمجة التعبير الجيني ولاسيما الجينات المتعلقة بالدفاع والتي تتحفز نتيجة الجروح أو الديدان القارضة.

2// مستوى JA الداخلي يزداد بسرعة عند الجروح أو الاصابات بالمسببات المرضية.

3// المطفرات الوراثية التي تعاني نقصاً في تركيبها الحيوي من JA نقل مقاومتها لقارضات الاوراق.

أن JA يؤدي دوراً مهماً في تنظيم الدفاعات غير المباشرة فمثلاً إضافة JA تشجع على إنتاج الرحيق الزهري الذي يجذب النمل الذي يطرد الحشرات القارضة .

### التأثيرات الفسلجية

أشارت البحوث الى أن إضافة JA له تأثيرات أما تحفيزية أو تثبيطية في العمليات اللازمة لنمو النبات وتطوره ، ونظراً لأن تأثيره يشمل جميع الخلايا لذا يفضل أن يكون التركيز المضاف قليل لكي



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2016/2017

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد – كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

## المحاضرات النظرية

لايؤثر في وظائف JA وMeJA الداخلية التي تنتج طبيعياً في النبات . أن أحد أهم تأثيرات JA هو تثبيط النمو بشكل عام أذ وجد أنه يثبط نمو الجذور وزيادة تراكم صبغة الانثوسيانين ، نقصان محتوى الاوراق من الكلورفيل مع زيادة أنفصالها ، الاسراع في الشيخوخة كما وجد أنه ضروري لنمو وتطور الاجزاء الذكريه قي النبات Arabidopsis والاجزاء الانثوية في الطماطة المطفرة وراثياً.

لوحظ أن رش MeJA بهينة مستحلب أو بخار أظهر مقاومة ضد الميكروبات ولاسيما العفن الاخضر و، وعمل على زيادة تراكم الانثوسيانين والبيتاكاروتين B-Carotenoid. كما وجد أن JA يحد من تأثير الاصابة بالميكورايزا الوعائية. لذا يمكن أن نستنتج ما يلي:

- 1//الجسمونيات Jasmonates منظمات نمو نباتية لها تأثيرات فسلجية عديدة .
- 2//تتكون نتيجة لأستجابة النبات للمؤثرات الخارجية الحية وغير الحية بما في ذلك العوامل البيئية.
- 3//معاملة النبات بهذه المركبات يزيد قابليتها على مقاومة المسببات المرضية .
- 4//تعد محفزات للشيخوخة مثل حامض الابسيسيك ABA.
- 5//زيادة مستوى حامض الجسمونيك (JA) قد تحفز زيادة كمية الحاصل.

**«امثلة عن كيفية حساب تراكيز منظمات النمو»**

### مثال 1

علبة تحتوي على منظم نمو على هيئة محلول تركيز المادة الفعالة فيه 30 % . كم ملتر يجب إضافته في مرشة سعة 10لتر للحصول على تركيز مقداره 300 جزء بالمليون (ملغم.لتر<sup>-1</sup>) .

**الحل:**

$$1\% = 10000 \text{ ملغم.لتر}^{-1}$$

$$30\% = 300000 \text{ ملغم.لتر}^{-1}$$

$$1 \text{ لتر} = 1000 \text{ مللتر}$$



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

### المحاضرات النظرية

10 لتر = 10000 مللتر

التركيز الاول × الحجم الاول = التركيز الثاني × الحجم الثاني

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$300000 \times C_1 = 300 \times 10000$$
$$C_1 = \frac{300 \times 10000}{300000}$$

$$C_1 = 10$$

300000

= 10 ملتر من منظم النمو يجب إضافته

مثال 2

علبة تحتوي على منظم نمو على هيئة محلول تركيز المادة الفعالة فيه 5% كم  
مللتر يجب إضافته لكل غالون ماء للحصول على تركيز مقداره 150 جزء بالمليون  
الحل:

$$1 \text{ غالون ماء} = 3.785 \text{ لتر}$$

$$1 \text{ غالون ماء} = 3785.4 \text{ مللتر}$$

$$5\% = 50000 \text{ مللتر}$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$50000 \times C_1 = 3785.4 \times 150$$

$$C_1 = \frac{3785.4 \times 150}{50000} = 11.4 \text{ مللتر}$$

مثال 3

علبة حاوية على الايثرل بتركيز 21.3% كم مللتر يضاف الى مرشه سعة 10 لتر  
للحصول على التراكيز 1000 و 2000 و 3000 ملغم. لتر<sup>-1</sup>.

الحل:

$$21.3\% = 213000 \text{ ملغم. لتر}^{-1}$$



المادة :. مبادئ علم البستنة  
مدرس المادة :. أ.د. فاروق فرج جمعة  
العام الدراسي :. 2017/2016

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بغداد - كلية الزراعة  
قسم البستنة وهندسة الحدائق  
المرحلة: دراسات عليا

### المحاضرات النظرية

$$10 \text{ لتر} = 10000 \text{ مللتر}$$

$$1 \text{ ح} \times 1 \text{ ت} = 2 \text{ ح} \times 2 \text{ ت}$$

$$10000 \times 1000 = 1 \text{ ح} \times 213000$$

$$213000 \div 10000 \times 1000 = 1 \text{ ح}$$

= 46.95 يقرب الى 47 مللتر يجب اضافة للحصول على تركيز 1000 ملغم .  
لتر<sup>1-</sup>

$$94 = 2 \times 47 \text{ مللتر للحصول على } 2000 \text{ ملغم. لتر}^1$$

$$141 = 3 \times 47 = 3000 \text{ ملغم . لتر}^1$$

#### مثال 4

علبه تحتوي على منظم نمو بهيئة مسحوق قابل للذوبان في الماء بنسبة المادة  
الفعاله فيه 45%. كم باوند من منظم النمو تحتاج لوضعه في مرشه سعتها 100  
غالون للحصول على تركيز مقداره 2000 ملغم .لتر<sup>1-</sup>.  
الحل:

$$2000 \text{ ملغم.لتر}^1 = 2 \text{ غم.لتر}^1$$

$$1 \text{ غالون} = 3.7854 \text{ لتر}$$

$$2 \text{ غرام} \times 3.7854 \text{ لتر} = 7.57 \text{ غم. غالون}^1$$

$$100 \times 7.57 \text{ غالون} = 757 \text{ غم. } 100 \text{ غالون}^1$$

$$1 \text{ باوند} = 454 \text{ غم}$$

$$757 \div 454 = 1.67 \text{ باوند. } 100 \text{ غالون}^1$$

$$\text{تركيز ماده الفعالة} = 45\%$$

$$0.45 \times 1.67 = 3.7 \text{ باوند. } 100 \text{ غالون}^1 \text{ من منظم النمو}$$