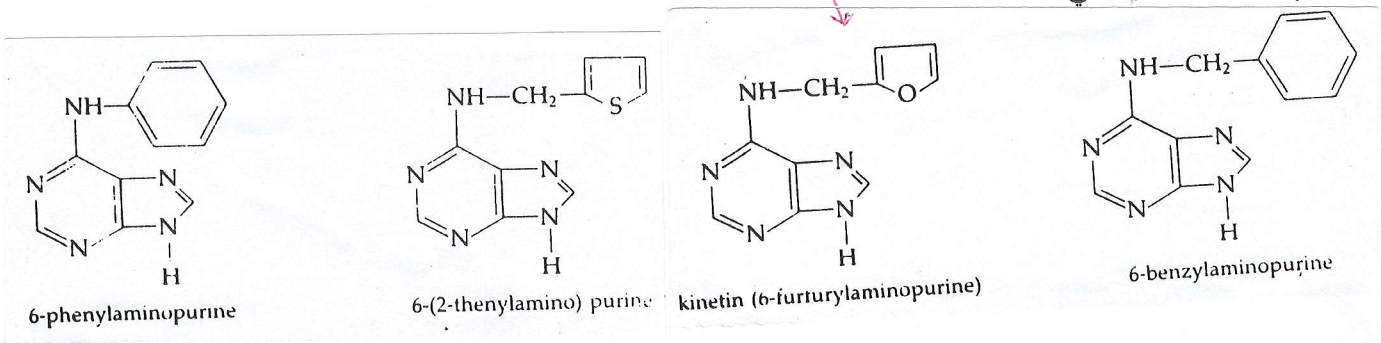
السيتوكينينات Cytokinins

تعريف : هي مواد تعمل على انقسام الخلايا، و تأثيرها قليل أو معدوم على تمددها، و لذلك فهي تختلف عن الأكسينات و الجبريلينات اختلافا واضحا.

قد استطاع Skoog and Miller (1955) من عزل مادة جديدة من الحمض النووي الريبي المنزوع الأكسجين (DNA) و وجدا أنها تسبب انقسام الخلايا في مزارع نسيج التبغ و سميت كينيتين Kinetin و تبين أن الصيغة المفصلة لها هي:



شكل ٢٠ - ١ : الصيغ التركيب كيميائية للكينتين وثلاث من المركبات المناظرة له . هذه المركبات الأربع نشطة فى تشجيع الانقسام الخلوى .

الوظائف الفيزيولوجية للسيتوكينينات

1/ تحفز الخلايا على الانقسام و ذلك في وجود (I A A) حيث يمكن زرع 25–30 ملغ من نسيج ساق التبغ بوجود 3 مكروغرام من الكينيتين و 2ملغ من (I A A) للحصول على حوالي 07غ من النسيج في مدة 4 أسابيع، و قد وجد أن النسج لا تنمو بوجود أحد المركبين دون الآخر.

2/ تعمل على كسر كمون البذور، فمثلا يمكن كسر كمون بذور الخس و حملها على الإنبات بعد إضاءتها بالضوء الأحمر، إلا أنه يمكن استبدال الضوء الأحمر بـ الكينيتين الذي يؤثر على إنبات هذه البذور حتى في الظلام.

3/ تعمل بشكل عام على تحفيز نمو البراعم و البراعم الجانبية بحيث إنها تعمل تشوء البراعم الجانبية و تعطل السيادة القمية، و هذا يعني أن تأثير السيتوكينينات بعكس تأثير الأكسينات.

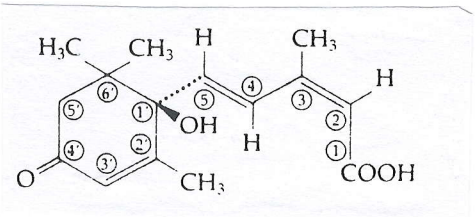
4/ تعمل على تأخير الشيخوخة في الأوراق، إذ أن من علامات الشيخوخة هي تحطيم مادة الكلوروفيل و تكسير البروتين في الأوراق و المثال الواضح هو أخذ أوراق التبغ و وضعها في غرفة رطبة، نلاحظ أنها بدأت بالاصفرار شيئا فشيئا، و لكن عند غطس أعناق الأوراق في محلول السيتوكينينات فإنها تحتفظ بنضارتها و خضرتها لمدة 10 أيام.

5/ تعمل على تحفيز تخليق R N A و البروتين، و قد أثبت ذلك باستخدام النظائر المشعة C^{14} و هذا ما يفسر تأخير الشيخوخة عند النبات.

6/ ان عملية تخلق R N A و البروتين يمكن أن يكون تنشيط للمادة الوراثية بمعنى أن السيتوكينينات تنشط الجينات.

حامض الأبسسيك Abscissic Acid

من الناحية الكيميائية هو من التربينات من نوع Sesquiterpene يحتوي على 15 ذرة كربون و الصيغة المفصلة له كما يلي:



و قد أطلق عليه اسم Dormin لأنه يسبب السبات الشتوي للبراعم

نبذة تاريخية

أثبتت بعض الدراسات أن هناك مواد نباتية معينة تحفز سقوط الأوراق، و لها القدرة على إدخال البراعم السبات الشتوي و لقد قام Addicott and Curns (1963) بتفسير سقوط العلبة في نبات القطن، و قد تمكنا من عزل مادة تعمل على تحفيز سقوطها و في سنة 1965 تمكنا من وضع التركيب الكيميائي لهذه المادة و سميت ب Abscissin II، و بنفس السنة عمل كل من Coknforth and Warig بعزل و تشخيص المادة المسببة للسبات الشتوي للبراعم و قد أطلقا عليها اسم Dormin.

تبين بعد ذلك أن Abscissin II و Dormin من الناحية الكيميائية هما نفس المركب.

الوظائف الفيزيولوجية لحامض الأبسسيك

1/ يسبب كمون البراعم

2/ يثبط بقوة نمو بادرات نبات الشوفان

3/ يثبط التأثير المنشط للجبريلينات

4/ يثبط إنبات بذور الخس، و بعض البذور الأخرى، و قد تمكن التغلب على هذا التثبيط بإضافة الكينيتين

5/ يحفز سقوط الأوراق و الثمار.

6/ يسرع شيخوخة الأوراق المجروحة، و يكون تأثيره هذا أقل عندما يرش على الأوراق السليمة على النبات. و ربما كان ذلك لصعوبة تفاديته إلى الورقة، أو لسرعة تثبيطه هو نفسه في الأنسجة النباتية.

يعتبر حامض الأبسسيك عامل مثبط، أي أنه يتميز بمميزات سلبية، و هو بذلك يعمل عمل مضاد، الا أننا نعتبره من هذه الناحية أنه عمل إيجابي لغرض التوازن في النبات.

فإذا تغلب هذا الهرمون على الهرمونات الثلاثة الأولى فانه يعمل على إعاقة عملية النمو و التطور، و العكس بالعكس.

فمثلا تبدأ كمية الجبريلين في الانخفاض في الأشجار أثناء فصل الخريف بينما تزداد كمية حامض الأبسسيك و هذا حاصل من قصر النهار، فقد وجد في بعض النباتات أنه لا يوجد أي أثر للجبريلين في شهر جانفي و قد وجد كميات من مواد مثبطة مثل حامض الأبسسيك، و تحت تأثير طول النهار فان مادة الجبريلين تبدأ بالازدياد و تنقص مادة حامض الأبسسيك، و تبدأ البراعم بالظهور في فصل الربيع.

غاز الايثلين $CH_2=CH_2$

لقد عرف العلماء منذ زمن قريب أن الايثلين يؤثر على العمليات الفيزيولوجية المختلفة في النباتات ابتداء من الإنبات و حتى إنضاج الثمار.

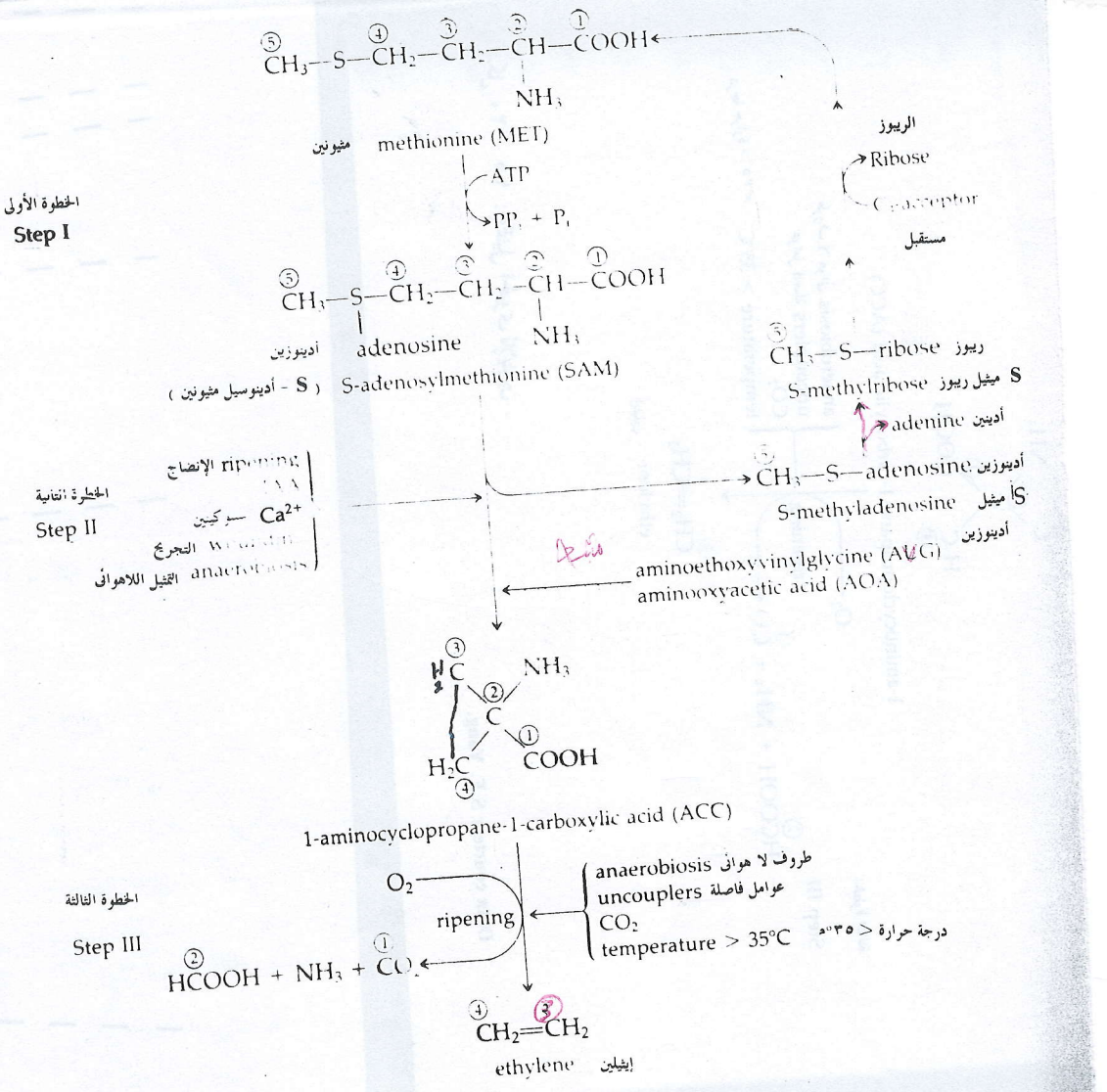
قد أدرك المزارعون القدماء أن هذا الغاز يشجع إنضاج ثمار مختلف أشجار الفاكهة، و أن التفاحة المتجاوزة النضج (الرديئة ، التالفة ، الفاسدة) تشجع تجاوز نضج التفاح المجاور لها من خلال إنتاج الايثلين، و الايثلين بمعنى آخر ينبه و يشجع إنزيمات التحلل و تفكك الخلايا و تفاعلات إنضاج فيزيولوجية أخرى.

بالتأكيد فان الايثلين يختلف تماما في الخواص الطبيعية عن الهرمونات النباتية الأخرى، فعلى درجات الحرارة العادية الملائمة و المناسبة للعمليات الفيزيولوجية يكون الايثلين على الصورة الغازية و أن تركيبه الكيميائي يكون بسيطا ($CH_2=CH_2$) و لكنه يشبه بقية الهرمونات الأخرى من حيث أن الكميات القليلة منه تنتج في الأنسجة النباتية السليمة و تسبب تغيرات جوهرية مثيرة في العمليات النباتية.

اختلاف آخر بينه و بين الهرمونات النباتية الأخرى، ألا و هو أنه ينتشر خارجيا من الأنسجة النباتية بسرعة (بالطبع لأنه إلى الصورة الغازية كما أنه أسهل انتشارا داخل الأنسجة النباتية في حالة إضافته صناعيا خاصة في حالة إنضاج كثير من الثمار صناعيا بعد قطفها خاصة تلك التي لا تنضج على النبات).

يبدو من المحتمل أن العديد من التأثيرات الفيزيولوجية التي قد تنسب إلى الأكسين بمفرده تحدث في الواقع بتأثير الايثلين سواء أكان وحده أو بالتعاون مع الأكسين، هذا بالإضافة فان الايثلين يحدث في المادة الحية بالتجريح و بالاحتكاك (الفرك) و بالتشعيع و بعض الكيماويات التي تتضمن الأكسينات.

التمثيل الحيوي للايثلين



شكل ٢٠ – ١٥ : التمثيل الحيوى للإيثيلين .

Data courtesy S.F. Yang.

التأثيرات الفيزيولوجية للايثلين

1/ إنضاج الثمار(أي التسوية)

تعاني معظم الثمار من ارتفاع حاد في معدل التنفس، ثم ما يلبث أن يهبط بالقرب من نهاية الإنضاج (التسوية) و قد أطلق Kiddop and West (1930) على هذه الظاهرة اصطلاح (طور الارتفاع التنفسي الانضاجي الحرج)و اختصر الاصطلاح إلى (الطور التنفسي الانضاجي الحرج) ثم إلى (طور الإنضاج الحرج) و أصبح هذا الاصطلاح شائعا دوليا و هذا (الطور الإنضاجي الحرج)يعمل كدافع أو محرك في الدخول و تقدم تلك التحولات التي تسرع من تحول الثمرة من حالة عدم النضج إلى حالة النضج (الصالحة للأكل) .

لوحظ قبل اكتشاف و التعرف على الايثلين كناتج طبيعي من النباتات مع شيء من الدهشة أن الثمار الناضجة ينبعث منها **مواد طيارة** تعمل على إسراع إنضاج ثمار أخرى مجاورة لها و قد عرفت هذه المادة بأنها الايثلين، و الذي تم اكتشافه بكميات صغيرة في كل الثمار التي تم اختبارها.

أظهرت القياسات التي أجريت على أنسجة الثمار أثناء نضجها أن كمية الايثلين تكون صغيرة جدا في جميع الأوقات و لكن هذه الكمية تزيد أكثر من 100 مرة قبل (طور الإنضاج الحرج) مباشرة أو أثناءه.

لقد وجد أن بعض الظروف التي تبطئ أو تعيق النضج مثل درجات الحرارة المنخفضة تعيق أيضا إنتاج الايثلين، و أن إضافة الايثلين للثمار غير الناضجة سوف يؤدي إلى ظهور (طور الإنضاج الحرج) و يسرع عملية الإنضاج.

هكذا أصبح من الثابت أن الايثلين يعتبر هرمون إنضاج الثمار الحقيقي، و أن إنضاج الثمار هي عملية ديناميكية نشطة تتضمن ما يلي:

1/ تحلل المواد المخزنة

2/ التليين أو التطرية من خلال التغيرات الإنزيمية للمواد البكتينية

3/ التغيرات الصبغية (الصبغات)

4/ التغيرات في مكونات النكهة

5/ التغيرات الجوهرية المثيرة في معدلات التنفس

6/ حدوث تفاعلات كيموحيوية أخرى.

2/ تساقط الأوراق

إن تساقط الأوراق ما هي إلا عملية ديناميكية تتم من خلال تكوين طبقات من الخلايا البرانشيمية تكـــون في العادة عند قاعدة العنق الورقي، و توجد بمنطقة الانفصال خلايا ذات حجم أصغر من العنـــاصر الوعائيـــة و الألياف مما يؤكد حقيقة أن هذه المنطقة تكون أضعف من المناطق المحيطة بها.

أثناء إنماء و اكتمال نمو الأوراق تتصف الطبيعة الديناميكية الوظيفية لتكوين طبقـــة الانفصـــال بزيـــادة تخليق الإنزيمات المحللة للجدار الخلوي، هذا بالإضافة إلى قلة حساسية الخلايا المسنة إلى التـــأثيرات المنشـــطة للأكسينات و على النقيض من ذلك فان تلك الخلايا تصبح حساسة و تستجيب للايثلين الذي يسرع من الشـــيخوخة و تكوين طبقة الانفصال.

مع بداية التساقط فان إضافة الأكسينات خارجيا تسرع أيضا من عملية التساقط، و هذا التأثير يرجع إلـــى أن الأكسين ينبه و يشجع التخليق الحيوي للايثلين، و بمجرد أن يتركز الايثلين في خلايا طبقة الانفصـــال فانـــه يشجع و ينبه إنتاج إنزيم السليوليز Cellulase الذي يحلل السليلوز و يسبب تقطيع و تمزيـــق الجـــدار الخلـــوي، و بالتالي تنفصل الخلايا و تعمل القوى الميكانيكية مثل الرياح على إتمام عملية انفصال و تساقط الأوراق.

3/ الاستجابات الأخرى

1/ يعمل الايثلين على تثبيط استطالة الجذور و السيقان و الأوراق، و يشجع تكوين الجـــذور العرضيـــة علـــى السيقان.

2/ يثبط ظاهرة الانتحاء الأرضي في البسلة و تثبيط التزهير .

3/ مثبط فعال في نمو البراعم و من هذه الوجهة فربما يكون له تأثير متحكم فـــي الســـيادة القميـــة، و يبـــدو أن الايثلين يكون سائدا في وجوده في الأنسجة الميراستيمية حيث ينتج الأكسين.

4/ عرفنا أن السيتوكينينات يمكنها التغلب على التأثير المثبط للأكسينات على نمو البراعم الجانبيـــة، و أظـــهرت دراسات Burg and Burg (1969) أن تثبيط نمو البراعم الجانبية بالايثلين و الأكسين يتم التغلب عليها بالكامل بإضافة الكينتين، أما الدراسات الأخرى فقد أظهرت أن نمو البراعم الجانبية يمكن أن يحدث جزئيا على نباتـــات البســـلة الكاملة عند وضعها في جو يحتوي على 05% من غاز ثاني أكسيد الكربون حيث يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربـــون مثبط تنافسي Competitive inhibitor للايثلين.