حامض الأبسيسيك

Abscisic acid

تاريخ الاكتشاف:

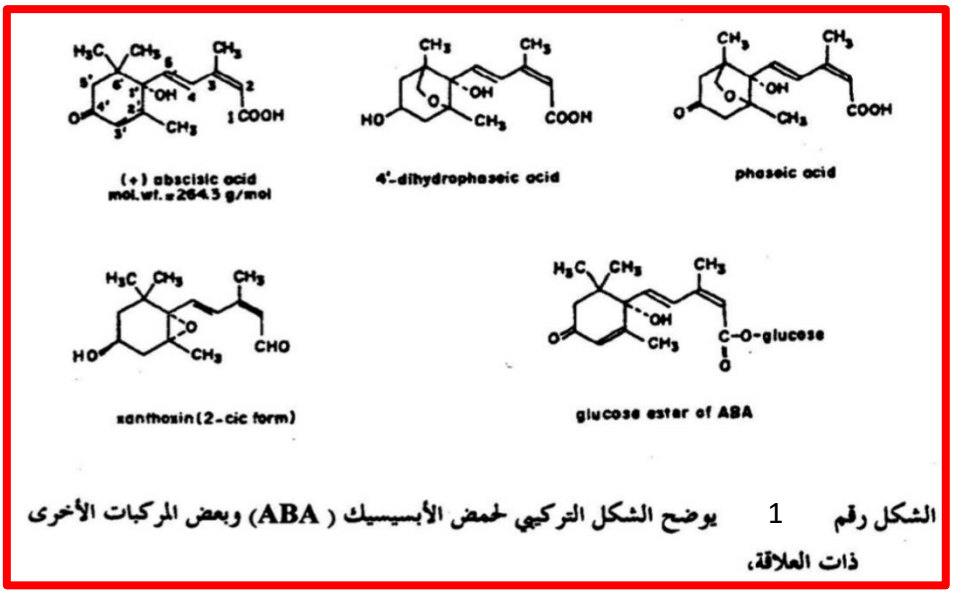
تم اكتشاف حامض الأبسيسيك Abscisic acid (ABA) والتعرف علية وعلى خواصه الكيميائية بواسطة العالم أديكوت (Addicott) في كاليفورنيا، الذي درس مركبات مسؤولة عن تساقط ثمار القطن، وقد أطلق اسم أبسيسين1 على أحد هذه المركبات النشطة، وأطلق اسم أبسيسين2 على المركب الثاني الأكثر نشاطاً. لقد ثبت فيما بعد أن مركب أبسيسين 2 هو حامض الأبسيسيك (ABA). درس الباحثين المركبات التي تسبب سكون (كمون) النباتات الخشبية، وأطلق اسم دورمين (Dormin) للمركب الأكثر نشاطاً، ومجموعة أخرى من الباحثين درسوا المركب (أو المركبات) التي تسبب تساقط الأزهار والثمار في نبات الترمس الأصفر، وسموه لوبين (Lupin) وتم في عام 1964 م تم إثبات أن مركبي الدورمين (Dormin) واللوبين (Lupin) مشابهان لمركب الابسيسين 2، مما جعل مكتشفي هذه المركبات تسميتها باسم حامض الأبسيسيك (ABA).

خصائص حامض الأبسيسيك:

تعمل أعداد لا بأس بها من المواد المختلفة التركيب كيميائياً كمثبطات للنمو، ويعد حامض الأبسيسيك (Abscisc acid) (الشكل 1) من أهم المركبات النباتية ذات التأثير المثبط بقوة، ويوازي في أهميته الأوكسينات، الجبريللينات والسيتوكاينينات كعامل منظم في العمليات الفسيولوجية. يسبب حامض الأبسيسيك (ABA)، غالباً استجابات تساعد في حماية النباتات من الإجهادات، علاوة على أنه يساعد أيضاً في إحداث تكوين أجنة عادية، وتشكيل بروتينات مخزنة في البذور، ويمنع إنبات الكثير من البذور والبراعم ونموها قبل اكتمال نموها. يعد الأبسيسيك مثبطاً قوياً لكثير من العمليات الحيوية.

توزيع حامض الأبسيسيك في النباتات:

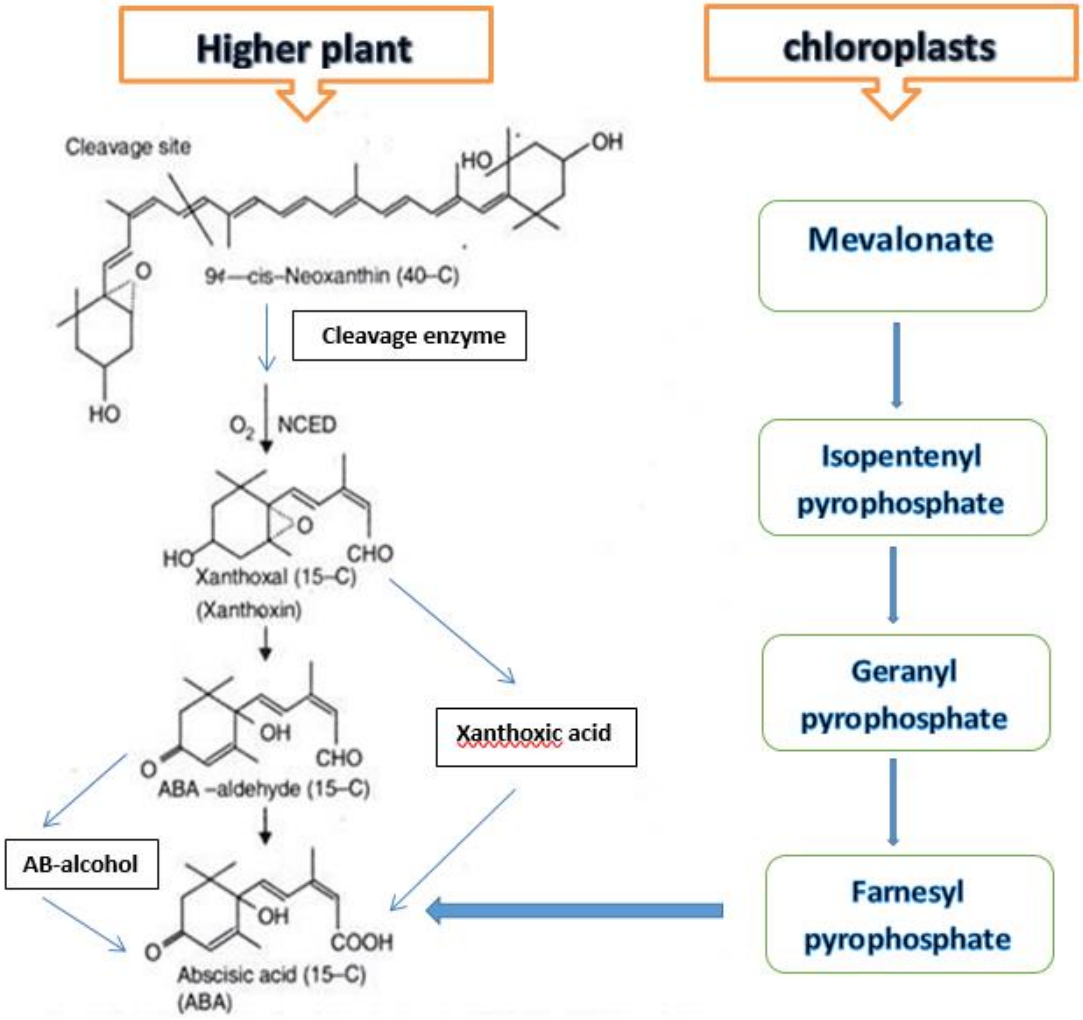
أوضحت الأبحاث وجود الـ (ABA) بصورة أساسية في أوراق النباتات الخشبية، كما أشارت الأبحاث إلى أن هذا المنظم يوجد في جميع النباتات مغطاة البذور وعاريات البذور التي درست، ويوجد أيضاً في السرخسيات والحزازيات وفي بعض الطحالب الخضراء وبعض الفطريات ولا يوجد في البكتيريا.



شكل 1. يبين حامض الابسيسسيك

بناء حامض الأبسيسيك:

يحدث البناء الحيوي لمركبات حامض الأبسيسيك (ABA) في النباتات بشكل غير مباشر بواسطة تكسير Carotenoids (Degradation) معينة (40 ذرة كربون) موجودة في البلاستيدات. العلماء وجدوا أن البلاستيدات الخضراء في الأوراق تحتوي على Carotenoids التي ينتج منها حامض الأبسيسيك (ABA)، بينما توجد في الجذور والثمار وأجنة البذور وبعض أجزاء النبات الأخرى Carotenoids الضرورية في البلاستيدات الملونة (Chromoplastids) أو البلاستيدات عديمة اللون (Leucoplastids) أو البلاستيدات الأولية (Proplastids). لقد أمكن التعرف على بعض من التفاعلات التي تنتج حامض الأبسيسيك (ABA) من Carotenoids ويوضح الشكل 2. مسار البناء المفترض.



شكل 2. البناء الحيوي لحامض الابسيسيك

نقل حامض الأبسيسيك:

يحدث نقل حامض الأبسيسيك (ABA)، بسهولة في نسيج الخشب واللحاء وفي الخلايا البارنكيمية خارج الحزم الوعائية. لا توجد قطبية (Polarity) في الخلايا البارنكيمية (على النقيض من حالة

الأوكسينات)، وبذلك فان انتقال مركبات حامض الأبسيسيك (ABA) داخل النباتات مشابهة لمركبات الجبريللينات.

التأثيرات الفسيولوجية لحامض الأبسيسيك:

أولاً: تنظيم عمل الثغور:

أن الـ ABA يؤدي دوراً رئيسياً في تنظيم غلق الثغور، مما يؤدي إلى الحفاظ على عملية نقص الماء. برزت الدلائل التي أدت إلى ذلك من رش حامض الأبسيسيك الخارجي بتراكيز منخفضة جداً على النباتات إذ أدت هذه المعاملة إلى قلة النتح. لقد عرف، أن قلة النتح تعزى إلى غلق الثغور، مما أدى إلى احتمال اشتراك حامض الأبسيسيك الداخلي في تنظيم عمل الثغور. تغلق الثغور استجابة لحامض الأبسيسيك (ABA) الوارد الى الأوراق من الجذور، وبهذا تحمي النبات من الجفاف. وتتوقف عملية التمثيل الضوئي تقريباً ويصبح نمو البراعم والأفرع الخضرية محدوداً. تشير الآلية المقترحة لعمل الـ ABA إلى أنه يؤدي إلى غلق الثغور بإعاقة ضخ البروتون (Proton) المعتمد على الطاقة من مركب (ATP) في الغشاء البلازمي للخلايا الحارسة. يؤدي في العادة هذا الضخ للبروتونات الى الخلايا الحارسة إلى تدفق وتراكم سريع لأيون البوتاسيوم (K^+)، ومن ثم يحدث تدفق للماء في الخلايا الحارسة مما يؤدي إلى فتح الثغور. حامض الأبسيسيك يعمل في الفراغات البينية على سطح أغشية بلازما الخلايا الحارسة يقلل من تدفق أيون البوتاسيوم (K^+) وهذا بدوره يؤدي إلى تسرب الماء والبوتاسيوم (K^+) إلى الخارج، ويقل امتلاء الخلايا الحارسة ويغلق الثغور.

ثانياً: تأثير حامض الأبسيسيك في الإجهادات:

عند ذبول أوراق النبات يزداد محتوى حامض الأبسيسيك فيها فجأة وقد تصل هذه الزيادة إلى 40 مرة بالمقارنة ببعض منظمات النمو الأخرى. وأن لحامض الأبسيسيك دوراً كهرمون إجهاد، وقد وجد أن إضافة الأبسيسيك ABA خارجياً يسبب غلق الثغور في كثير من الأنواع النباتية، وأن الثغور تبقى مغلقة في الضوء أو الظلام لعدة أيام، في العقود الماضية عرف تأثير نقص الماء في معدل النتح للأوراق النباتية، عند قياس معدل فقد الماء أثناء عملية النتح، وقياس معدل البناء الضوئي، ومعدل النمو، وجد أن هذه المعايير الثلاثة تنخفض بانخفاض المحتوى المائي في النبات. وقد عرف حديثاً ان حامض الأبسيسيك يساهم في تنظيم العمليات السابقة.

ثالثاً: حامض الأبسيسيك وإجهاد الملح والبرودة:

تتوافر الآن دلائل مقنعة ومفادها أن مستويات حامض الأبسيسيك تزداد ليس عندما تكون النباتات مجهدة نتيجة إمداد غير كاف من الماء فحسب، ولكن أيضاً بفعل التربة المالحة وبفعل درجات الحرارة الباردة والصقيع وفي بعض الأنواع النباتية يزداد هذا المستوى حتى بفعل درجات الحرارة العالية. في معظم هذه الأمثلة (وربما في جميعها)، يتمثل الإجهاد الحقيقي في نقص الماء في البروتوبلازم. يؤدي الإجهاد الملحي إلى تكوين بروتينات جديدة عديدة خاصة بروتين وزنه الجزئي منخفض يسمى أوزموتين (Osmotin) الذي يتجمع بكميات كبيرة. واتضح أن وجود الملح مطلوب للحفاظ على بناء الأوزموتين، لكن عندما يضاف حامض الأبسيسيك خارجياً بغياب الملح يتوقف البناء.

رابعاً: تأثير حامض الأبسيسيك في سكون البذور:

لا تنبت بذور الكثير من النباتات بعد النضج، حتى وان توفرت الرطوبة ودرجة الحرارة وكمية الأوكسجين الملائمة للإنبات والنمو. يحدث السكون للبذور بسبب ظروف معينة داخل البذرة. عرفت عوامل كثيرة تسبب هذا السكون منها عدم نفاذية غلاف البذرة للماء والغازات، عدم النضج التام للأجنة، والاحتياج إلى فترة بعد النضج (After ripening) للخزن في الظروف الجارية، والمقاومة الميكانيكية لأغلفة البذرة ووجود المثبطات، سواء في أغلفة البذرة أو الأنسجة المحيطة بها. ومما يؤثر على السكون أيضاً، التعرض إلى الضوء أو عدمه والتعرض إلى البرودة في الظروف المائية.

أجريت دراسة مكثفة على نمو الأجنة بعد التلقيح بإزالة الأجنة الناقصة النمو وتنميتها في بيئة مغذية باستخدام تقنية زراعة الأنسجة. خلال العقدين السابع والثامن من القرن العشرين، أجريت دراسات تتعلق بالأهمية المحتملة لحامض الأبسيسيك في إحداث سكون البذرة. إذ يعد حامض الأبسيسيك المضاف خارجياً عاملاً فعالاً في تثبيط إنبات البذور في كثير من الأنواع النباتية. علاوة على ذلك، أشارت بعض الدراسات إلى أن مستوياته تقل في بعض البذور عندما يكسر السكون بفعل المعاملات البيئية (على سبيل المثال، التعرض للضوء أو البرودة وغيرها)، لكن أظهرت دراسات أخرى، باستعمال أنواع أخرى من النباتات عدم انخفاض حامض الأبسيسيك (ABA). يستخلص من هذه النتائج أن حامض الأبسيسيك (ABA) يسبب سكون البذرة في بعض الأنواع النباتية ولا يفعل الشيء نفسه في أنواع أخرى، إذ ان هناك مركبات أخرى كثيرة تشارك في السكون.

خامساً: تأثير حامض الأبسيسيك في سكون البراعم النباتية:

لقد أوضحت النتائج الأولية للعالم ويرنج ومساعديه، التي أدت إلى اكتشاف الدورمين، إي (ABA)، أن مستويات هذا المركب ازدادت كثيراً في الأوراق والبراعم عندما حدث سكون للبراعم في الأيام القصيرة نسبياً، خاصة في أواخر فصل الصيف. وجد ويرنج ومساعدوه، ايضاً أن الإضافة المباشرة للأبسيسيك إلى البراعم غير الساكنة يسبب لها السكون. تشير هذه النتائج إلى أن حامض الأبسيسيك يعد منظم للنمو يؤدي إلى سكون البراعم. يبنى الأبسيسيك في الأوراق المتكشفة وينتقل إلى البراعم ليستحث السكون (Dormancy). توضح بعض الدراسات التي استخدم فيها الكربون المشع C^{14} لحامض الأبسيسيك أن جزءاً بسيطاً من المادة المشعة يتحرك من الأوراق إلى البراعم عندما يبدأ السكون.

سادساً: انفصال الأوراق والثمار:

وجد في ثمار القطن (*Gossypium hirsutum*) أن المستويات العالية للـ ABA تتسبب في العلاقة المباشرة بإجهاض وانفصال الأوراق والثمار الفتية وشيخوخة الثمار الناضجة وتفتحها ووجد أن الثمار الفتية التي تنفصل تحتوي على كمية من الـ ABA في منطقة الانفصال واستنتج أنه من المحتمل ألا يكون لحامض الأبسيسيك دور مباشر في إحداث الانفصال، فضلاً عن أنه يعمل بطريقة غير مباشرة بإحداث شيخوخة (Senescence) للخلايا في العضو الذي يسقط والذي بدوره يحفز زيادة إنتاج الأيثيلين. تجدر الإشارة إلى أن الإضافة الخارجية لحامض الأبسيسيك إلى الأوراق المقطوعة ينتج عنها الإسراع في شيخوختها، وذلك بفقدان الكلوروفيل والبروتينات. وربما يؤدي تكسير المركبات الكبيرة إلى حدوث انفصال الأوراق المصفرة، وذلك بسبب تحفيز الـ ABA إلى هدم الصفائح الوسطى بتنشيط تكوين بعض الإنزيمات المتعلقة بهدم الخلايا مثل Cellulase والبكتينيز (Pictinaase) والبروتيز (Protease).