KINGDOOM OF SAUDI ARABIA
King Saud University
College of Sciences - Botany and Microbiology Dep.

Plant growth and regulators
BOT 373

Lecture 8

The growth inhibitors
مثبطات النمو

- In addition to growth stimulants, plant tissues contain relatively large quantities of substances that inhibit or inhibit growth.
- These substances have been found to cooperate with the stimulants in regulating plant growth at various stages.
- Some inhibitory substances have been extracted and identified, some of which inhibit germination and others inhibit growth.
- Examples of germination inhibitors include coumarin, while growth inhibitors include abscisic acid.

مثبطات ومحفزات نمو النبات

بالإضافة إلى **منشطات النمو**، تحتوي أنسجة النبات على كميات كبيرة نسبيًا من المواد التي **تثبط** أو **تعيق النمو**.

وقد تبين أن هذه المواد **تتعاون** مع المنشطات في تنظيم نمو النبات في المراحل المختلفة. تم استخلاص وتحديد بعض المواد المثبطة، والتي **يمنع** بعضها **الإنبات** والبعض الآخر يثبط **النمو**.

تشمل الأمثلة على **مثبطات الإنبات الكومارين** (Coumarin)، بينما تشمل **مثبطات النمو حمض الأبسيسيك** (Abscisic acid).

Abscisic acid حمض الابيسيسك

- Abscisic acid was discovered in 1965 AD when **Addicott** and a group from the University of California were able to study the phenomenon of leaf and fruit shedding in cotton plants.

اكتشاف حمض الأبسيسيك (Abscisic Acid - ABA)

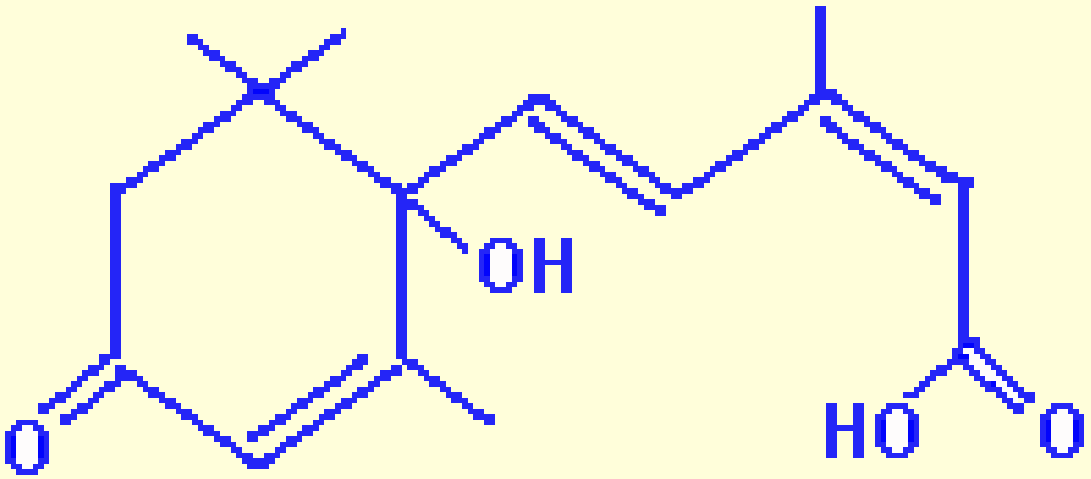
اكتُشِف حمض الأبسيسيك (ABA) في عام 1965 م، عندما تمكن فريق بحثي بقيادة **أديكوت (Addicott)** من **جامعة كاليفورنيا** من دراسة ظاهرة **تساقط الأوراق والثمار** (Shedding/Abscission) في نباتات القطن.

نقطة إضافية للمعلومة:

يُعد حمض الأبسيسيك (ABA) أحد أهم الهرمونات النباتية، ويُلعب دورًا محوريًا في تنظيم:

- **الإجهاد البيئي** (Environmental Stress)
- **السكون** (Dormancy) في البراعم والبذور.

The common compound : التركيب الشائع



Abscisic acid (ABA)

- **Sites of ABA Synthesis**:
- **Chloroplasts** are the site of ABA synthesis.
- When intact chloroplasts were isolated from avocado tissue, they were capable of synthesizing ABA when fed or treated with **mevalonic acid**.
- It was also found that intact chloroplasts isolated from bean leaves were capable of synthesizing ABA**.**

مواقع تخليق حمض الأبسيسيك (ABA)

يُعد **البلاستيدات الخضراء (Chloroplasts)** هي **موقع تخليق** حمض الأبسيسيك (ABA).

- عندما تم عزل **بلاستيدات خضراء سليمة** من أنسجة **الأفوكادو**، كانت قادرة على تخليق ABA عند تغذيتها أو معالجتها **بحمض الميفالونيك (Mevalonic acid)**.
- كما وُجد أن البلاستيدات الخضراء السليمة المعزولة من أوراق **الفول** كانت قادرة أيضًا على تخليق ABA.

The ABA transport: نقل الهرمون

- Its transport has been demonstrated to be systemic in any direction. In other words, it does not demonstrate **polar transport.**
- It is conveyed at a rapid pace through phloem tissue and can also be transported through xylem tissue.
- It can also be transmitted from one cell to another, particularly parenchyma cells.
- Consequently, its detection in any tissue or cell does not necessarily imply that synthesis is taking place in these cells, as it can be transported to them.

🚀 انتقال حمض الأبسيسيك (ABA)

لقد ثبت أن انتقال حمض الأبسيسيك **جهازي (Systemic)** ويكون **في أي اتجاه**. بعبارة أخرى، فإنه **لا** يُظهر انتقالاً **قطبياً (Polar transport)**.

- يُنقل حمض الأبسيسيك بسرعة عبر **أنسجة اللحاء (Phloem tissue)**.
- يمكنه أيضاً أن ينتقل عبر **أنسجة الخشب (Xylem tissue)**.
- بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن ينتقل من **خلية إلى أخرى**، وخاصةً **الخلايا البرنشيمية (Parenchyma cells)**.

النتيجة: وبناءً على ذلك، فإن الكشف عن وجود حمض الأبسيسيك في أي نسيج أو خلية **لا يعني بالضرورة** أن **التخليق** يحدث في هذه الخلايا، حيث يمكن أن يكون قد **نُقل** إليها.

Physiological effects of abscisic acid

- **Cell division:**

Abscisic acid prevents cell division and halts it by inhibiting the production of division-specific enzymes activated by gene-activating hormones.

- **Elongation:**

It prevents elongation by inhibiting cell wall extension in two ways: by **affecting cell wall cohesion-reducing enzymes** and by **weakening the hydrogen pump**, which changes the pH of the medium to an acidic medium for cell wall extension.

- It antagonizes the action of auxin in elongation.

🧬 الآثار الفسيولوجية لحمض الأبسيسيك (ABA)

يُعد حمض الأبسيسيك (ABA) مثبطاً قوياً للنمو وله تأثيرات رئيسية على العمليات الخلوية كما يلي:

1. تأثيره على الانقسام الخلوي (Cell Division)

يمنع حمض الأبسيسيك **الانقسام الخلوي** ويوقفه عن طريق **تثبيط إنتاج الإنزيمات الخاصة بالانقسام**، والتي يتم تنشيطها بواسطة الهرمونات المنشطة للجينات.

2. تأثيره على الاستطالة الخلوية (Elongation)

يمنع حمض الأبسيسيك **استطالة الخلايا** من خلال **تثبيط تمدد الجدار الخلوي** بطريقتين رئيسيتين:

- **التأثير على الإنزيمات:** يؤثر على الإنزيمات التي تقلل من **تلاصق الجدار الخلوي** (Cell wall cohesion).
- **إضعاف مضخة الهيدروجين:** يضعف عمل **مضخة الهيدروجين (Hydrogen pump)**، وهي المضخة المسؤولة عن تغيير درجة حموضة الوسط (pH) إلى وسط حمضي ضروري لتمدد الجدار الخلوي.

بشكل عام، فإن حمض الأبسيسيك **يُضاد (antagonizes)** عمل **الأوكسين (Auxin)** في عملية الاستطالة.

➢ Differentiation:

It inhibits differentiation by inhibiting the activity of enzymes involved in division, elongation, and differentiation, and by disrupting the action of cell differentiation stimulants such as gibberellins, cytokinins, and auxin.

⚙ تأثير حمض الأبسيسيك (ABA) على التمايز الخلوي (Differentiation)

يُعد حمض الأبسيسيك مثبطًا لعملية **التمايز (Differentiation)** من خلال آليتين رئيسيتين:

1. **تثبيط نشاط الإنزيمات:** يثبط نشاط الإنزيمات المشاركة في عمليات **الانقسام** و **الاستطالة** و **التمايز**.
2. **تعطيل عمل المنشطات:** يعطل عمل منشطات التمايز الخلوي مثل **الجبريلينات (Gibberellins)** و **السيتوكينينات (Cytokinins)** و **الأوكسين (Auxin)**.

ملاحظة: يُظهر حمض الأبسيسيك بوضوح دوره كهرمون **مثبط للنمو (Growth Inhibitor)** من خلال معارضته المباشرة لعمل الهرمونات المحفزة الأخرى.

Flowers:

- Its role is highlighted in preventing flowering, especially during colder seasons or short days. This can lead to failure to form flowers and flower drop.
- ABA treatment has been found to inhibit flowering in some long-day plants, such as spinach for example .

Fruit formation:

Abscisic acid inhibits fruit growth, fruit set, and subsequent ripening, and causes fruit drop by building up an abscission layer.

🌸 تأثير حمض الأبسيسيك (ABA) على الأزهار والثمار

يُظهر حمض الأبسيسيك (ABA) دوره كمثبط رئيسي في العمليات التناسلية للنبات:

1. الأزهار (Flowers)

يبرز دور حمض الأبسيسيك في **منع الإزهار**، خاصةً خلال المواسم الأكثر برودة أو في **النهار القصير**. يمكن أن يؤدي هذا التأثير إلى **فشل في تكوين الأزهار وتساقط البراعم الزهرية**.

- وُجد أن المعالجة بـ ABA تثبط الإزهار في بعض نباتات **النهار الطويل (Long-day plants)**، مثل **السبانخ** على سبيل المثال.

2. تكوين الثمار (Fruit formation)

يؤثر حمض الأبسيسيك سلبًا على نمو الثمار وتطورها:

- يثبط نمو الثمار وعقدها (Fruit set) ونضجها اللاحق.
- يتسبب في **تساقط الثمار** عن طريق بناء **طبقة الانفصال (Abscission layer)**.

The descent of a leaf

The concentrations of ABA in cotton plants double during the growth and formation of bolls.

2- Increases the activity of invertase, which is the enzyme that breaks down sugar into glucose and fructose.

3- Kinetin works on the flexibility of the cell wall, which encourages the swelling and expansion of the cotyledons.

نقاط فسيولوجية متفرقة (حمض الأبسيسيك والإنزيمات)

١- حمض الأبسيسيك وسقوط الأوراق/الثمار

تتضاعف تراكيز حمض الأبسيسيك (ABA) في نباتات القطن أثناء نمو وتكوين اللوز (Bolls).

(هذه الزيادة في تركيز ABA هي التي تحفز تكوين طبقة الانفصال وتؤدي إلى سقوط الثمار والأوراق، وهو ما يشير إليه العنوان "The descent of a leaf").

٢. تأثير على إنزيم الإنفرتيز:

يزيد (حمض الأبسيسيك/عامل آخر) من نشاط إنزيم الإنفرتيز، وهو الإنزيم الذي يقوم بتكسير السكر إلى **جلوكوز** و **فركتوز**.

- **السياق:** ارتفاع نشاط هذا الإنزيم عادةً ما يرتبط إما بتعزيز النمو في منطقة معينة (لتوفير الطاقة) أو، في سياق ABA، قد يرتبط بزيادة التحلل الهيكلي كجزء من عملية الشيخوخة أو التساقط.

٣. تأثير الكينيتين على الفلقات

يعمل الكينيتين (Kinetin) (*وهو أحد أنواع السيتوكينينات*) **على مرونة الجدار الخلوي، مما يشجع على انتفاخ وتمدد الفلقات (Cotyledons).**

السياق: الكينيتين والسيتوكينينات هي هرمونات محزرة للنمو، وتأثيرها على مرونة الجدار الخلوي يسمح للخلايا بامتصاص الماء والتضخم، وهو أمر ضروري لنمو الفلقات وبدء نمو البادرة.

Seed dormancy:

ABA inhibits the germination of many plant seeds, such as ‘Great Lakes lettuce’ seeds. Dormant seeds contain ABA, as do fruit walls. Apple seeds remain dormant until exposed to cold temperatures. These dormant seeds contain ABA, and during cold temperatures, its concentration decreases and gibberellins increase.

💤 سكون البذور (Seed Dormancy)

يلعب حمض الأبسيسيك (ABA) دوراً حاسماً في **سكون** العديد من بذور النباتات:

- **تثبيط الإنبات:** يثبط ABA إنبات العديد من بذور النباتات، مثل بذور **الخس من نوع 'غريت ليكس' (Great Lakes lettuce)**.
- **مواقع التواجد:** تحتوي **البذور الساكنة** (Dormant seeds)، وكذلك **جدران الثمار** (Fruit walls)، على حمض الأبسيسيك.

🍎 حالة بذور التفاح (Apple Seeds)

تُعد بذور التفاح مثالاً واضحاً للتغيرات الهرمونية أثناء كسر السكون:

1. **السكون:** تبقى بذور التفاح في حالة سكون حتى **تتعرض لدرجات حرارة منخفضة** (عملية تُعرف بالترقيد البارد أو Stratification).
2. **التغير الهرموني:** تحتوي هذه البذور الساكنة على ABA، وخلال التعرض لدرجات الحرارة المنخفضة:
   - **تنخفض** تركيزات ABA.
   - **تزداد** تركيزات **الجبريلينات (Gibberellins)**.

Bud dormancy:

Bud dormancy occurs in deciduous plants and woody trees during the fall.

The bud stops growing, and the growing tip of the bud and the vegetative part of the bud become covered with scaly leaves.

Aging:

ABA accelerates the loss of chlorophyll, accelerates the senescence process, and leads to leaf and fruit drop. It also inhibits shoot tip growth in grass seedlings, rice seedlings, and others.

🌳 الآثار الفسيولوجية لحمض الأبسيسيك (ABA)

1. سكون البراعم (Bud Dormancy)

يحدث سكون البراعم في **النباتات متساقطة الأوراق** و**الأشجار الخشبية** خلال **موسم الخريف**.

- تتوقف البراعم عن النمو.
- تصبح **القمة النامية للبرعم** والجزء الخضري منه **مغطاة بأوراق حرشفية (Scaly leaves)**.

ملاحظة: *يلعب ABA دورًا أساسيًا في بدء هذا السكون لحماية البرعم من ظروف الشتاء القاسية).*

2. الشيخوخة (Aging/Senescence)

يعمل حمض الأبسيسيك على تسريع عملية الشيخوخة ويسهم في تساقط الأعضاء النباتية:

- **تسريع فقد الكلوروفيل** وتسريع عملية **الشيخوخة (Senescence)**.
- يؤدي إلى **تساقط الأوراق والثمار**.
- يثبط نمو **قمة الساق (Shoot tip)** في بادرات الحشائش وبادرات الأرز وغيرها.

- Auxin plays a prominent role in preventing the formation of the abscission layer in leaves and fruits.
- If the concentration of the abscission hormone in the plant **exceeds auxin**, it begins to stop the role of auxin and prevent the activity of the enzymes specific to the auxin hormone or activate the enzymes that break down the growth-stimulating hormones, as it breaks down the hormone and thus the abscission layer begins to form.

⚖️ التوازن بين الأوكسين وحمض الأبسيسيك (ABA) في الانفصال

يلعب **الأوكسين (Auxin)** دورًا بارزًا في **منع تكوين طبقة الانفصال (Abscission layer)** في الأوراق والثمار.

آلية عمل حمض الأبسيسيك (ABA) لتكوين طبقة الانفصال:

إذا تجاوز **تركيز هرمون الانفصال (ABA)** في النبات تركيز **الأوكسين**، يبدأ حمض الأبسيسيك في:

1. **إيقاف دور الأوكسين** وتثبيط نشاط الإنزيمات الخاصة به.
2. **أو** تنشيط الإنزيمات التي **تكسر** الهرمودات المحفزة للنمو (مثل الأوكسين).

وبمجرد أن يقوم حمض الأبسيسيك بتكسير الهرمون المحفز (الأوكسين)، **تبدأ طبقة الانفصال في التكون**، مما يؤدي إلى تساقط العضو النباتي.

خلاصة: إن تحديد ما إذا كان العضو النباتي سيبقى ملتصقًا أم سيسقط يعتمد بشكل حاسم على **النسبة (Ratio)** بين الأوكسين المثبط للانفصال وحمض الأبسيسيك المحفز للانفصال.