

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة



جامعة المنصورة
كلية الزراعة
قسم فسيولوجيا النبات

Plant Growth Regulators

منظمات النمو والأزهار

دكتور

محب طه صقر

أستاذ فسيولوجيا النبات

كلية الزراعة – جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

إهداء

أهدى هذا الإنتاج العلمي إلى المكتبة
العربية وأبنائي من طلاب العلم إبتغاء
مرضاه الله سبحانه وتعالى.

والله الموفق

د. محب طه صقر

أستاذ فسيولوجيا النبات

كلية الزراعة جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار، الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

الأوكسينات النباتية Phytohormones

=====

لوحظ أن معظم الإستجابات الفسيولوجية فى النباتات ترجع إلى مركبات ذات نشاط أوكسينى ومن هذه الإستجابات: أستطالة خلايا السيقان والأوراق والجذور ، تكشف الخلايا والأعضاء فى تكوين الأزهار ونمو الجنين ، تساقط الأوراق ، الإنتحاءات ، تكوين الثمار اللابذرية ، السيادة القمية. والهرمونات والأوكسينات مواد عضوية كيميائية تتواجد بصورة طبيعية فى الأنسجة النباتية ومنها ما هو منشط ومنها ما هو مثبط. كما أمكن أيضاً أستحداث مركبات كيميائية لها نشاط مشابه للهرمونات الطبيعية. ونظراً لكثرة عدد هذه المواد أمكن وضع بعض التعريفات العلمية والتى تحدد نشاط تلك المواد ومن هذه التعريفات:—

١ — منظمات النبات Plant regulators

هى مركبات عضوية غير المغذيات والتى بكميات صغيرة تشجع promote أو تثبيط inhibit أو تحور modify العمليات الفسيولوجية فى النبات.

٢ — الهرمونات النباتية Phytohormones

هى مواد تنتجها النباتات والتى بكميات صغيرة تنظم العمليات الفسيولوجية النباتية وهى تتحرك خلال النبات من أماكن تخليقها إلى أماكن عملها.

٣ — منظمات النمو Growth regulators أو مواد النمو Growth substances هى مواد تؤثر على النمو.

٤ — هرمونات النمو Growth hormones هى الهرمونات التى تنظم النمو.

٥ — منظمات التزهير Flowering regulators هى المنظمات التى تؤثر على الأزهار.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

٦ - هرمونات التزهير **Flowering hormones** هي الهرمونات التي تشجع منشآت الأزهار وإنمائها.

٧ - الأوكسين **Auxin** هي مواد لها القدرة على تنشيط إستطالة الخلايا في الإتجاه الطولى زيادة غير عكسية.

الأكسينات Auxins

الأكسينات هي أول نوع من الهرمونات تم إكتشافه. وكلمة أوكسين auxin يونانية معناها ينمو To grow. ثم أطلق هذا اللفظ على هرمون النمو الذى ينتج فى قمة غمد الشوفان. ولقد ثبت أن الأوكسينات توجد فى جميع النباتات الراقية وليس فى بادرات النجيليات فقط.

ويمكن تعريف الأوكسين طبقاً للعالم Thimann. 1969 كالتالى:

يستعمل لفظ أوكسين للدلالة على المادة العضوية التى تزيد النمو زيادة غير عكسية على طول المحور الطولى إذا أعطيت تركيزات ضئيلة (أقل من ٠.٠٠١ مول) لسيقان نباتات أمكن تخليصها أو خالية بقدر الإمكان من مسببات النمو الداخلية.

ولقد وجد Kogl أن البول الأدمى يحتوى على IAA حيث أمكن إستخلاص ٤٠ ملليجرام IAA من ٣٠ جالون بول أدمى. كما أمكن للعالم Thimann إستخلاص IAA من مزارع الفطر *Rhizopus suinus* ومن الثابت حالياً أن الأوكسينات توجد فى جميع النباتات الراقية. ويعتبر الطرف القمى المرستيمى المصدر الرئيسى لإنتاج الأوكسين، كما تعتبر الأجنة نوعاً آخر من المرستيمات التى تنتج كميات كبيرة من الأوكسين ولقد أوضح العالم Nitsch أن الأجنة تعتبر الموقع الرئيسى لإنتاج الأوكسين فى ثمار التفاح والشليك. كما أوضح العالم Hemberg أن أجنة البذور تعتبر مصدراً هاماً لإنتاج الهرمونات النباتية.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

ويطلق لفظ أوكسين على مجموعة من المركبات تتشابه كثيراً في تأثيرها الفسيولوجي رغم

تباينها في تركيبها الكيميائي ومن بين هذه المواد الأحماض الأتية ومشتقاتها:

Indole acetic acid , Benzoic acid , Naphyl acetic acid and phenoxy acetic acid.

Synthetic auxins

الأكسينات المخلقة تتنوع في تركيبها الكيماوى وللسهولة يمكن وضعها في خمسة مجموعات رئيسية

هى:

١ – **Indol acids**: ومن أمثلتها IAA – IBA – IPyA.

٢ – **Naphthalene acids**: ومن أمثلتها NAA – Naphthoxy acetic acid.

٣ – **Chlorophenoxy acids**: ومن أمثلتها 2.4-D والمركبان الأتيان:

- 2.4.5-T (Trichlorophenoxy acetic acid).

- MCPA (2- methyl 4- Chlorophenoxy acetic acid).

٤ – **Benzoic acids**

٥ – **Picolonic acids**

المجموعة الثالثة: مركبات هذه المجموعة لها نفس تأثير IAA المنشط عند إستخدام التركيز

الفسيولوجي الأمثل ويمكن أستخدامها كمبيدات حشائش عند إستخدام التركيزات المرتفعة منها.

المجموعة الرابعة: وهى مركبات البنزويك مثل – 2.4.6 & 2.3.6 trichlorobenzoic acid

Dicamba تعتبر من مبيدات الحشائش القوية وخاصة المركب الأخير Dicamba والذى يصبح

فعالاً ومؤثراً في حالة النباتات المعمرة ذات الجذور المتعمقة مثل – Cirslum arvense

Convolvulus arvensis والذى يفشل المركب 2.4-D في مقاومتها.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

المجموعة الخامسة: ومنها مركبات هرمونية وفي نفس الوقت مبيدات حشائش مثل picloram ويعرف أيضاً بإسم Tordon ويعتبر من أهم مبيدات الحشائش المتخصصة ذات الفعالية القوية. ولقد لوحظ 2.4.D , 2.4.5-T من مبيدات الحشائش المتخصصة فهي فعالة جداً فى حالة النباتات ذوات الفلقتين وغير فعالة فى معظم نباتات ذوات الفلقة الواحدة حيث وجد أن التركيز الفعال من 2.4.D كمبيد حشائش والذي يسبب قتل النباتات ذوات الفلقتين لا يسبب أضرار لذوات الفلقة الواحدة، ويلزم رفع هذا التركيز كلى يصبح ضاراً بالمجموعة الأخيرة من النباتات.

الأوكسينات المرتبطة:

من أمثلة الأوكسينات المرتبطة فى الأنسجة النباتية

- معقد الأوكسين والأحماض الأمينية.
- معقد الأوكسين والسكريات.
- معقد الأوكسين والكحولات السكرية.
- معقد الأوكسين والمركبات البروتينية.

وتتميز الأوكسينات المرتبطة بالآتى:

- تتطلق منها الأوكسينات الحرة بعد تعرضها للتحلل المائى أو التحلل الإنزيمى.
- ترتبط مع مركبات الخلية وتمثل مخزوناً غير سام للأوكسين.
- تتكون هذه المركبات أصلاً من إتحاد IAA الزائد مع بعض مكونات الخلية.
- هذه المركبات غير نشطة أوكسينياً إلا إذا تم إنطلاق IAA منها.

العلاقة بين نشاط الأوكسين وتركيبه الجزيئى

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

لكى يطلق على مادة ما أوكسينا أو تظهر نشاطاً مشابهاً للأوكسين يجب أن يتوفر فى تركيبها الجزيئى عدة شروط هى:

- ١ - أن تكون ذات تركيب حلقي.
- ٢ - أن توجد بالحلقة رابطة زوجية غير مشبعة على الأقل وأن تكون مجاورة للسلسلة الجانبية وتمثل الحلقة الجزء غير القطبى ولها خواص سطحية نشطة.
- ٣ - يرتبط بالحلقة سلسلة جانبية تنتهى بمجموعة كربوكسيل حمضية (COOH) أو أى مجموعة أخرى يسهل تحويلها إلى مجموعة كربوكسيل أو تنتهى بمجموعة سلفونيك أو فوسفات.
- ٤ - وجود ذرة كربون واحدة على الأقل بين الحلقة ومجموعة الكربوكسيل.
- ٥ - يجب أن تتصف بتركيب بنائى ووضع فراغى محدد بين السلسلة الجانبية والحلقة يسمح له بإجراء التفاعل.

قد تنطبق الشروط السابقة على الأوكسينات المخلفة إلا أن الأبحاث الحديثة تدل على أن الشروط السابقة ليست شروطاً مطلقة وهناك العديد من الإستثناءات مثل:

أولاً: التركيب الحلقي:

أوضح الكثير من العلماء أنه ليس بالضرورة وجود حلقة البنزين غير المشبعة كما فى مركبات الإندول والبنزويك والفينوكس والبيكولونيك، بدليل وجود بعض المركبات الأليفاتية حيث توجد فى صورة سلسلة ولا يوجد بها تركيب حلقي ويظهر لها نشاط أوكسينى مثل المركب .Carboxy methyl N-N-dialkyldithio – Carbamate.

وقد يوجد التركيب الحلقي فى المركب وأيضاً تكون الحلقة غير مشبعة ولكن لا يظهر نشاط لهذا المركب نظراً لدخول المجاميع الاستبدالية على الحلقة ومثال ذلك مركبات الفينوكس حيث نجد

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

أن مركب Phenoxy acetic acid ، الإستبدال به الوضع Meta يزيد النشاط بدرجة كبيرة وكذلك الوضع Para بينما الوضع Ortho يكون أقل نشاطاً وينعدم النشاط إذا تم الإستبدال في الوضعين Ortho كما في 2,6-D .

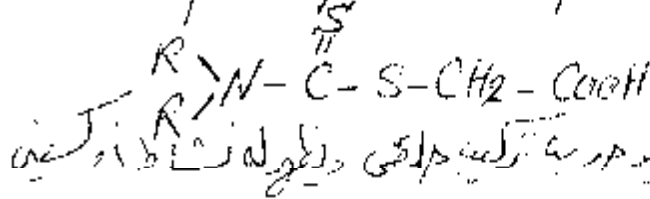
* الخلاصة: _

مما سبق يتضح ضرورة وجود وضع Ortho واحد على الأقل خال في مركبات الفينوكس لكي يكون الأوكسين نشطاً. أما في مركبات البنزويك فيلاحظ العكس تماماً لما يحدث في مركبات الفينوكسي حيث يلزم شغل كل الأوضاع وخاصة وضعي Ortho بالكلور أو الميثيل أو غيره من المجاميع الإستبدالية لكي يحدث النشاط الأوكسين.

منظمات النمو والأزهار

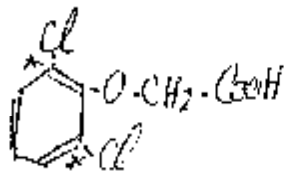
الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Carboxy methyl N,N-dialkylortho-Carbamate

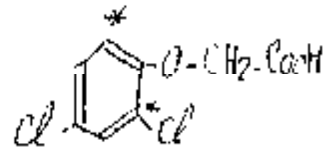


نمو بصورة مستقلة، لا يوجد حرمية تركيبية داخلية ويظهر له نشاط أوكسين

الأستبدال على الحلقة من مركبات الفينوكسي والبنزويك



((*ortho))



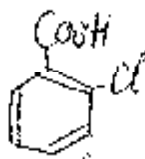
غير نشط (Inactive)

يؤخر نمو الجذور
تسبب موت الجذور
تؤخر نمو الجذور

2,4-D
(Active)

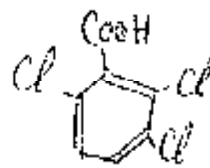
يؤخر نمو الجذور
يؤخر نمو الجذور
يؤخر نمو الجذور
para

يؤخر نمو الجذور وجود ortho واحد فقط
يؤخر نمو الجذور وجود ortho واحد فقط



2,4-Dichloro
benzene acid
(Inactive)

غير نشط
تؤخر نمو الجذور
تؤخر نمو الجذور



2,3,6-Trichloro
benzene acid
(Active)

يؤخر نمو الجذور
يؤخر نمو الجذور
يؤخر نمو الجذور

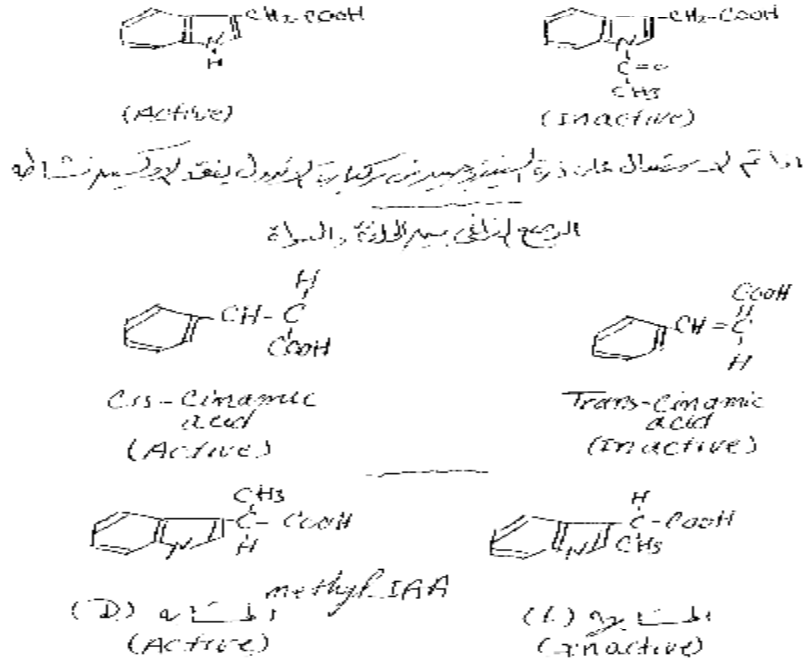
مركبات الفينوكسي يلزم مشغل ortho لكي يكون لها النشاط الأوكسيني

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وفى مركبات Indol ، إذا تم إستبدال على ذرة النتروجين يفقد الأوكسين نشاطه ولذلك يلزم

عدم دخول مجاميع إستبدالية على نواه IAA وخاصة على ذرة النتروجين ومثال ذلك:



ثانياً: السلسلة الجانبية:

لوحظ أنه لكي يحدث النشاط الأوكسين للمركب يجب أن توجد ذرة كربون واحدة على الأقل كقنطرة بين الحلقة ومجموعة الكربوكسيل. ومن المعروف أيضاً أنه كلما زاد طول السلسلة الجانبية كلما قل النشاط الأوكسيني للمركب فنجد أن IAA أقوى من IPA وهذا أقوى من IBA وهكذا. كما لوحظ أن المركبات إلى بها عدد فردي من ذرات الكربون تفصل بين الحلقة والمجموعة الحامضية ذات تأثير أقوى من التي تحتوي على عدد زوجي.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

ولكن وجدت بعض المركبات التي بها مجموعة الكربوكسيل الحامضية تتصل مباشرة بالحلقة غير المشبعة دون وجود ذرات كربون تفصل بينهما وهذه المركبات لها نشاط أوكسيني مثال ذلك مركبات البنزويك:

كما يلاحظ أيضاً أن السلسلة الجانبية لا بد وأن تنتهي بمجموعة كربوكسيل أو مجموعة حامضية أخرى مثل السلفونيك أو يسهل تحويلها إلى حامضية.

ويلاحظ أيضاً أن دخول مجاميع إستبدالية في السلسلة الجانبية يؤثر على نشاط الأوكسين.

ثالثاً: الوضع الفراغى بين النواة (التركيب الحلقى) والسلسلة الجانبية:

يجب أن تتوفر شروط معينة في التركيب الجزيئى حتى يصبح للمركب تأثير الأوكسين فقد تتوفر جميع الشروط السابقة في تركيب الأوكسين لمركب ما ولكن لا يظهر له نشاطاً أوكسينياً بينما نفس المركب ولكن المشابه له يظهر له خواص الأوكسين ونشاطه ومثال ذلك المركبات ذات المشابهات الضوئية والهندسية.

وسوف نذكر بعض الأمثلة مع التعليل لفاعلية أو عدم فاعلية هذه المركبات طبقاً لنظريات إتصال الأوكسينات بالمستقبلات الخاصة بها داخل هذه الخلية والمقصود بالمستقبلات هنا هي الأجسام البروتينية داخل الخلية والتي يلتصق بها الأوكسين لى يظهر نشاطه بعد ذلك.

* لماذا يظهر النشاط الأوكسينى لمشابه بينما لا يظهر للمشابه الآخر لنفس المركب؟

للإجابة على هذا السؤال يجب معرفة أنه طبقاً لبعض النظريات فإن الأوكسين لى يكون مؤثراً وحيوياً يتحتم عليه أن يرتبط بجزئى بروتينى (مستقبل خلوى) بواسطة رابطتين كيميائيتين وتكون إحدى هاتين الرابطتين عند نهاية السلسلة الجانبية من ناحية مجموعة الكربوكسيل والأخرى عند الوضع ortho فى الحلقة وعرفت بنظرية الإرتباط فى نقطتين Two point attachment

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

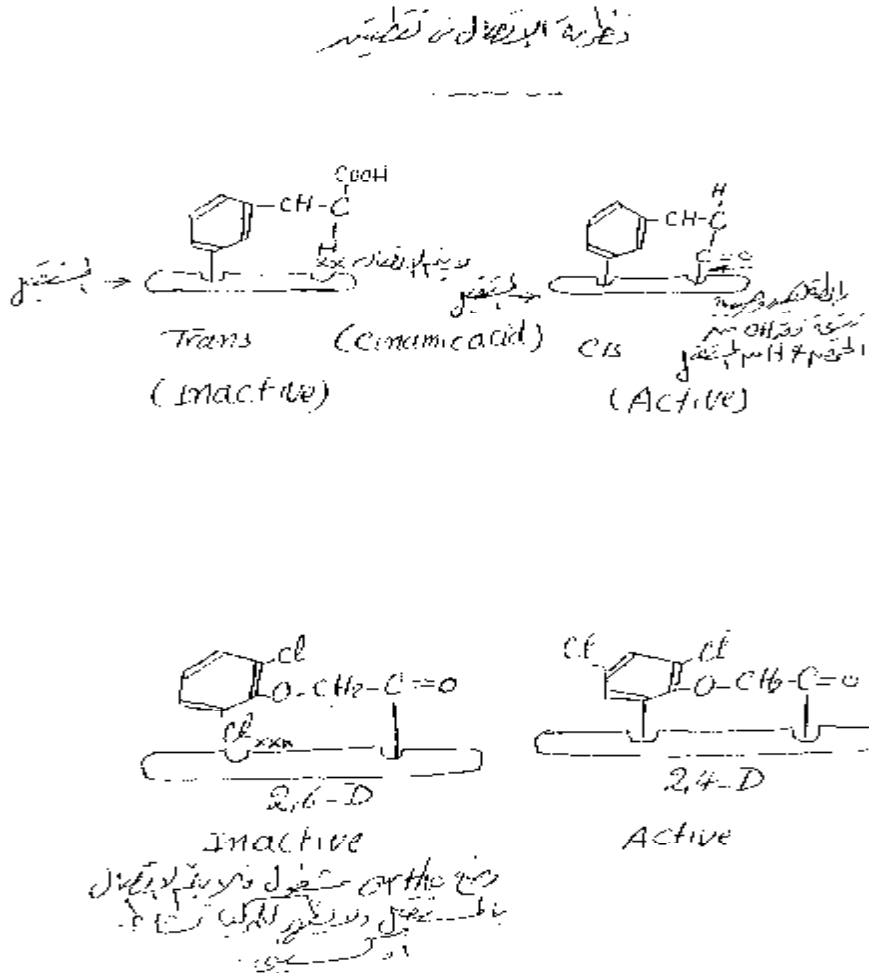
الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

theory وبعض المركبات ترتبط بالمستقبل في 3 نقاط طبقاً لنظرية Three point attachment

theory وقد يكون السبب راجعاً لنظرية 0.5A

وطبقاً لنظرية Three point attachment theory فإنه يتم الإتصال بين الأوكسين والمستقبل

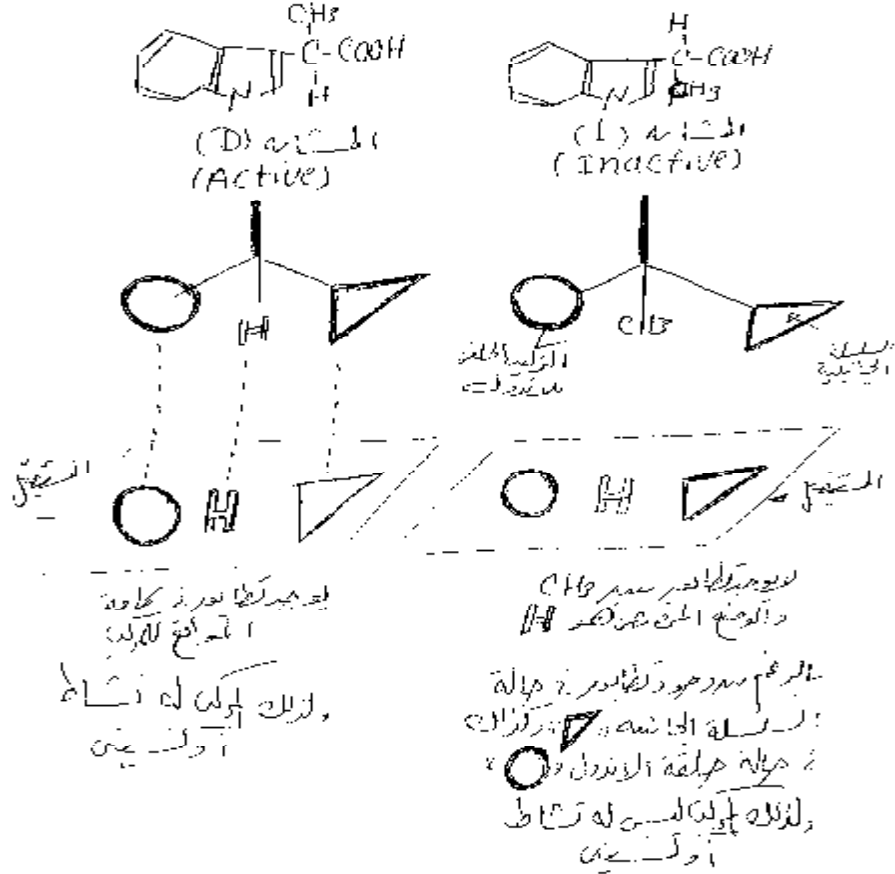
لتطابق الوضع الفراغي للأوكسين مع التجاويف ونقط الإتصال في المستقبل كما يظهر في المثال.



منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

نظرية الإتصال بين المستقبلات



و طبقاً لنظرية Three - point attzch فإنه يتم الإتصال بين الأوكسين والمستقبل لتطابقه الوضع

الفراغى للأوكسين مع التجاويف ونقط الإتصال في المستقبل كما يظهر في المثال.

مسافة 5.5 أنجسترون بين الشحنة الموجبة والسالبة.

Theory of 5.5 A° distance between the negative and positive charge

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

لقد أفترض أنه لكي يكون الأوكسين نشيطاً لأبد وأن يحمل شحنة سالبة وخاصة في الموضع الذي به مجموعة الكربوكسيل COOH - والتي يسهل تأينها COO^- وتحمل شحنة سالبة وأخرى موجبة وخاصة في الموضع ortho الخالي (غير مشغول بمجموعة إستبدالية) فمثلاً في المركب 2.4-D أو IAA نجد أن المسافة بين منطقة الشحنة الموجبة والسالبة هي (5.5 \AA) وهذه الظاهرة موجودة في معظم المركبات الأوكسينية (Picolonic , Benzoic , phenoxy , Indoles).

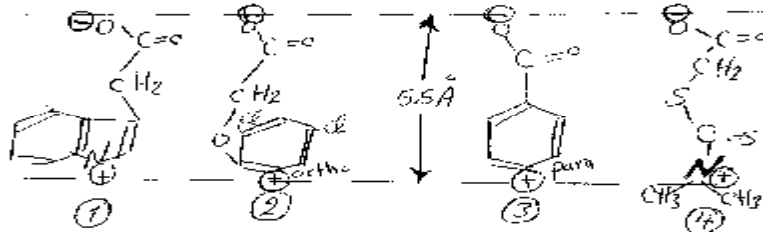
طبقاً لهذه النظرية يعتبر المركب dimethyl – dithio carbamate أو كسينا على الرغم من عدم وجود حلقة بنزين غير مشبعة وأنه عبارة عن سلسلة وذلك لوجود مسافة 5.5 \AA بين الشحنة الموجبة على ذرة النتروجين والسالبة على مجموعة الكربوكسيل (Thiman, 1963).

كما يتضح بالشكل التوضيحي للنظرية..

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

نظرية مسافة 5.5 أنجسترون
السنة المبرهنة والسالبة للمركب
الديوكسين



بالإضافة إلى ما سبق، فإن المسافة المبرهنة سالبة للمركب الديوكسين
داخل المركب الأوكسيني، فتميز المسافة داخل 5.5 أنجسترون
① في حالة الديوكسين المسافة بين ⑤ (+) في حالة الأوكسين
② في البنزين إلى أن يتم ليصبح ④ (-) الأوكسين
③ في البنزين المسافة بين ⑦ (+) para (-) الأوكسين
④ المسافة بين ⑧ (+) في حالة الأوكسين
Carboxy methyl dimethyl thio-carbonate
ذلك يفسر المركب الديوكسين في نشاطه الأوكسيني داخل الأوكسين
أي حساساً على تركيبه.

* إذا السؤال المطروح سابقاً وهو لماذا يظهر النشاط الأوكسيني لمشابه بينما لا يظهر لمشابه آخر

يمكن الإجابة عليه من خلال النظريات الثلاث الآتية:

- (1) Two point attachment.
- (2) Three point attachment.
- (3) 5.5 Å distance. مسافة 5.5 أنجسترون

تخليق الأوكسين Auxin biosynthesis

منظمات النمو والأزهار، الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

من الرسم التوضيحي يمكن معرفة خطوات تخليق IAA من مصادر مختلفة وكذلك الإنزيمات والعوامل المساعدة في خطوات التخليق المختلفة في الأنسجة النباتية.

التمثيل الحيوي لا تدول حمض الخليك

:Free and Bound Auxin

يوجد الأوكسين الطبيعي IAA على عدة صور كيميائية في الأنسجة النباتية. والأوكسين الحر هو الذي يمكن إستخلاصه من الأنسجة بواسطة الداى إيثيل Diethyl ether على درجة الصفر المئوى فى الظلام خلال ساعتين بينما الأوكسين المرتبط هو ذلك الأوكسين الذى يتحرر من الأنسجة بواسطة تعرضه للتحلل الإنزيمى أو التحلل المائى أو التحلل الذاتى.

الأوكسين الحر هو الصورة المفيدة للنمو بشكل مباشر. الأوكسين المرتبط يمكن أن يوجد فى عدة صور مختلفة وهذه الصور تختلف باختلاف نوع النبات. وبصفة عامة فإن الأوكسين المرتبط يعتبر صور مخزونة والذى منه يمكن إنفراد IAA.

:Auxin glycosyl esters

يوجد مخزن بوفرة فى البذور وأعضاء التخزين وهذا النوع من الأوكسين المرتبط يكون فى صورة غير فعالة، ويمكن تحللها إنزيمياً وينفرد IAA.

Glucobrassicin , Ascorbigen: يعتبران أيضاً من الصور المرتبطة للأوكسين فى بعض أنواع العائلة الصليبية.

Auxin – peptides: أى الأوكسين المرتبط بالببتيدات مثل Indole acetyl aspartiv acid ويعتبر من المركبات غير السامة أو المانعة للسمية وهى من المواد الثابتة والتي لا تتغير ولا تتحول إلى صور أخرى ولا ينفرد فيها الأوكسين وهذه المركبات تحمى الأنسجة من التراكم المكثف للأوكسين

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

ومن المعروف أن معقد الأوكسين والبروتين مرتبطين بواسطة روابط هيدروجينية بين IAA والبروتين المتخصص.

— بعض الأكسينات الصناعية الأخرى يمكنها تكوين صور مرتبطة ومثال ذلك:

2.4-D , benzoic acid , Indolebutyric and indolepropionic وفي حالة 2.4-D فإنه لا يتكون منه صوراً مرتبطة ولا يهدم إلا بنسبة ضئيلة جداً وهذا الأوكسين مقاوم جداً للهدم إنزيمياً أو الإرتباط بمواد أخرى لتكوين معقد. NAA يمكنه أيضاً تكوين glycosylester فى العديد من النباتات وكذلك يمكنه تكوين معقد مع البروتين وخاصة مع Aspartate.

Auxin Metabolism

* التحولات التى يمكن أن يتعرض لها IAA فى النبات تتحصر فى ٤ نقاط هى:

(١) الإرتباط ببعض مكونات السيتوبلازم.

(٢) التحول إلى مشابهاً أخرى.

(٣) الهدم إنزيمياً.

(٤) يمكن استخلاصه مرة أخرى من النباتات.

Destruction of IAA

يمكن تحويل IAA عن طريق الهدم إلى صور غير نشطة هرمونياً فى أنسجة النبات ويمكن

هدم IAA فى الأنسجة النباتية عن طريقتين هما:

أولاً: الأكسدة الإنزيمية: —

لوحظ من التجارب على الإنزيمات المحللة والهادة للهرمون IAA ما يأتى: —

(١) وجود تلازم عكسى بين سرعة النمو والمحتوى من الإنزيمات المؤكسدة للهرمون IAA.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

(٢) كلما تقدم النسيج في العمر (في طور الشيخوخة) يزداد نشاط الإنزيمات المؤكسدة للهرمون

.IAA

(٣) إحتواء أنسجة الجذر على تركيزات منخفضة من IAA مع نشاط مرتفع جداً للإنزيمات

المؤكسدة للهرمون IAA.

ويتم هدم IAA عن طريق أكسدته إنزيمياً بواسطة إنزيمات IAA-Oxidase قد يكون هذا

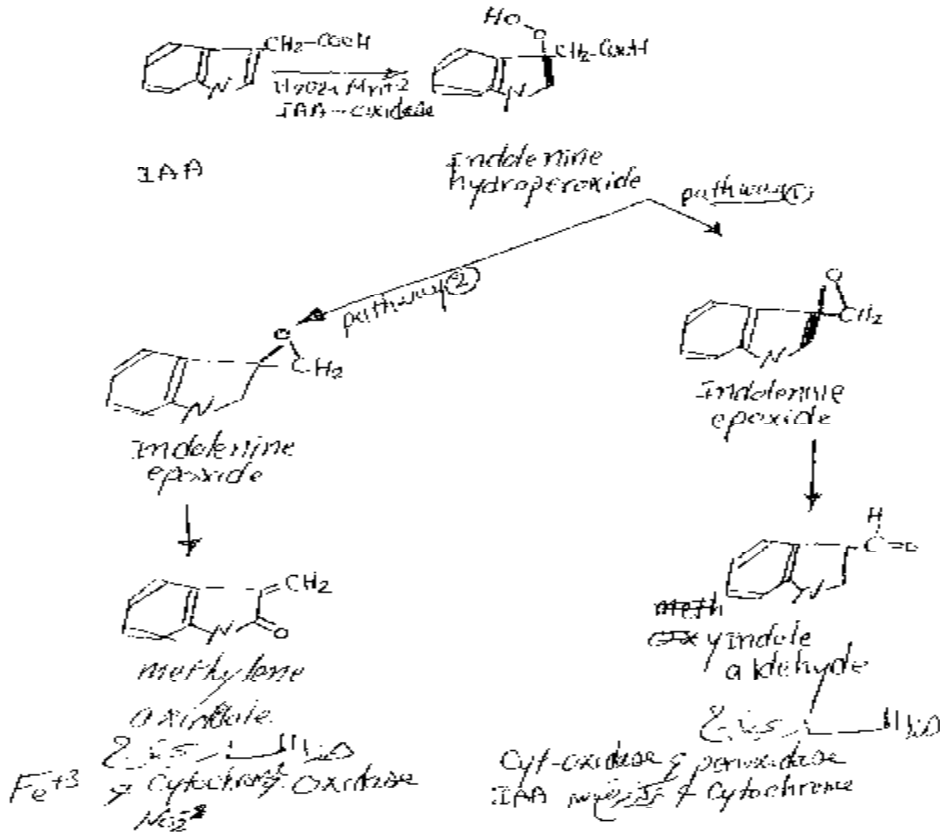
الإنزيم في صورة Peroxidase ومن المعروف أن هذا الإنزيم يحتاج إلى O_2 خارجي وينشط في

وجود Mn^{+2} وبعض المركبات الفينولية.

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

آلية التحلل الإنزيمية لتوزيع IAA



في حين وجد العلماء Ray (1960) , Hinman , Lang (1965) أن النظام الإنزيمي السابق

لهدم الهرمون قد يحتاج إلى O_2 خارجى فى صورة H_2O_2 ومن هنا أمكن وضع تصور أن الأكسدة

تتم عن طريقتين:

الأول: وينتج عنه ظهور مادة Methylene oxindol.

الثانى: وينتج عنه ظهور مادة Indole aldehydy كما فى الشكل.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وعموماً تنشط الأكسدة الإنزيمية بواسطة المركبات أحادية الحلقة الفينولية مثل 2.4-D وتنشط بواسطة ثنائية الفينول مثل الكاتيكول والبيروجالول.

Oxidative metabolism of IAA Catalysed by peroxidase and IAA. Oxidase
(Hinman , Long , 1965)

يحتاج 1 pathway إلى الإنزيمات التالية:

١ – إنزيم البيروكسيداز

٢ – إنزيم Cyt – Oxidase ويحتاج أيضاً.

– تركيز عال من IAA. – السيتوكروم.

* بينما يحتاج 2 Pathway إلى:

١ – إنزيم Oxidase ٢ – Fe^{3+} ٣ – NO_2^- .

وفي النباتات وجد أن بعض الفينولات الأحادية مثل أحماض Coumaric , Ferulic تعتبر مرافقات إنزيمية طبيعية للإنزيم IAA- Oxidase وأيضاً المواد Hydroxybenzyl Kaempferol alco تعتبر من الـ Co-enzymes للإنزيم IAA- Oxidase وبالتالي تكون منشطات للإنزيم أى منشطات للنمو.

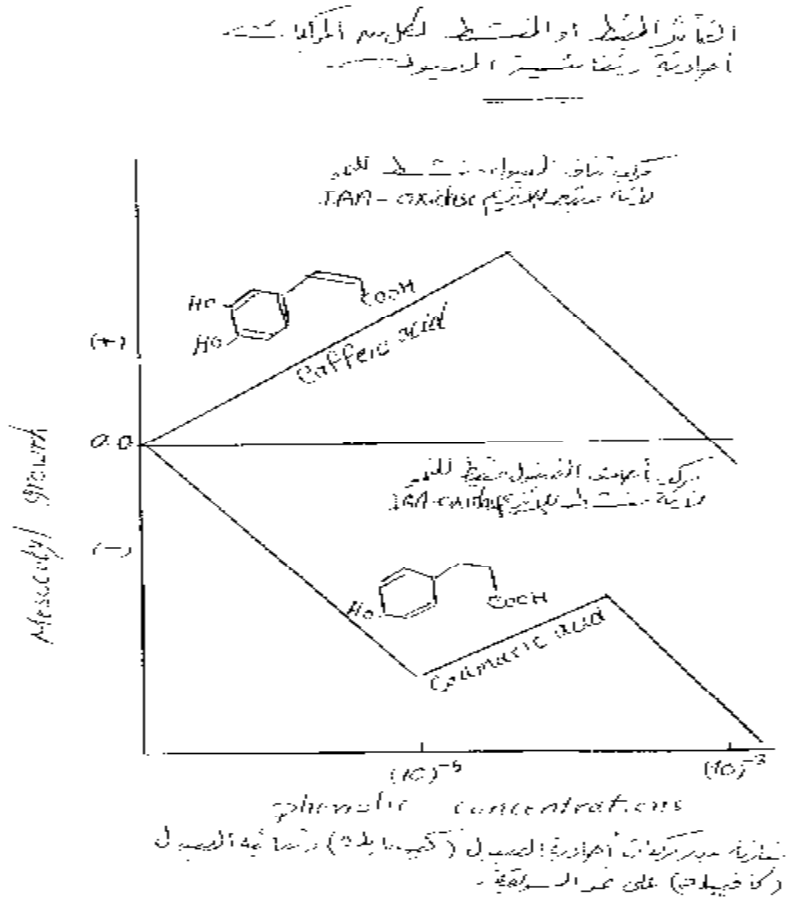
بينما توجد بعض المواد المثبطة للإنزيم IAA- Oxidase مثل المركبات ثنائية الفينول مثل Caffeic acid , Quercitin , Chlorogenic acid.

قام كل من Nitsch , Nitsch (1962) بإجراء تجربة لبيان الدور المثبط والمنشط لكل من المركبات أحادية الفينول (تحتوى على مجموعة OH واحدة) ومنها Coumaric acid وثنائية الفينول تحتوى على مجموعتي OH ومنها Caffeic acid على إنزيم IAA- Oxidase وتتضح نتائجها من خلال الرسم البياني الموضح لذلك.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة



ثانياً: الأكسدة الضوئية:

يختلف هذا الطريق تماماً في تفاعلاته عن طريق الأكسدة الإنزيمية. ولقد لوحظ أن المواد

IAA- Riboflavin , Eosin , Fluorescent dyes ذات فعالية كبيرة ومؤثرة في هدم الهرمون

وكذلك من العوامل التي تسرع في عملية الأكسدة الضوئية. الصبغات النباتية مثل Riboflavin

Phycocyanin , لوجودها بتركيزات مرتفعة نسبياً وهذه الصبغات تمتص الضوء الأزرق الذي

يتمتع بقدرة عالية جداً على إحداث الأكسدة الضوئية. ولقد لوحظ أن الضوء ينشط بشدة إنزيم IAA-

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Oxidase وأهم نواتج الأكسدة الضوئية مركبات 3- indole aldehyde و 3- methylene

oxindol تماماً كما فى الأكسدة الإنزيمية بواسطة IAA- Oxidase.

وفى تجارب على البسلة وجدت نواتج أخرى مثل 3- hydroxymethyl Oxidase وهذا

المركب يسهل تحوله إلى methylene oxindol كما يمكن أكسدة IAA ضوئياً بواسطة أشعة X

جاما كما أن الأشعة فوق البنفسجية تمتص فى التركيب الحلقى للأوكسين IAA مما يوقف نشاطه.

Auxin Transport

يمكن للأوكسين الانتقال خلال أى نسيج حى ويمكنه الانتقال خلال كل من أوعية الخشب

والحاء ولكن بالدراسة وجد أن اللحاء فى الساق وعنق الزهرة كانا أنشط من غيرها فى نقل

الأوكسين.

ولقد أثبتت الدراسات كثير من العلماء أن محصلة انتقال الأوكسين تكون فى إتجاه قطبى أى

لأنه يتميز بالخاصية القطبية Polarity أى الانتقال من القمة المورفولوجية إلى القاعدة

المورفولوجية. وأوضح مثال لذلك تجربة Went والتي أستعمل فيها أقراص الآجار والمنطقة القريبة

من طرف غمد الشوفان. وتتلاشى ظاهرة الانتقال القطبى فى الأنسجة بالانتقال عن القمة الطرفية

للساق بإجراء دراسات عديدة، تم فيها استخدام مثبطات حركة الأوكسين مثل مادة (2.3.5- 2.3.5-T)

(Triiodobenzoic acid) TIBA، وعلى ضوء ميكانيكية التثبيط لحركة الأوكسين يتضح أن انتقال

الأوكسين نشط Active transport وليس إنتشاراً عادياً ويمكن تأييد هذا الرأى كالاتى:

(١) لوحظ أن سرعة IAA تتراوح بين ١ – ١.٥ سم/ساعة فى الساق وغمد الريشة وهذه

السرعة تعادل عشرة أضعاف سرعة الإنتشار Diffusion.

(٢) وجد أن الطاقة الناتجة عن التحولات الغذائية ترتبط بانتقال الأوكسين.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

(٣) كما يحدث في إنتقال المحاليل والعناصر ضد فروق التركيز، وجد العالم Weig أن الأوكسين ينتقل كلياً من مكعب الآجار الموضوع عند قمة قطاع غمد الريشة إلى المكعب الموضوع في قاعدة القطاع، ويصبح الوضع في نهاية التجربة كالأتي: المكعب المشبع بالأوكسين والموضوع في قمة قطاع غمد الشوفان أصبح خالياً من الأوكسين وأنتقل كل ما به من أوكسين إلى المكعب الذي كان خالياً من الأوكسين والموضوع أسفل قطاع غمد الشوفان. وما يلاحظ هنا أن هذا الإنتقال ضد فروق التركيز وخاصة في مراحل الأخيرة وهذا دليل على أن أنتقال IAA لا بد وأن يكون نشطاً ويحتاج إلى طاقة ناتجة من التحولات الغذائية لكي ينتقل.

(٤) في المركبات ذات المشابهات مثل Indolpropionic acid لوحظ أن المشابة Indol (+) α - propionic acid كان أكثر نشاطاً في الإنتقال من الصورة (-) وكذلك المركب NAA، ففيه وجد أن حدوث إستبدال في الوضع α يكون المركب أكثر نشاطاً في الإنتقال تعادل سرعته تقريباً IAA ، أما حدوث إستبدال في B فإن المركب لا ينتقل. وهذا دليل على أن الإنتقال لهذه المواد ليس بالانتشار ولكنه إنتقالاً نشطاً.

ومن التجارب لوحظ أن الأوكسين ينتقل قطبياً من القمة المورفولوجية إلى القاعدة المورفولوجية ليس فقط في قطاعات غمد الريشة أو في الساق، ولكن أيضاً في عروق الأوراق حيث ينتقل الأوكسين قطبياً في كل من: الأنسجة البارنشيمية والأوعية الناقلة.

* لكن السؤال الهام هو كيف يتحرك الأوكسين في النبات الكامل؟

للإجابة على السؤال فإنه هناك عدة اعتبارات يجب معرفتها وهي:

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

— الأوكسين الداخلى ينتقل غالباً فى اللحاء، وبصورة غير مباشرة يمكن للأوكسين الإنتقال والحركة خلال كامبيوم الأشجار.

— حركة الأوكسين القطبية نقل — أو تكاد تنعدم — فى الأعضاء المسنه.

— حركة الأوكسين من القاعدة إلى القمة لوحظت فى سيقان الشعير والبقوليات وهذا الإنتقال لا يعتمد على التحولات الغذائية ولكنة انتشارا.

وفى تجارب غمد الريشة وجد أنه ليس فقط IAA هو الذى يتميز بخاصيته الإنتقال القطبى

ولكنها لوحظت فى العديد من الأوكسينات مثل 2.4-D, NAA, IBA.

وعموماً فإنه منظمات النمو مثل IAA , 2.4-D المضافة إلى الجذور أو السيقان المفصولة

لوحظ أنها تنتقل فى كل من الخشب واللحاء ولكن هذه الحركة ليست قطبية وكانت سرعة الأوكسينات 50 mm\h أو أكثر. حركة الأوكسينات فى الجذور غير معروفة تماماً وغير مفهومة تماماً وإن

كانت الحركة القطبية فى الجذر أقل بكثير جداً منها حالة الساق.

ولتفسير الحركة القطبية يجب معرفة أن هذه الحركة القطبية عبارة عن عملية حيوية نشطة

تعتمد على الطاقة وهى تختلف تماماً عن عملية الإنتشار من حيث السرعة. والخاصية القطبية تعتمد على درجة الحرارة بدرجة كبيرة ولا تتأثر بدرجة كبيرة بالأوكسين فى حالة تركيزه الأمثل. كما

لوحظ أن الإنتقال القطبى يتم حتى ضد فروق التركيز. ويجب معرفة أن ظاهرة الإنتقال القطبى تتناقص مع زيادة عمر الساق والأوراق والجذور وغمد الريشة.

ولتفسير ظاهرة القطبية هناك العديد من النظريات والافتراضات:

أقدم النظريات هى نظرية القطبية الكهربائية فى سنة ١٩٣٢ وجد Went الإنتقال الجانبى

للإكسين والذى يسبب الإنتحاءات. ويعتمد الإنتقال الجانبى هذا على الشحنات الكهربائية أو الحقل

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

الكهربى. و عدت هذه النظرية بواسطة العديد من العلماء بعد ذلك بعدد من السنين ومنهم Shrank (1951 – 1945) حيث درس الإنتقال القطبى الكهربى ووجد عدة إختلافات فى الجهد الكهربى من القمة للقاعدة فى غمد الشوفان. كذلك عند تعريض الساق أو غمد الريشة للإضاءة من جانب واحد فوجد أن الجانب المظلم يكتسب شحنات كهربائية موجبة. ولقد وجد Shrank أن IAA فى المحلول الفسيولوجى يسلك سلوك الإنيونات (أى أيون ذو شحنة سالبة) وهذا يفسر الإنتقال القطبى للأوكسين فى حقل كهربى يتميز بوجود فارق فى الجهد الكهربى.

وفى تجارب Scott على الإنتقال القطبى للأوكسين، وجد ٣ عوامل رئيسية يتوقف عليها درجة الإنتقال القطبى وهى الحقل الكهربى (مجال إنتقال الأوكسين)، درجة تركيز IAA ونفاذية الجدر الخلوية. وقرر كل من Hall , Leopold أن ميكانيكية الإنتقال القطبى للأوكسين عبر الغشاء السيتوبلازمى للجدار الخولى يتوقف على الإنتقال النشط.

Relation between auxin Content and growth

تتركز الإنزيمات التى تحول الترتوبوفان إلى IAA فى النباتات الراقية فى المناطق التى تتميز بنشاط كبير فى التحولات الغذائية مثل الأنسجة المرستيمية ، الأوراق المنبسطة ، الأزهار وقمم الجذور. وعموماً يمكن إيجاد علاقة بين المحتوى النسبى للهرمون IAA ومعدل النمو النسبى للأعضاء النباتية المختلفة.

ويجب الأخذ فى الإعتبار أن هناك إختلافات جوهرية بين الأعضاء النباتية المختلفة فى درجة أستجابتها للأوكسين.

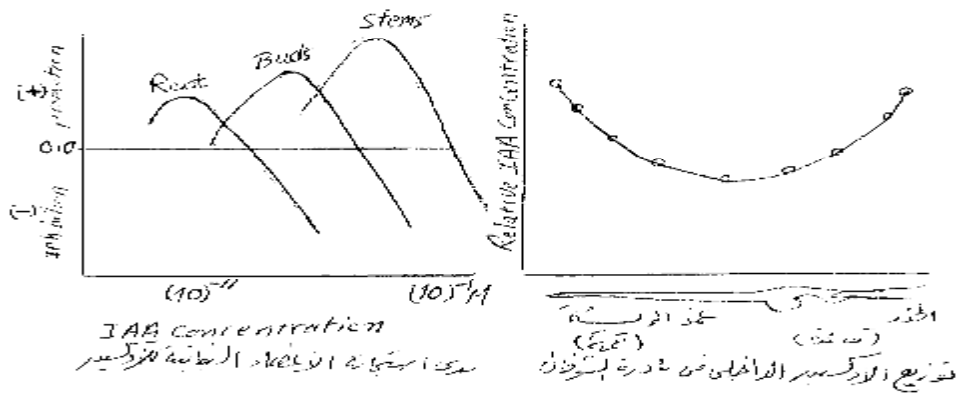
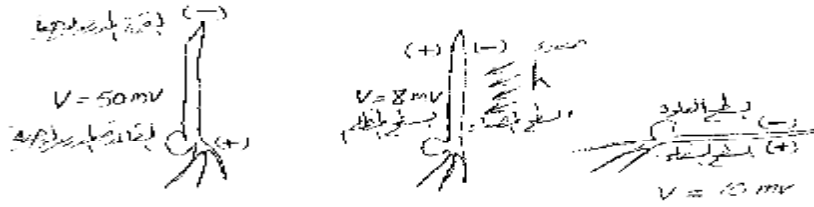
ومن الأشكال التوضيحية التالية يمكن القول أن هناك علاقة بين النشاط الإنزيمى والمحتوى من الأوكسين. وأيضاً الإنزيم الهادم IAA – oxidase فينخفض نشاطه بدرجة ملحوظة فى المناطق التى تحتوى على تركيز مرتفع من الأوكسين.

منظمات النمو والأزهار، الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

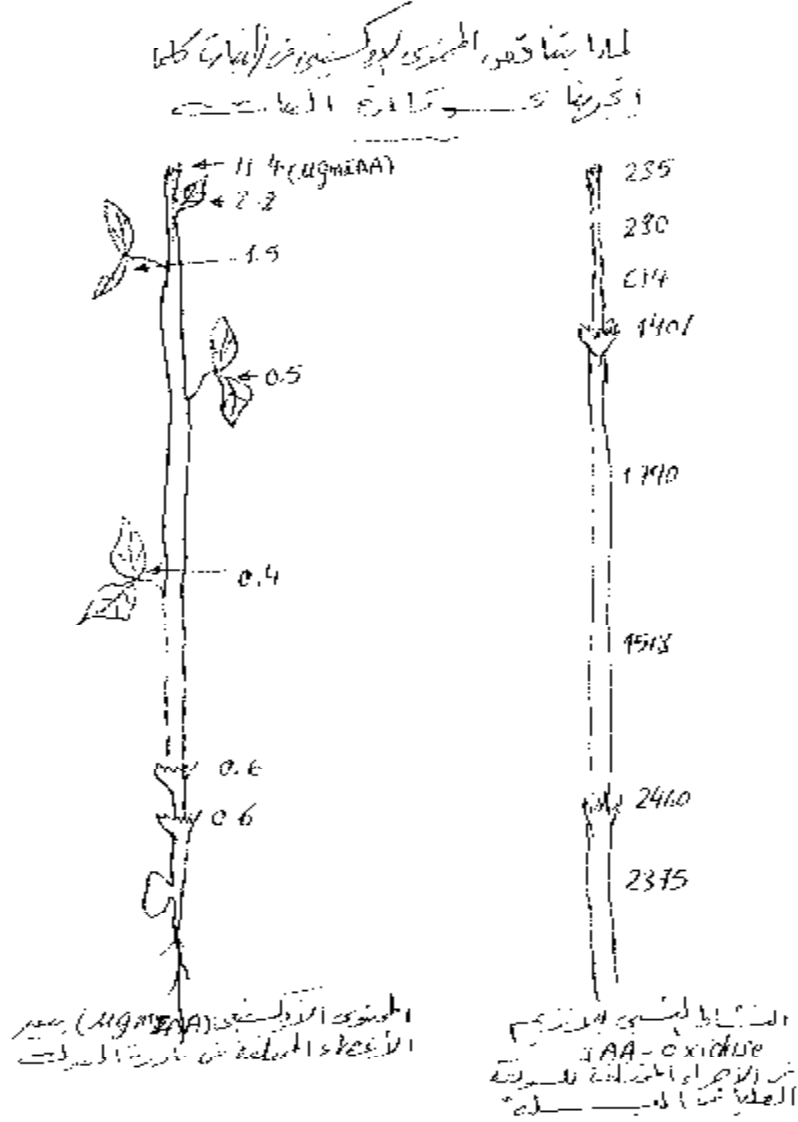
تفسير مظهرات التنظيم من كبريتات



منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة



وكذلك من الجدول المرفق يلاحظ أن المناطق التي ينشط فيها إنتاج الأوكسين هي: البرعم

الطرفى - المنطقة من الساق أسفل البرعم الطرفى - الأوراق الحديثة الصغيرة وبالعكس فإن أقل

المناطق إنتاجاً للأوكسين هي السيقان المتقدمة فى العمر - الأوراق الكبيرة - قمم الجذور.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

ولقد لوحظ أن بذور البسلة أثناء النضج تحتوى على كمية من الأوكسين المخلق أكثر من البرعم الطرفى أى أن سعة البذور التخليقية للأوكسين IAA كبيرة جداً، أكبر من أو تساوى البرعم الطرفى.

وباختصار فإنه يمكن إيجاد علاقة جيدة بين درجة تخليق (معدل تخليق) الأوكسين من التريتوفان ومحتوى الأنسجة الخضراء الحديثة فى البادرات من الأوكسين الحر Free auxin. مقارنة بين كمية IAA المخلقة والتي أمكن أستخلاصها من خلايا الأجزاء المختلفة فى نبات البسلة (Moor , 1969) ، لاحظ كذلك المحتوى من النتروجين والمحتوى الأوكسينى.

Plant part (S)	IAA/gm F wt 2h	F.wt of part/plant	Mg N/g F.wt
(1) Terminal bud	61.1	24	6.3
(2) Stem above s th node	40.1	98	1.5
(3) Leaves above s th node	51.7	77	4.9
(4) Shoot tip (all above s th node)	38.9	305	3.5
(5) Stem below s th node	19.2	478	0.6
(6) Leaves below s th node	10.2	545	1.6
(7) Apical 2cm of primary root	7.7	34	0.9
(8) Developing seeds	89.2	-	-

-Correlative differences in auxin relations between etiolated and light grown and dwarf and normal plant .

وجدت عدة إختلافات فى المحتوى من الأوكسين فى كل من البادرات الشاحبة والأخرى الخضراء لنفس النوع من النبات وكذلك بين الأصناف الطويلة والقزمية لنفس النوع النباتى. بسلة الزهور تعتبر من النباتات العشبية الحولية ويوجد منها نوعان: الأول قزمى وراثياً والآخر طويل. الصنف القصير عند النضج يصل إلى ٣٠ سم أو أقل بينما الأصناف العادية يصل طولها إلى ١٠٠ سم.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وفى تجربة للعالم Moor (1967) لمقارنة كمية الأوكسين IAA المخلقة من الترتوفان بواسطة الإنزيم المستخلص من قمم السوق لكل من Light grown etiolated للأصناف Dwarf و Tall ولقد أوضحت التجربة أن كمية الأوكسين المخلقة كانت أكثر ما يمكن فى الأصناف الطويلة النامية فى الضوء ثم القزمية النامية فى الضوء ثم الطويلة النامية فى الظلام ثم القزمية النامية فى الظلام.

Mechanism of auxin action

Mechanism of & Mode of action يجب أولاً معرفة فى التعبير بين المصطلحين

Mechanism of action :the direct and specific monlecular interaction .

Mode of action :the succeeding series of stepes (events ,processes)which result in the measurable biochemical or physiological response (Moore,1979).

وبصفة عامة يمكن القول أن ميكانيكية تأثير الأوكسين وطريقة تأثيره تنحصر فى عدة نقاط أهمها:

(١) وجد أن IAA يعمل على زيادة إستطالة خلايا غمد الريشة، زيادة معدل النمو خلال ١٠ ق أو أقل.

(٢) تعمل الأوكسينات على زيادة نشاط الإنزيمات – تخليق الإنزيمات – إحداث تغيرات فى نفاذية الأغشية.

(٣) التأثير المنشط للأوكسين على إستطالة الخلايا يكون من خلال تأثيره على تنشيط تخليق m-RNA وكذلك البروتين.

(٤) من التجارب لوحظ أن بعض الأوكسينات يظهر تأثيرها من خلال تداخلها فى تنشيط فعل الجين gene action وهذا يفسر الإستجابة السريعة جداً للأوكسين. ومثال ذلك إستجابة خلايا غمد الريشة للإستطالة فى فترة أقل من ١٠ اق. وكذلك تعزى الإستجابة السريعة

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

للأوكسين لتأثيره على حركة البروتوبلازم ويظهر هذا التأثير في خلال ٢٠ ث فقط وقد يمتد إلى بضع دقائق قليلة. وأن التأثير على النفاذية يظهر خلال ١٥ ق أو أقل.

Water relations in auxin – induced cell enlargement

من التجارب يتضح أن دور الأوكسين ينحصر على وجه الخصوص في إحداث مرونة ومطاطية للجدار الخلوي وليس العمل على إستطالة الجدر مباشرة.

وبالرجوع إلى معادلات الجهد المائي للخلية نجد أن

$$\psi(\text{Water potential}) = \psi(\text{Osmotic potential}) + \psi_p(\text{Pressure potential})$$

ولكى ينشط دخول الماء إلى داخل الخلية بواسطة الأوكسين، فإن جهد الماء داخل الخلية لا بد

أن يكون أكثر سالبية من جهد الماء خارج الخلية، وعلى ذلك فإن ψ لا بد أن تكون بالسالب كالاتي:

○ جهد الإسموزية ψ يصبح أكثر سالبية.

○ أو جهد الضغط ψ_p (ضغط الإمتلاء) ينقص.

ولكن ما الذى يحدث حقيقة نتيجة الإستجابة للأوكسين، ذلك ما سنتعرض له في الخطوات المتتالية اللاحقة وهي:

١ – الأوكسين يؤدي إلى زيادة مرونة الجدار وهذا يؤدي إلى نقص مقاومة الجدار الخلوي للمطاطية، وذلك أيضاً للجدار الخلوي بسرعة التأثير بضغط الماء.

٢ – الأوكسين يؤدي إلى نقص أى نقص ضغط الإمتلاء ψ_p .

٣ – يعمل الأوكسين على جعل قيمة بالسالب وهذا يؤدي إلى مزيد من الضغط الإسموزي ودخول المزيد من الماء إلى داخل الخلية.

٤ – نتيجة للخطوات السابقة يزيد حجم الخلية وتزيد المطاطية والليونة غير العكسية للجدار الخلوي.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

— عموماً لوحظ أن الأوكسين يعمل على تنشيط حدوث كل من ظاهرتي: المرونة (elasticity) والمطاطية (plasticity) وكلاهما مفيد في عملية إستطالة الجدر الخلوية ولكن الظاهرة الثانية هي المهمة بدرجة كبيرة لأنها تعبر عن النمو الحقيقي للجدار لأنها ظاهرة غير عكسية - أما الظاهرة الأولى فهي غالباً عكسية.

The nature of auxin – induced cell wall loosening

طبيعة إحداه الأوكسين لمرونة الجدر الخلوية وكيف تحدث المرونة في الجدر الخلوية نتيجة المعاملة بالأوكسين هو ما سنعرضه في الآتي:

من المعروف أن الجدار الخولى الإبتدائى يتكون من لويغات من السليلوز والتى تتداخل وترتبط بالعديد من السكريات العديدة polysaccharides.

أثناء إلتصاق وإلتحام المواد فى الجدار الخلوية الحديثة ومنها البكتين والهيميسليلوز يحتتمل أن يكون دور الأوكسين هنا هو أنه يعمل على زيادة حركة أيونات الكالسيوم والتى تقوم بربط مجاميع الكربوكسيل لهذه المواد المتلاحمة. ولكن من ناحية أخرى وجد فى بعض التجارب عدم حدوث تنشيط لأيونات الكالسيوم نتيجة المعاملة بالأوكسين.

من الإحتمالات الهامة والتى يقوم بها الأوكسين هو تنشيط عملية المثيلة methylation لحمض البكتيك. ولقد وجد أن Ethionine والذى يعتبر مثبط قوى لعملية المثيلة، يثبط أيضاً بقوة نمو غمد الريشة فى الشوفان ولكن فى تجارب أخرى وجد أن الأوكسين قام بتنشيط نمو السويقة المتوسطة فى الذرة بالرغم من عدم حدوث عملية المثيلة.

وبالتجارب وجد أن الأوكسين يؤثر مباشرة فى لويغات السليلوز وكذلك إنزيم السليلوليز فى سيقان البسلة المعاملة. وكذلك وجد أن المعاملة بالأوكسين تنشيط فعل وكفاءة الإنزيم - glaconase B,1.3 والذى له دور كبير فى تنشيط النمو.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وجد العديد من العلماء أن المعاملة بالأوكسين أدت إلى زيادة المكونات التي تدخل في بناء جدار الخلية مثل السليلوز – الهيميسليلوز، وذلك في ساق البسلة وكذلك زيادة البكتين والهيميسليلوز والبكتين الذائب في تجارب على غمد الشوفان.

وأضح أن الأوكسين يقوم بمهاجمة مكونات الليبيدات Lipids في الأغشية الخلوية يؤثر على نفاذية الأيونات من خلال تلك الأغشية ولقد وجد أن الأوكسين النشط يرتبط بالمواقع ذات الشحنة السالبة في الأغشية (الليبيدات) وبالتالي فإن الأوكسين يتحكم في إسموزية الخلايا عن طريق تحكمه في النفاذية وبالتالي يعمل على زيادة الضغط الأسموزي لمحتويات الخلية وزيادة قدرتها على إمتصاص الماء (زيادة دخول الماء إلى الخلايا) مما يعمل على زيادة حجم الخلية نظراً لإمتلائها وانبساطها.

Sites of auxin action

هناك إقتراحان هامان يوضحان موقع التأثير للأوكسين وهما:

- (1) أن الأوكسين يعمل من خلال تأثيره على الجدار الخلوي (الأغشية الخلوية بصفة عامة).
- (2) أن الأوكسين يعمل من خلال تأثيره على الأحماض النووية وتحولاتها الغذائية nucleic acid metabol

ولقد أضح من التجارب أنه يمكن دمج الإقتراحين السابقين في إقتراح واحد لأنهما مرتبطان ببعضهما بشدة.

Effect of auxins on nucleic acids and protein metabolism

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

فى تجارب عديد الدراسة تأثير الأوكسين على النمو وإستطالة الخلايا فى أنسجة عديدة: غمد الريشة – الساق – الدرنات، تم قياس معدل النمو للخلايا وكذلك معدل دخول العناصر المشعة فى تخليق RNA والبروتين. ومن التجارب أنضح زيادة التخليق المستمر للحمض النووى RNA والبروتين وهما لازمان لإستمرار نمو وإستطالة الخلايا.

ووجد أن معاملة البادرات بواسطة 2.4-D أو بعض الأوكسينات الأخرى، أدى إلى زيادة المحتوى من DNA والبروتين RNA وأيضا زيادة النسبة RNA / DNA . والنسبة RNA / protein.

كما لوحظ أن RNA يتراكم فى صورة Ribosomal RNA (r-RNA) ومن التجارب Key et al على قطاعات السويقة السفلى لبادرات فول الصويا، وجدوا أن الأوكسين يعمل بصفة عامة على تنشيط تخليق جميع أنواع RNA مع حدوث زيادة واضحة على وجه الخصوص فى النوع r. RNA.

لقد اتضحت أهمية الحاجة المستمرة لتخليق RNA والبروتين وذلك لإستمرار حدوث الإستطالة فى الخلايا. وعرفت أهمية تلك العلاقة من إستخدام مثبطات تخليق RNA والبروتين أو مثبطات الجينات الخاصة بعملية النسخ والترجمة translation and transcription ومن هذه المواد المثبطة Actinomycin-D وهو مثبط لتخليق RNA من DNA. ولقد وجد أن هذه المادة المثبطة تعمل على تثبيط نمو وإستطالة خلايا قطاعات السويقة السفلى وكذلك تثبيط دخول العناصر المشعة الداخلة فى تركيب RNA.

وفى تجارب أخرى إستخدام المثبط المتخصص فلوروراسيل 5-Flourouracil والذى يثبط تخليق كل أنواع RNA ماعدا النوع m-RNA ، فوجد أن هذه المادة المثبطة عملت على تثبيط وتخليق total RNA بنسبة ٧٠% دون التأثير على إستطالة الخلايا.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

من هذه التجارب يمكن إستنتاج أن RNA ضرورى لإستطالة الخلايا. وأن النوع الهام جداً والضروري واللازم لهذه العملية هو m-RNA ويتضح ذلك من العلاقة البيانية:
من نتائج التجارب السابقة يلاحظ ضرورة الحاجة المستمرة لتخليق RNA البروتين وخاصة RNA وكذلك نوعيات معينة من البروتين لإستمرار حدوث الإستطالة فى الخلايا المعاملة بالأوكسين.

وفى تجارب أخرى للعلماء Brien et al (1968) ، حيث قاموا بمعاملة الكروماتين المعزول من أنوية خلايا E. coli بواسطة الأوكسين 2.4-D فوجدوا حدوث زيادة واضحة وكبيرة من الإنزيم RNA – polymerase .

وفى تجارب Matthyse & Phillips ، يمكن القول إجمالاً أن الأوكسين ينشط ويرتبط بالبروتين، ويعمل هذا المعقد من البروتين والأوكسين على التأثير على الكروماتين فى النواه لكى يعمل على زيادة كمية القالب DNA – template الذى يستخدم فى عملية النسخ transcription.

Rapid responses to auxins

من الأمثلة التى تحدث فيها إستجابة سريعة جداً للأوكسين:

(١) إستطالة غمد الريشة وخلايا الساق وذلك فى فترة زمنية أقل من ١٥ ق من بدء المعاملة بالتركيز المنشط من الأوكسين.

(٢) حركة سيولة البروتوبلازم والتى تستجيب للأوكسين فى خلال ٢ ق أو أقل.

(٣) زيادة معدل التنفس وتحدث هذه الظاهرة بعد حوالى ٣٠ ق من المعاملة بالأوكسين.

وظاهرة الإستجابة السريعة للأوكسين تحدث فى وقت قصير جداً وهذا الوقت فى الغالب أقل بكثير جداً عن الوقت اللازم لحدوث عمليات النسخ والترجمة وحدثت العمليات التى من شأنها قيام

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

الجين المختص بإنتاج الإنزيمات. وللمعرفة فإن عملية النسخ مفردة تحتاج من ٢ - ١٠ اق وعملية الترجمة تحتاج أيضاً إلى وقت إضافي من ١.٥ - ٥ق.

The acid growth – theory of auxin action

المقصود بإختصار بهذه النظرية أن الأوكسين يحدث حالة من التأثير الحامض والإحتمال هنا أنه يعمل على حدوث مضخة لأيونات الهيدروجين في مناطق من الجدار الخلوى - membrane board - Hpump. وفي هذه الحالة فإن المحلول في وسط التفاعل أو مادة التفاعل في الجدار الخلوى يصبح حامضياً أى منخفض في رقم pH.

ولقد وجد العلماء أن غمد الريشة عند وضعة في محلول منخفض الـ pH (3.0 = pH) فإن ذلك أدى إلى سرعة ليونة ومرونة الجدر وحدث تنشيط فوري للنمو. وقد أوحى ذلك للعلماء أن دور الأوكسين في تنشيط النمو قد يرجع إلى تنشيط الأوكسين لمضخة البروتونات proton - pump في الصفيحة الوسطى (أى سرعة إنطلاق أيونات الهيدروجين) أن النقص المستمر في رقم الـ pH في هذه المنطقة من الجدار الخلوى يجعلها أكثر المناطق إستجابة للنمو.

وإستناداً إلى نظرية proton - pump ، وجد العالم Hager (1971) أن دور الأوكسين المبكر في عملية التحولات الغذائية هو الإمداد بالطاقة لمضخة أيونات H^+ وينتج عن ذلك نقص في رقم الـ pH المنخفض يعمل مباشرة على ليونة الجدار الخلوى مباشرة وليس على الإنزيمات المختصة بذلك.

ولقد وجدت عدة أدلة للربط بين الإنخفاض في رقم الـ pH وتنشيط النمو:

○ وجد Cleland (1973) ، أن إيقاف عمل الأوكسين المنشط بواسطة بعض المثبطات مثل cccp يوقف أيضاً الإنخفاض في رقم الـ pH.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

○ Kamisaka and Masuda (1970) ، وجدا أن هناك علاقة قوية بين دورة AMP والنمو

المنشط نتيجة المعاملة بالأوكسين (وذلك نظراً لأنه كلما زاد النقص في رقم الـ pH زاد

إطلاق البروتونات H^+ وكذلك زيادة إستهلاك جزيئات الطاقة (ATP).

بالإستعانة بالرسم الموضح لتركيبة الجدار الخولى نلاحظ أن هناك طبقات من xyloglucan

مرتبطة بروابط هيدروجينية باللويقات الدقيقة للسليولوز. ومن المعروف أن إنتقال xyloglucan

للإرتباط بالسليولوز يتم بطريقة إنزيمية أو غير إنزيمية ثم يرتبط كل منهما بالآخر بروابط

هيدروجينية. ومن المعروف أن هذه العملية تنشط إلى أقصى حد لها إذا زاد تركيز أيونات

الهيدروجين فى الوسط. ولقد سبق شرح دور الأوكسين فى تنشيط مضخة الهيدروجين Hydrogen

ion - pump - فى الصفيحة الوسطى وبالتالى خفض قيمة pH ومن ثم ينشط إنسياب

xyloglucan (حيث يؤدي الإنخفاض فى قيمة الـ pH إلى تفكيك xyloglucan polymers إلى

Free xyloglucan والذى ينساب ويتحرك إلى إرتباطة بلويقات السليولوز) ويؤدى هذا إلى سهولة

حدوث مطاطية وليونة Loosening فى الجدار الخولى.

ولقد إقترح Caland , Rayle (1970) ، أن تأثير الأوكسين يكون من خلال تأثيره على

الـ pH والأدلة على ذلك:

(١) خلايا غمد الشوفان، ساق البسلة وفول الصويا تستطيل بدرجة سريعة جداً فى وسط ذو pH

منخفض.

(٢) ليونة ومطاطية الجدر الخولية فى الشوفان وعباد الشمس تزداد بدرجة كبيرة فى درجة pH

منخفض.

(٣) الأوكسين أدى إلى تنشيط الإستطالة عن طريق إحداث إطلاق H^+ .

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

(٤) بعض الإنزيمات المرتبطة بالجدر الخلوية مثل glycosidase تعمل بدرجة مثلى عند pH منخفض.

– وفى قطاع غمد الشوفان لوحظ أن الإستجابة للأوكسين والتي تؤدى إلى حدوث الإستطالة تكون خلال ١٠ اق فقط من إضافة الأوكسين وتصل الخلايا للمعدل الأمثل فى الإستطالة عند pH = ٣ .

– ولقد إكتشف العلماء Cleland , Rayle (1977) مادة Fusicoccin (FC) وهذه المادة تعتبر Fungal toxin تعمل عمل الأوكسين من حيث إحداث الحموضة وإنطلاق H^+ وبالتالى مرونة الجدار الخولى. وإختبرت هذه المادة فى حالة قطاعات ساق البسلة وغمد الشوفان.

– عموماً فإن كل من الأوكسين و (FC) يعمل على خفض رقم الـ pH ولكن الطريقة مختلفة فى الحالتين، ولكن النتيجة واحدة وهى حدوث مطاطية وإستطالة للجدر الخلوية.

كما يمكن إجمالاً النظرية الحامضية The "acid – growth" theory of auxin action

والتي تفسر النمو ما يلى:

- يحدث الأوكسين وسطاً حامضياً نتيجة لمضخة الأيدروجين (H^+) المرتبطة بالجدار .
- نتيجة لزيادة حموضة مادة الجدار الخولى يحدث نقص فى رقم pH .
- الإنزيمات المتخصصة فى ليونة Loosening الجدار الخولى تنشط فى pH منخفض أى درجة حموضية مرتفعة وبالتالى تحدث Loosening وتستطيل الخلايا نتيجة لضغط الإمتلاء .

- Auxin promoted cell elongation by induc H^+ .
- Certain wall – bound enzymes, glycosidases have relatively low pH optima.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- Auxin – induced H^+ excretion and the capacity of H^+ to promote growth of Avena coleoptile segments actually had been known "acid growth theory".

ميكانيكية إنتاج H^+ بواسطة الأوكسين

The mechanism of auxin causes wall acidification

الميكانيكية على وجه الخصوص غير معروفة ولكن هناك عدة إعتبارات يجب معرفتها وهي:

- Primary action of is auxin the plasmalemma

حيث يزداد نشاط إنزيم RNA – polymerase وهذا الإنزيم يتأثر بشدة بالأوكسين وبالتالي تتأثر عملية نسخ DNA وتحدث تغيرات نوعية وكمية في تخليق RNA من DNA ويمكن التأكد على أن تفاعل الأوكسين مع المستقبل ينتج عنه إنطلاق H^+ من plasmalemma إلى داخل الجدار الخلوى الذى يؤثر مباشرة على مرونة Loosening الجدار الخلوى.

○ درس تأثير الأوكسين على الشبك الأندوبلازمى (ER) Ray 77. وأمكن ملاحظة أن الأوكسين له موقع إستقبال على الشبك الأندوبلازمى Receptor sites وينطلق H^+ من السيتوبلازم إلى التجاويف الموجودة بالشبك الأندوبلازمى حتى يصل إلى الجدار الخلوى وقد يكون هذا الإنتقال للبروتينات (H^+) من خلال أجهزة جولجى.

يمكن إجمالى نظريات ميكانيكية عمل الأوكسين فيما يلى:

(Mechanism of auxin action)

أفترحت عدة نظريات لتفسير عمل الأوكسين على إستطالة الخلية فمثلاً.

○ الأوكسين يعمل على زيادة الجهد الإسموزى للخلية.

○ الأوكسين يعمل على زيادة نفاذية الخلية للماء.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- الأوكسين يشجع تخليق الإنزيمات التي تعمل على تكوين مواد الجدار الخلوى.
 - الأوكسين يسبب نقص فى الضغط الجدارى.
 - الأوكسينات ربما تعمل على المستوى الجينى وذلك يؤثر مباشرة فى نقص الضغط الجدارى.
- ويتم تفسير زيادة إستطالة الخلايا نتيجة لزيادة مطاطية الجدار الخلوى من خلال عدة خطوات:
- ١ - زيادة مرونة الجدار وبالتالي نقص مقاومة الجدار لعملية المطاطية وبالتالي يسمح بدخول كمية أكبر من الماء.

Auxin increases wall loosening, thus decreasing the resistance of the wall to stretching and allowing the wall to yield to pressure.

٢ - نقص الضغط الجدارى .The pressure potential thus decreases

٣ - دخول كمية كبيرة من الماء إلى داخل الخلية نتيجة لزيادة الضغط الأسموزى الداخلى.

More water osmosis in because of the more negative internal water potential.

٤ - يزداد تبعاً لذلك حجم الخلية وتكون مطاطية الجدار فى هذه الحالة غير عكسية.

The cell volume is thereby increased and the wall is irreversibly stretched.

٥ - الأوكسين يعمل أيضاً على تشجيع بعض الإنزيمات المؤدية إلى زيادة وتغيير نفاذية الجدار الخلوى.

Activating certain enzymes stimulating the synthesis of certain enzymes evoking a change in membrane permeability.

٦ - يعمل الأوكسين على تنشيط الجينات التي تؤدي إلى زيادة تخليق m-RNA وكذلك تخليق البروتين مما يؤدي إلى زيادة إستطالة الخلايا.

كيف تحدث عملية Loosening بواسطة الأوكسين:

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

يعمل الأوكسين على تخليق وإنسياب مادة Xyloglucan فى مادة الجدار مما يؤدي إلى زيادة مرونة الجدار الخلوى الذى يكون أساساً من لويقات السليلوز Cellulose microfibrils والتي تتماسك وترتبط بواسطة polysaccharids (مواد عديدة التسكر).

Auxin may activate a hydrogen ion pump in the plasmalmma low pH of the wall, enhance xyloglucan creep and thereby increase cell wall loosening.

Site of auxin action

– من خلال تأثيره على m-RNA وبالتالي تخليق البروتين nucleic acid metabolism

– من خلال تأثيره على مطاطية ومرونة الجدار الخلوى Cell wall.

Effect of auxins on nucleic acids and protein metabolism

من المعروف أنه لكى تستطيل الخلية وتزداد فى الطول لابد من إستمرارية وزيادة تخليق RNA والبروتين وخاصة m-RNA.

Auxin increased the rate of RNA synthesis – auxin interacts with a binding protein, the IAA – protein complex then interacting with chromatin to cause an increase in DNA template available for transcription.

بعض الظواهر الفسيولوجية للأوكسينات

Effect of auxins on photosynthesis activity كفاءة عملية البناء الضوئى

بإختصار شديد، وجد العديد من العلماء (Szaliq, 1968 – Nato, 1979 – Choudhuri, 1978 – Wild, 1981) أن الأوكسينات وخاصة IAA , NAA تؤدي إلى تنشيط كفاءة عملية البناء الضوئى وذلك لحدوث تنشيط الإنزيمات المختصة أو تنشيط تخليق الصبغات المختصة بتفاعل الضوء. وعموماً وجد حدوث تنشيط للآتى:

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

(1) تخليق الصبغة P700 (وهي المركز الرئيسي للتفاعل 1 photosystem في تفاعل الضوء

.Hill reaction)

(2) إستهلاك CO₂ عن طريق تنشيط إنزيم: Rubulose-Biphosphate Carboxylase

(Ru. BpCase)

أى تنشيط تفاعل بلاكمان (تفاعل الظلام أو دورة كالفن).

٢ - الانتحاءات Tropisms:

يطلق على حركات العضو النباتى التى تنشأ عن إستجابة للمنبه البيئى بالانتحاء واتجاهه يتوقف على

الحالة الفسيولوجية للخلايا وعلى مدى العلاقة بين المنبه البيئى والجزء النباتى المستجيب.

وهناك العديد من الانتحاءات التى تختلف باختلاف المنبه البيئى ومنها:

الانتحاء		المنبه البيئى	
Geotropism	الانتحاء الأرضى	Gravity	١ - الجاذبية
Phototropism	الانتحاء الضوئى	Light	٢ - الضوء
Thermotropism	الانتحاء الحرارى	Temperature	٣ - الحرارة
Thigmotropism	الانتحاء اللمسى	Touch	٤ - اللمس
Chemotropism	الانتحاء الكيماوى	Chemical	٥ - الكيماويات
Hydrotropism	الانتحاء المائى	Water	٦ - الماء

وسوف نتناول كل منها بالتوضيح مع التمثيل بالتجارب والملاحظة والتعليل الفسيولوجى لما يحدث.

٣ - السيادة القمية Apical dominance:

من المعروف أن البرعم الطرفى يؤثر بقوة على نمو البراعم الجانبية حيث لوحظ أنه عند

إزالة أو غياب البرعم الطرفى فإن البراعم الجانبية تنشط فى النمو كما لوحظ أن أقرب البراعم

منظمات النمو والأزهار، الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

الجانبية الذى يقترب من القمة النامية يظهر نوعاً من السيادة بعد فترة قصيرة على سائر البراعم الأخرى حيث يجعلها غير نشطة مرة أخرى وذلك لأن البرعم الطرفى ينتج ويحتوى على تركيزات مرتفعة وعند إنسياب هذه التركيزات المرتفعة وانتقالها فإنها تثبط نمو البراعم الجانبية وفى نفس الوقت تنشط نمو الساق بينما الجذور فإنها تحتاج إلى تركيز منخفض جداً حتى تنشط فى النمو.

٤ – الثمار اللابذرية Parthenocarp:

○ أثبت العالم Gustafon & Massart أن نمو الثمار اللابذرية من الممكن أحداثها بإضافة IAA إلى عجينة الانولين إلى ميسم الزهرة.

○ لاحظ Muir زيادة طارئة فى كمية الأوكسين فى مبايض نبات الدخان عقب عملية التلقيح مباشرة ولكن غياب عملية التلقيح لا يحدث أى زيادة فى كمية الأوكسين.

○ عموماً فإنه بمجرد نمو أنبوبة اللقاح فإنه يتحرر إنزيم مسؤل عن تخليق الأوكسين من الترتوفان.

○ من المعروف أن مبايض بعض أنواع النباتات القادرة طبيعياً على إنتاج الثمار اللابذرية فإن المحتوى الأوكسينى يكون أكثر منه فى مبايض الأنواع التى تحتاج إلى الإخصاب لكى تنتج الثمار.

٥ – التساقط Abscission & Shedding:

○ لفهم أهمية دور الأوكسينات فى تساقط الأوراق قام كل من Addicatt & Lynch (1951) بوضع عجينة اللانولين المضاف إليها IAA على الطرف القريب أو البعيد لأعناق أوراق الفاصوليا المنزوعة النصل ولوحظ أن عند إضافتها إلى الطرف البعيد للعنق عن الساق فإنه لا يحدث تساقط للعنق أما إضافة العجينة إلى الطرف القريب من الساق يشجع التساقط.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- قام كل من (Chatterjee & Leopold (1965) بعدة تجارب استخلصوا منها أن النظرية السابقة – ليست كافية لتفسير عملي وعلمي لفعل الأوكسين على تساقط الأوراق. كما أوضحوا أن بعد تقدم الورق في العمر فإنه معاملة الطرف البعيد للعنق يشجع التساقط وهذا التأثير الأخير يرجع إلى أن الأوكسين يسبب تخليق الإثيلين.
- كما اقترحوا أن الورقة الصغيرة السن تقاوم التساقط وعندما تكبر يحدث لها تساقط نتيجة حدوث تغير في قوة تثبيطية معينة.
- وجدوا أن أهم عامل يشجع على التساقط هو الإثيلين فعند تعريض النبات إلى هواء يحتوي على غاز الإثيلين بتركيز منخفض (1 mg/l) فإنه يحدث تساقط للأوراق كبيرة السن أما الأوراق الصغيرة السن فإنها تقاوم التساقط بالرغم من وجود الإثيلين لأنها قادرة على إنتاج الأوكسين بتركيز مرتفع يمكنها من مقاومة التساقط.
- وجد العلماء أيضاً أن الأوراق الصغيرة حديثة السن تنتج كمية كبيرة من الإثيلين وهذا الإثيلين ربما ينتشر إلى الأوراق المسنة والتي تنتج الإثيلين أيضاً ويسبب تساقط الأوراق المسنة. ومما يؤيد هذا الإتجاه أن قطع الأوراق الصغيرة يمكن أن يؤخر تساقط الأوراق المسنة وهذا التأخير من الممكن أن يكون راجعاً إلى خفض تركيز الإثيلين حول الأوراق المسنة.
- يمكن القول أن الأوكسين والإثيلين هما الهرمونان الرئيسيان اللذان يتحكمان في عملية تساقط الأوراق. حيث أن الأوراق بتقدمها في العمر فإن إنتاج الأوكسين يقل بينما يتزايد تخليق الإثيلين المنشط لعملية التساقط.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- من المعروف الآن أن الإثيلين يشجع التساقط وذلك للتأثير المباشر لتشجيع تخليق إنزيم سليوليز Cellulase الذى يحلل السليولوز فى منطقة التساقط وأيضاً إنزيم بكتينيز الذى يحلل الصفحة الوسطى لخلايا منطقة التساقط.
- هناك إقتراح أن السيتوكينين يعمل ضد الشيخوخة فى الأوراق فمقدارها يتناقص وبالتالي فإن مسببات الشيخوخة تأخذ فى الظهور. وعند إضافة السيتوكينين إلى طبقة التساقط فإنه يعيق حدوث الشيخوخة أما إذا أضيف السيتوكينين خارج منطقة التساقط فإن التساقط سرعان ما يحدث. وتعليل ذلك أن السيتوكينين تعمل على تخزين وتراكم المواد الغذائية.
- عند إضافة الأوكسين إلى الأوراق المسنة فإن ذلك يؤدى إلى إسراع التساقط لأن الأوكسين يؤدى إلى زيادة تخليق الإثيلين.

٦ – التنفس Respiration:

- الأوكسينات لها دور مهم فى تنشيط تمدد الخلايا وهذه تحتاج إلى طاقة ATP من هدم المواد الغذائية عن طريق التنفس.
 - IAA ينشط تخليق RNA والبروتين وكلا منها يحتاج إلى طاقة مما يؤدى إلى زيادة التنفس.
 - الإنزيمات المخلفة والمنشطة بواسطة IAA تحتاج إلى طاقة تأتي من التنفس.
- مما سبق فإن الأوكسين له دور غير مباشر فى تنشيط التنفس.

٧ – تكوين الكالوس Callus formation:

- لوحظ أن إضافة عجينة اللانولين المحتوية على ١% IAA إلى أعناق أوراق الفاصوليا منزوعة الإتصال يؤدى ذلك إلى حدوث إنتفاخ المكان الذى وضع عليه الأوكسين.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

○ الإنتفاخ الناتج يسمى كالوس وهو عبارة عن خلايا بارانشيمية منقسمة بسرعة وتزداد أيضاً في الطول بفعل الأوكسين أى أن الأوكسين فى هذه الحالة يعمل على زيادة أنقسام وإستطالة الخلايا. إذا قطع ساق نبات أسفل ورقة ناضجة ووضعت عجينة الانولين المحتوية على IAA عند سطح القطع يلاحظ تكون نسيج الكالوس وأيضاً ظهور الجذور العرضية بعد فترة.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

الجبريلين Gibberellin

تم اكتشاف الجبريلينات فى مرحلة تالية لإكتشاف الأوكسينات وتم اكتشافها بواسطة العلماء اليابانيون حيث وجدوا أن الفطر *Gibberella fujikuroi* وهو الطور الجنس للفطر *Fusarium moniliforme* يسبب المرض Foolish seedling لبادرات الأرز، ووجد أن سبب هذا المرض هو إفراز مادة الجبريلين.

وتعتبر الجبريلينات من المواد المنشطة للنمو ويوجد العديد من مركبات الجبريلين ولقد عرف منها حتى الآن ٦٠ نوعاً، وتختلف هذه الأنواع فيما بينها من حيث عدد ذرات الكربون (١٩ – ٢٠) وكذلك وجود أو عدم وجود مجاميع (-OH) وتعتبر المادة من الجبريلينات إذا احتوت على الهيكل الكربونى Gibbane.

توجد بعض المواد التى لها نفس تأثير الجبريلين ولكنها لا تعتبر جبريلينا لأنها لا تحتوى على حلقة Gibbane ومن أمثلة هذه المواد Helmenthosporic acid & Helmenthosporal وهاتان المادتان تقرزان من فطر *Helmenthosporium sativum* وكذلك المادتان Sclerolide و Sclerin & تقرزان بواسطة الفطر *Sclerotinia libertiana*.

تخليق الجبريلين

فى مستخلص الإندوسوم للبذور غير الناضجة لنبات الخيار أو البسلة تمت دراسة خطوات تخليق الجبريلين إنزيمياً كما هو موضح فى الشكل التوضيحي.

منظمات النمو والأزهار

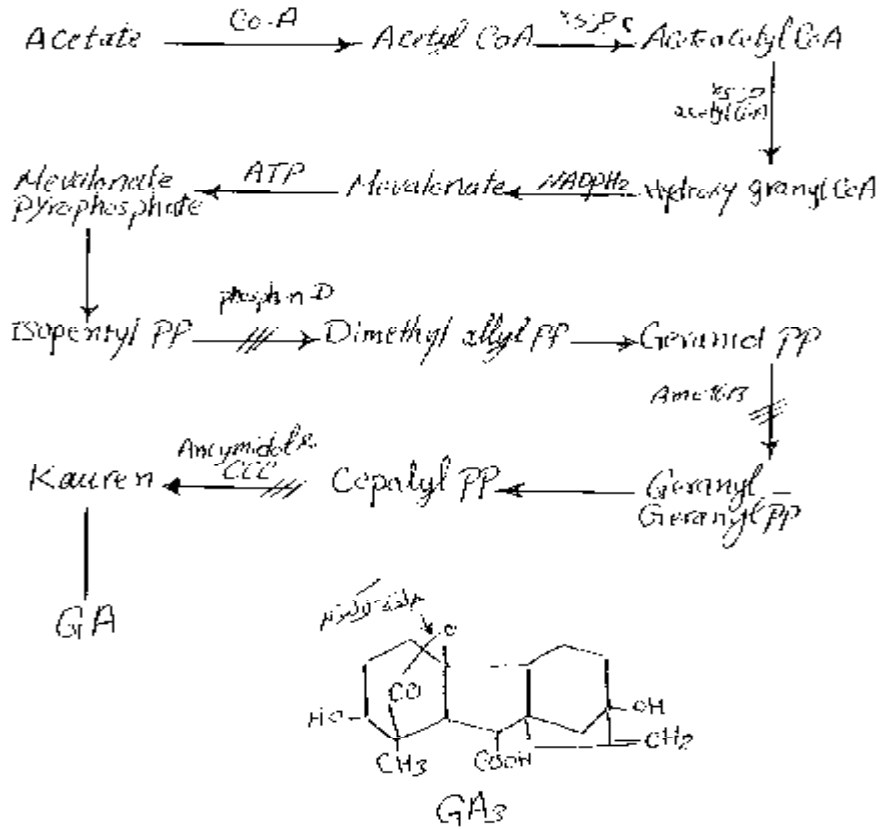
الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

ولقد وجدت عدة مواد تعمل على تثبيط خطوة أو أكثر من خطوات تخليق الجبريلين مثل

Ancymidol & Phosphon - D & Amo 1618. والشكل الخاص بخطوات تخليق الجبريلين

موضح به بعض الخطوات التي يمكن تثبيطها بواسطة مؤخرات النمو المذكورة.

خطوات تخليق الجبريلين



تأثير الضوء على تخليق الجبريلين

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وجد أنه عند تعريض بادرات الشعير الشاحبة Etiolated للضوء الأحمر لمدة ٢٠ ق فإن ذلك يؤدي إلى تنشيط تخليق الجبريلين وكذلك زيادة نشاط الجبريلين وتخليق الصور النشطة بيولوجياً. ولقد وجد من تجارب العلماء أن الإضاءة المستمرة لمدة ساعة تكون ضرورية لإنتاج أقصى معدل من المركب Kaurene في قمة الساق الخضرية (تعتبر مادة Kaurene المؤشر الحقيقي لمستوى الجبريلين في النبات).

ولقد وجد أن هناك ارتباط كبير جداً بين نشاط صبغة الفيتوكروم ومستوى ونشاط الجبريلين، وبما أن صبغة الفيتوكروم تنشط بتعرضها للضوء الأحمر فإن ذلك يؤدي إلى زيادة تخليق نشاط GA. ووجد أيضاً بالتجارب أن مستوى Kaurene في البادرات الخضراء كان أعلى بكثير منه في البادرات الشاحنة etiolated.

التغير في المحتوى الداخلي للجبريلين أثناء النمو

Quantitative changes in GA content during development

في تجربة على نبات البسلة Alaska المعاملة بإضافة GA3 بتركيز 10 mg لكل نبات عوملت بعض النباتات عند عمر ٣ أيام وأخرى عند ٦ أيام وأخرى عند ٩ أيام من الزراعة. ولقد وجد أن إستجابة النباتات تنقص من ناحية النمو وخاصته المعاملة عند ٩ أيام وكانت الزيادة في النمو ضئيلة عن نباتات المقارنة ولقد أخذت هذه القراءات بعد ١٣ يوماً من الزراعة ولم تحدث أي إستجابة للنباتات عند معاملتها بعد ١٤ يوماً (أسبوعين).

ولقد وجد من التجارب بإستخدام Amo 1618 & GA3 أن نباتات البسلة تستجيب للجبريلين كمعاملة خارجية في فترتين من النمو، الأولى هي مرحلة النمو السريع والثانية قبل حدوث الشيخوخة بقليل.

منظمات النمو والأزهار

الأساذ الدكتور/ محب طه صقر أساذ فسلولولجلا النبات، كلفة الزراعه، جامعه المنصوره

من التجارب التي يمكن الحكم بها على المحتوى الداخلي في GA هي تقدير الزيادة في الوزن الجاف للنبات فكلما زاد معدل النمو كلما كان المحتوى من الجبريلين مرتفعاً والعكس إذا ما وجدت كميات كبيرة من مضادات الجبريلين فإن معدل النمو ينخفض لإنخفاض المحتوى من GA.

مكان تخليق الجبريلين في النباتات الراقية Sites of GA biosynthesis in seed plants

وجد Phillips & Jones (1967 , 1966) بعد عمل العديد من التجارب على نبات عباد الشمس من حيث دراسة إنتقال وانتشار واستخلاص GA وكذلك المعاملة بمثبطات تخليق GA. وتمكنوا في النهاية من إثبات أن GA يتم تخليقه في الأوراق الصغيرة والحديثة للبرعم الطرفي. كذلك وجد أن قمم الجذور تعتبر مواقع لتخليق GA وتتركز منطقة التخليق في المنطقة الطرفية للجذور وهي حوالي 3 – 4 مم. والدليل على تخليق GA في قمم الجذور هو ما قام به كل من Vaadia & Sitto (1967) حيث أزلوا القمة الطرفية للساق في نبات عباد الشمس ثم حفظت قمم الجذور في مادة Mevalonate مشعة (تحتوي على C^{14}) فأدى ذلك إلى إنتاج مواد وسيطة في تخليق الجبريلين مثل Kaurene.

كذلك بالتجارب وجد أن البذور أثناء التكوين تكون غنية جداً بمحتواها من GA وهذا دليل على أن البذور نشطة جداً في تخليق الجبريلين. ولوحظ أيضاً أن البذور لا تحتوي فقط على GA بمعدل مرتفع ولكنها تحتوي كذلك على كمية كبيرة من مثبطات تخليق الجبريلين وذلك لمنع تراكم الجبريلين في البذرة. كذلك وجد أن البذور أثناء الإنبات يحدث بها تخليق للجبريلين وذلك في خلال اليومين الأولين من الإنبات ويتم التخليق في القصة Scutellum لجنين الشعير Radley (1967).

إنتقال الجبريلين Transport of GA

منظمات النمو والأزهار، الأساذ الدكتور/ محب طه صقر أساذ فسلولولجلا النبات، كلفة الزراعه، جامعه المنصوره

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

كان العالم Mc Comb (1964) أول من درس إنتقال GA_3 فى النباتات المعاملة بالجبريلين حيث إستخدم الكربون المشع فى الجبريلين GA (C^{14}) لهذا الغرض ووجد أن الجبريلين ينتقل فى اللحاء بنفس ميكانيكية إنتقال الماء وباقى المواد الناتجة من التحولات الغذائية. ولقد وجد كل من Lockart & Chin (1965) إن إنتقال GA_3 مرتبط بإنتقال الكربوهيدرات فى النبات. وحديثاً وجد العلماء بإستخدام الكربون المشع فى الجبريلين أن الجبريلين ينتقل فى كل أوعية النبات سواء اللحاء أو الخشب أى مع العصارة الناضجة أو مع الماء والأملاح. وفى تجربة الإنتقال القطبى كما يحدث فى الأوكسين بإستخدام الآجار وغمد الشوفان لوحظ أن الجبريلين لا ينتقل بطريقة قطبية Non-polar كما يحدث فى الأوكسين. ومن التجارب وجد أن معدل إنتقال الجبريلين ٥ - ٢٥م/١٢ ساعة.

بعض التأثيرات الفسيولوجية للجبريلين وميكانيكية التأثير

١ - تنشيط إستطالة ونمو النباتات:

يؤدى الجبريلين إلى زيادة إستطالة الساق عن طريق التأثير على منطقة الخلايا تحت القمية حيث يعمل على تنشيط إستطالة خلايا هذه المنطقة وكذلك زيادة معدل الإنقسام الميتوزى لها. والدليل على أن الجبريلين له دور كبير فى إحداث الإستطالة هو زيادة محتوى الجبريلين الطبيعى فى خلايا الشمراخ الزهرى أثناء الإستطالة فى نباتات النهار الطويل. من المعروف أن الجبريلين لا يعمل منفرداً فى إحداث عملية الإستطالة للخلايا حيث أن تأثيره منفرداً محدود للغاية بينما يكون التأثير نشيطاً للغاية فى وجود الأوكسين وعرف ذلك من خلال التجارب على ساق البسلة.

تستجيب الأوراق النباتية للمعاملة بالجبريلين حيث يزيد المحور الطولى للورقة بمعدل أكبر من المحور العرضى. وفى حالة الأوراق المركبة يقل عدد الوريقات نتيجة المعاملة بالجبريلين.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

ولقد تمت دراسة تأثير GA على تنشيط إستطالة الساق فى البسلة القزمية وكذلك بعض أصناف الذرة القصيرة.

فأخذ لوحظ عند رش البسلة القزمية بالجبريلين بعد ١٠ أيام من الزراعة بتركيزات متصاعدة، ٠.٠٠١٥ - ١٥ جزء فى المليون، أن الطول يتضاعف عدة مرات قد تصل إلى ٥ - ١٠ مرات قدر الكنترول فى مدة حوالى ١٨ يوماً (Moor, 1968).

ولقد درس العلماء تأثير GA على النمو ووجد أن الهرمون (GA) يشجع وينشط كل من إنقسام الخلايا وكذلك إستطالتها، ولوحظت هذه الظاهرة عند معاملة الفاصوليا. ولكن من الملاحظ أن تنشيط إستطالة الخلايا هو السائد. ولوحظت هذه الظاهرة أيضاً نتيجة لمعاملة الأنسجة بالجبريلين ومثال ذلك خلايا المرستيم البينى فى ساق الشوفان وخلايا نسيج Mesocarp البارنثيمية فى ثمار الخوخ.

وكان تأثير GA سائد نحو إنقسام الخلايا فى بعض الحالات منها المنطقة المرستيمية تحت القمية فى النباتات الزهرية مثل: *Samolus & Hyoscyamus niger & parviflorus* & Dwarf peas.

ومن الواضح أن تأثير الجبريلين من حيث إنقسام الخلايا وإستطالتها يتوقف على عمر النبات ومرحلة النمو التى يمر بها. وعموماً فإن الخلايا الحديثة صغيرة العمر تميل فى إستجابتها نحو الإنقسام بينما الخلايا الأكبر تميل إلى الإستجابة نحو الإستطالة وعلى ذلك فإن محصلة الإستطالة فى النباتات المعاملة بالجبريلين تكون ناتجة عن كل من زيادة إنقسام وكذلك إستطالة الخلايا. ومن التجارب أيضاً لوحظ أن GA ليس ضرورياً لنمو الجذور ولم يتضح من التجارب أن GA ينشط أو يثبط إنقسام أو إستطالة خلايا الجذور.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

ووجد Cleland , 1968 أن كل من GA & IAA يؤدي إلى حدوث إستطالة الخلايا فى الخيار ولكن دور كل منهم يكاد يكون مختلفاً عن الآخر حيث لوحظ أن الدور الأساسى فى إحداث إستطالة فى حالة IAA عن طريق أحداث مرونة فى الجدر الخلوية Plasticity بينما يكاد لا يكون للجبريلين دور فى إحداث المرونة بينما (Adams 1975) وجد أن GA أدى إلى حدوث زيادة واضحة فى مرونة جدر الخلايا فى ساق الشوفان.

وعموماً فإنه من دراسة عديد من العلماء وبإجراء العديد من البحوث الحديثة لوحظ أن GA يؤدي إلى زيادة وتنشيط الإستطالة فى النباتات من خلايا تأثيره على عدة عمليات هي:

- Cell growth.
- Cell extensibility.
- Membrane permeability
- Ezymatic activity.
- Osmotic potential.
- Mobilization of potassium and sugars.

ولوحظ أيضاً فى بعض النباتات القزمية مثل البسلة ، الذرة والفاصوليا ، وجود طفرة فى جين معين يؤثر على الإنزيمات الهامة فى تخليق الجبريلين مما يؤدي إلى نقص محتوى GA وكذلك عند معاملة هذه النباتات بالجبريلين فإنها تستعيد إستطالتها ويلاحظ أن هذا النوع من التقزم يكون فقط نقص فى طول السلايميات وليس فى عددها.

§ من الطفرات المعروفة طفرة نبات الذرة وتسمى (d-5) وتظهر هذه الطفرة قزمية بسبب نقص الجبريلين. وتحدث الطفرة بسبب إيقاف بعض خطوات تخليق GA وخاصة بين Copalyl. P.P والكوارين Kourerne ويكون حجم النبات ٥/١ حجم النبات العادى.

§ لذلك فإن إستعمال GA لهذه الطفرة أو إحدى طفرات البسلة أو الفول أو الفاصوليا القزمية يتسبب فى إستطالتها حتى تصير مثل النباتات العادية.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

§ بعض النباتات المتقدمة لا تستجيب لإضافة GA ولم يلاحظ أى خلاف فى المحتوى الجبريليني عن النباتات العادية ويقترح العلماء أن مثل هذه النباتات تحتوى على كمية زائدة من المثبطات الطبيعية.

٢ – تأثير GA على تحلل الغذاء المخزن فى طبقة الأليرون:

كان يعتقد أن الجنين هو مصدر النشاط الإنزيمى اللازم لتحليل النشا إلى مواد سكرية بسيطة تفيد عمليات النمو المختلفة ولكن أتضح فيما بعد أن طبقة الأليرون نفسها هى المسئولة عن ذلك. وبالتجارب وجد أن الجنين مسئول مسئولية مباشرة عن إنتاج هرمون GA والمنشط لهذا النظام الإنزيمى. والدليل على أهمية طبقة الأليرون كمصدر للإنزيمات تجربة تمت فيها إزالة طبقة الأليرون وعولمت باقى أنسجة الحبة بالجبريلين فلم تظهر إستجابة للجبريلين.

ومن الواضح أن GA₃ يؤدى إلى تحرر الجين الخاص بتخليق α -amylase , Protease وكذلك بعض الإنزيمات المحللة الأخرى فى طبقة الأليرون فى الشعير. ومع ذلك فإنه ليس من الواضح تماماً كيف يتم تحكم الهرمون فى عملية النسخ Transcription وخاصة أثناء تخليق m-RNA وكذلك أثناء عملية الترجمة Trans Lation وتخليق البروتين.

ومن تجارب Varner & Evins (1972) وجد أنه عند معاملة طبقة الأليرون بالجبريلين وفى المرحلة التى يتكون فيها α -amylase بأقصى معدل ، فى هذه المرحلة بالذات وجد العلماء زيادة واضحة فى تكوين Polyribosome وكذلك زيادة فى تخليق Ribosomes وكذلك زيادة واضحة فى تخليق أغشية الشبكة الإندوبلازمية Endoplasmic reticulum membrane.

ولقد ظهرت كل هذه التأثيرات خلال ٢ – ٤ ساعات من بداية المعاملة بالجبريلين ومن التجارب أيضاً أتضح وجود إنزيمات جديدة وذلك لنشاط Polyribosome فى وجود GA₃. كل ذلك

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

أدى إلى الاعتقاد أن GA يؤدي إلى تنشيط وزيادة عدد monoribosomes وكذلك نسبتها المنوية والتي تؤدي إلى تشجيع تخليق البروتين.

ومن التجارب وجد أيضاً أن abscisic (ABA) يثبط التأثير المنشط للجبرلين حيث يثبط

تخليق RNA وخاصة m-RNA وكذلك يثبط تكوين Polyribosomes.

ولقد وجد أنه من التأثيرات المبكرة جداً لفعل GA₃ هو تنشيط إنزيمين يتداخلان أو يؤثران في

تخليق Lecithin وهو من المركبات التي تدخل في تكوين الأغشية الخلوية وهذين الإنزيمين هما:

- Phosphoryl choline gliceride transferase.
- Phosphoryl choline cytidyl transferase.

وكل من هذين الإنزيمين يزيد نشاطه خلال ساعتين فقط من معاملة طبقة الأليرين المعزولة

بواسطة الجبرلين.

كذلك أدت المعاملة بالجبرلين إلى زيادة نشاط بعض الإنزيمات المؤدية إلى زيادة بناء مادة

الجدار الخلوي وذلك بعد ٤ ساعات من المعاملة حيث لوحظ أن P³² (الفوسفور المشع) زادت نسبة

دخوله في بناء مركب Cytidyl triphosphate (CTP). وكذلك لوحظ زيادة دخول مجموعة

Choline في microsomal lipid وكذلك زيادة دخول P³² في بناء Phospholipids.

ووجد العالمان Johnson & Kende ظهور نوع جديد من الشبكة الإندوبلازمية (E.R.) وذلك

نتيجة المعاملة بالجبرلين وذلك لحدوث تغيرات في عملية النسخ Transcription وهذه الظاهرة

تحدث بعد ٤ - ٨ ساعات من المعاملة بالجبرلين.

وجد كل من العلماء Zwar & Jacobson (1972) و Higgins (1976) ظهور أنواع جديدة

من RNA نتيجة المعاملة بالجبرلين. ولقد لوحظ أن هناك ارتباط وثيق بين تنشيط GA₃ لتخليق

الإنزيمات ومعدل ظهور m-RNA. ولإثبات ذلك قام العلماء بعزل RNA من خلايا طبقة الأليرون

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وكذلك تم تقدير α - amylase وكذلك نواتج عملية الترجمة Translation. ومن نتائج هذه التجربة وجد أن المحتوى من α - amylase الناتج من عملية الترجمة عن طريق m-RNA يزيد نتيجة المعاملة بالجبريلين.

من ذلك كله يتضح أن GA_3 يؤدي إلى إستحداث وظهور نوع معين من m-RNA والمخصص لتخليق نوعية معينة من الإنزيمات فى خلايا طبقة الأليرون وكذلك زيادة نشاط إنزيم Ribonuclease.

كما أظهرت الدراسات أن معاملة طبقة الأليرون المفصولة بالجبريلين يسبب تخليق إنزيمات: —

Ribonuclease	B- amylase
B- gluconase	α - amylase
Protease	Phosphatase

Site and mechanism of action & GA in the aleurone system

§ GA يؤدي إلى تحرر الجين الخاص بتخليق إنزيم α - amylase وكذلك الإنزيمات الأخرى المحللة مائياً فى البيرون الشعير وقد يكون ذلك يفضل الهرمون GA الذى يتداخل مباشرة فى عملية Transcription وخاصة فى أثناء تكوين (تخليق) m-RNA أو فى عملية Translation وخاصة أثناء تخليق البروتين.

§ Evin & Varner (1971 , 72) فى تجارب على إنتاج إنزيم α - amylase بواسطة

المعاملة بـ GA من طبقات الأليرون لوحظ الآتى: —

- ١ — زيادة فى تكوين Polyribosome
- ٢ — زيادة فى تخليق Ribosomes
- ٣ — زيادة فى تخليق Endoplasmic reticulum membrane

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- § لاحظ العالمان أيضاً أن ABA يزيل الأثر المنشط للجبريلين GA على نظام الأليرون فى الشعير مما يؤدى إلى تثبيط تخليق RNA وبالتالي تثبيط تخليق وتكوين Polyribosomes.
- § من التجارب السابقة لوحظ أن GA₃ يختص بنشاط نوع معين من RNA وهو m-RNA وهو بالتالى المسئول عن تنشيط تخليق Polyribosomes وهذا الأخير بالتالى مرتبط بتنشيط وتخليق الإنزيمات المحللة فى طبقة الأليرون.
- § لوحظ أيضاً أن GA ينشط زيادة تخليق الأغشية وخاصة الشبك الأندوبلازمى الخشن Rough Endoplasmic Reticulum وهى المرتبطة بتخليق البروتين فى الخلايا.
- § لوحظ أيضاً أن المعاملة بالجبريلين GA ينشط نوعين آخرين من الإنزيمات يتداخلان (لهما علاقة مباشرة) بتخليق مركب Lecithin وهو المركب المشترك فى تكوين الأغشية وهذان الأنزيمان هما:

Phosphoryl choline gliceride transferase.

Phosphoryl choline cytidyl transferase.

وكل من هذين الإنزيمين يزداد نشاطه ٣ مرات فى أول ساعتين فى الأليرون المعامل بالجبريلين.

§ لوحظ أن GA₃ ينشط تخليق RNA فى أنوية خلايا البسلة القزمية.

§ لوحظ أن GA₃ ينشط إستطالة الساق فى البسلة القزمية.

§ لوحظ أيضاً أن GA₃ ليس له تأثير على إستطالة ساق البسلة القزمية والسبب فى ذلك

إنه لا يؤثر على نشاط تخليق RNA فى أنوية البسلة القزمية.

§ (1972) Paieg قرر أن GA له علاقة قوية بالأغشية حيث أن ينظم نفاذية الأغشية.

٣ – كسر طور السكون:

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وجد أن الجبريلين يؤدي إلى كسر سكون البذور التي يرجع السكون فيها إلى الإحتياج لدرجات حرارة منخفضة وبالتالي يمكن للجبريلين تعويض عملية التتضيد وهى عملية Stratification وكذلك يؤدي إلى كسر طور السكون فى البذور الحساسة ضوئياً أى التى تحتاج الضوء لإنباتها أو تحتاج للتعرض للضوء الأحمر كى يحدث الإنبات مثل بذور الدخان – الخس. وللجبريلين دور فى كسر سكون البراعم الخضرية حيث أن معاملة درنات البطاطس الساكنة بالجبريلين تؤدي إلى كسر طور السكون وتعويض الإحتياجات الحرارية المنخفضة للدرنات والبراعم. كما أدت معاملة نباتات البطاطس فى الحقل قبل أسبوعين من الحصاد إلى عدم دخول الدرنات أصلاً فى طور سكون وبالتالي يمكن الإستفادة بهذه الدرنات فى الزراعة مباشرة ولعدة عروات.

يتضح أن سبب السكون هو وجود مثبطات النمو بتركيزات مرتفعة مثل ABA والذى يؤدي إلى تثبيط كل العمليات الحيوية اللازمة لنمو البرعم الساكنة أو لإنبات البذور الساكنة وهذا بعكس الجبريلين الذى ينشط جميع هذه العمليات.

يتضح دور الجبريلين GA فى كسر طور السكون سواء فى البذور أو البراعم عن طريق تنشيطه للجينات الخاملة مما يؤدي إلى تنشيط بناء RNA. وبالتالي تكوين الإنزيمات اللازمة للتحويلات الغذائية البيوكيماوية الخاصة بالنمو.

– ويمكن كسر طور السكون للبراعم فى درنات البطاطس الحديثة بغمرها فى محلول 10-50 mg/l GA₃ لمدة 10 – 20 ق.

٤ – تأثير GA على الإزهار والإثمار:

منظمات النمو والأزهار، الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

لوحظ أن الجبريلين يعوض النباتات ذات النهار الطويل والشتوية والتي تحتاج إلى احتياجات ضوئية معينة والتعرض لدرجة حرارة منخفضة كي تزهر، فلقد وجد أن GA يعوض عملية الإرتباع والتي تحتاجها هذه النباتات لكي تزهر.

ووجد أن الجبريلين بتركيز ١٠ – ٢٠ ميكروجرام / نبات يعوض نبات الجزر احتياجاته من الحرارة المنخفضة الخاصة بالإرتباع.

ولقد أدت الجرعات القليلة من GA إلى تكوين الشمراخ الزهري دون حدوث الإزهار بينما أدت التركيزات المرتفعة منه إلى أستطالة الشمراخ الزهري وحدث الإزهار مما يرجح معه أن الإزهار ليس نتيجة مباشرة لمعاملات الجبريلين في هذه النباتات المتوردة وأن تأثير GA ينحصر في تنشيط إستطالة الشمراخ وما يتبع ذلك من إنتاج مواد تؤدي إلى تكوين الأزهار.

ويؤدي الجبريلين إلى دفع النباتات ذات النهار الطويل للإزهار إذا ما وضعت تحت ظروف النهار القصير. ويجب ملاحظة أن الجبريلين لا يمكنه دفع نباتات النهار القصير للإزهار بل تؤدي المعاملة به إلى عدم إزهار هذه النباتات.

النباتات ذات النمو المتورد Rosette تكوين غزيرة الأوراق قصيرة السلاميات. وقبل مرحلة التكاثر مباشره تسطيل السلاميات بدرجة كبيره جدا وعاده تكون هذه النباتات ذات نهار طويل متورده. وجد أن معاملة تلك النباتات بالجبريلين يؤدي إلى إزهارها إستطاله الشمراخ الزهري.

أما النباتات قصيرة النهار الموضوعة تحت ظروف غير مواتيه لا يشجع GA على إزهارها. لوحظ في النباتات المتورده والغير معاملة بالجبريلين أنه أثناء إستطاله الشمراخ الزهري وحدث الإزهار لوحظ إرتفاع محتواها من GA والمواد الشبيهة له.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

يعمل GA على إستطاله الشمرخ الزهرى (الحنبطه) من خلال عمليتي إتقسام وإستطاله الخلايا Cell

Subapical meristem division& elongation وخاصة فى المنطقة المرستيمية التحت قمية

وليس الجبريلين وحده مسئولا عن الجنس بالنبات بل يشاركه هرمونات نباتيه أخرى مثل الأوكسين والستيوكينين، ويتحدد الجنس فى الغالب تبعا لمستوياتها معا بالنسيج النباتى حيث يغلب تكوين الأعضاء الأنثويه فى وجود مستوى عال من الأوكسين ، كما أدت المعاملة بالكينيتين إلى تحول طفره العنب المذكوره إلى خنثى (Cargiuto, 1968) بينما أدت معاملة سلالات الخيار المؤنثة فى طور البادرة المبكر بالجبريلين (2000 mg/l) إلى إنتاج أزهار مذكرة. ومن ناحية أخرى فشل الجبريلين فى تكوين أزهار مذكرة فى نباتات الخروج والذرة بل أنه أدى إلى الحصول على أزهار مؤنثه فى هذه النباتات (Lansen, 1969).

ومن نواتج المعاملة بالجبريلين أن يغلب تكوين الأعضاء الذكريه (الطلع) بالنبات عند إرتفاع مستوى GA بالأنسجة ثنائيه المسكن (العائلة القرعيه) ، كما سبق ذكره ، وبعضا من أحاديه المسكن وحيديه الجنس لكنها فشلت فى تحويل النباتات الحاملة للأزهار الخنثى إلى نباتات حامله الأزهار أحاديه الجنس (Street& Opik, 1970)

وتؤدى المعاملة بالجبريلين لبعض النباتات إلى حدوث ظاهره العقد البكرى وفى هذا المجال فإن الجبريلين بالأشتراك مع بعض الهرمونات الأخرى كالسيتوكينين والأوكسينات ونتيجة لحدوث توازن بينهما . وتظهر هذه الظاهرة فى الأصناف التى يكون عندها الإستعداد الوراثى لتكوين ثمار بكرية العقد . وفى حالات أخرى يستطيع الجبريلين إحداث ظاهره العقد البكرى بالرغم من فشل الهرمونات الأخرى فى هذا المجال مثال ذلك الخوخ ، المشمش ، التفاح ، الكمثرى ، والموالح .

منظمات النمو والأزهار، الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وباعتبار دور الجبريلين المباشر فى النمو والتطور فإنه يساعد الثمرة ويهيئها لإستقبال (sink) نواتج التمثيل والعناصر الغذائية وبذلك يساعد الثمرة على منافسة المجموع الخضرى فى الحصول على الغذاء المخزن.

٤ – Parthocarp

§ فى حالات كثيرة وجد أن الجبريلينات أكثر نشاطاً عن الأوكسينات فى إحداث الثمار اللابذرية.

§ فى حالات كثيرة ثبت فيها أن الأوكسينات غير فعالة أما الجبريلينات فكانت فعالة ومن أمثلة ذلك الثمار التفاحية والحجرية التى لا تستجيب للأوكسينات.

§ لم يعرف على وجه التحديد هل دور الجبريلين يرجع لتأثير الجبريلين نفسه أو يمثل تفاعلاً بين GA والأوكسين الطبيعى بالنبات.

§ ولقد أدت معاملة نباتات العنب بالجبريلين قبل التزهير (قبل التفتح) بتركيز 50 mg/L إلى زيادة طول حامل الحبات إلى حوالى الضعف، بينما أدت المعاملة عند التساقط الثمرى الأول (بعد أسبوع من العقد) إلى زيادة حجم الثمار. بينما المعاملة أثناء الإزهار تؤدى إلى زيادة نسبة العقد.

٥ – تثبيط الضوء لنمو الساق:

بمقارنة نمو الساق فى الضوء أو فى الشحوب الظلامى نستخلص أن الضوء مثبط لنمو الساق وإستخدام GA يؤدى إلى زيادة كبيرة فى نمو سيقانها.

§ من ذلك يتضح أن الضوء يسبب تثبيطاً لنمو الساق عن طريق تخفيض مستوى GA فى النباتات وهذا التثبيط الضوئى يمكن التغلب عليه بإستخدام GA الخارجى على النبات.

ولوحظ أيضاً أن GA يبطل تأثير الضوء فى نقص مرونة الجدر الخلوية Plasticity.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

§ أمكن إثبات أن Red light يثبط تخليق الجبريلين وكذلك لوحظ أن الضوء الأحمر يثبط نمو الساق وأمكن التغلب على ذلك بإستخدام GA الخارجى.

§ يوجد إحتمال أن الضوء يشجع إنتاج المثبطات inhibitors والتي تتعارض وتتداخل مع نشاط GA فى إستطالة الساق.

تفسير ميكانيكية التأثير للجبريلين فى إحداث بعض الظواهر الفسيولوجية الأخرى بالنبات:

١ - وجد (Briggs, 1963) أن المعاملة بالجبريلين تؤدى إلى إنتاج إنزيمات: B- gluconase , phosphatase and protease.

٢ - وجد Paleg (1972) أن GA يساعد على تنظيم عملية النفاذية للأغشية الخلوية.

٣ - وجد Kuraishi & Muir (1964) أن الجبريلين يتضح تأثيره ونشاطه من خلال تأثيره على زيادة المحتوى الأوكسينى فى الأنسجة النباتية.

٤ - الجبريلين يعمل على حدوث نقص واضح فى نشاط إنزيم IAA-Oxidase (Pilet, 1957).

٥ - GA يؤدى إلى زيادة نشاط إنزيم RNA ase الذى يؤدى إلى زيادة تخليق RNA جديد ، Chrispeels & Varner (1967) و Johri (1968).

٦ - GA يؤدى إلى زيادة نشاط إنزيم Cellulase فى البقوليات Abeles & Leather (1971).

٧ - GA يؤدى إلى زيادة النشاط الإنزيمى للإنزيم RNA polymerase والذى يؤدى إلى زيادة إنتاج RNA.

٨ - من دراسة حديثة قام بها العديد من العلماء للمقارنة بين تأثير GA ومؤخراً النمو Amo 1618 على نشاط بعض الإنزيمات فى الأوراق النباتية وجد الآتى:

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- أ – أن هناك ٣ أنواع من الإنزيمات يتم تنشيطها بالجبريلين بينما ينقص نشاطها بمؤخرات النمو وهذه الإنزيمات هي malate dehydrogenase & RuBpcase & Amylase .
- ب – بينما أعطى alanine transferase إستجابة عكسية للإنزيمات الثلاث السابقة.
- ج – إستجابات ٣ أنواع من الإنزيمات بالزيادة لأثرها لكل من GA & Amo 1618 وهذه إنزيمات هي : Peroxidase و Aspartate transferase و Acid phosphates ويمكن تلخيص النتائج السابقة في الشكل التالي:

	GA	AMO1618
Total amylase	+	-
Acid phosphatase	+	+
Aspartate aminotransferase	+	+
Alanine transferase	-	+
Malate dehydrogenase	+	-
Peroxidase	+	+
Rubcase	+	-
Protein (stimulated by leucine incorporation)	-	-

- ويتضح من الجدول أن كل من مؤخرات النمو والجبريلين يؤدي إلى نقص المحتوى من البروتين وهذا نتيجة زيادة تراكم الأحماض الأمينية الحرة.
- ٩ – بدراسة تأثير GA على المحتوى من صبغات البناء الضوئي ونشاطها في عملية البناء الضوئي وكذلك البلاستيدات أجمع العديد من العلماء على الآتي:
- أ – تؤدي المعاملة بالجبريلين إلى حدوث إصفرار chlorosis في بادرات البسلة والخس ويرجع ذلك إلى:
- ١ – تثبيط تخليق الكلورفيل وتثبيط تكوين الكلوروبلاست.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

٢ - هدم الكلوروفيل وهدم الكلوروبلاست.

٣ - تقليل كمية الكلوروفيل نتيجة لحدوث تخفيف للكلوروفيل حيث يؤدي الجبريلين إلى زيادة في حجم الخلايا وكذلك في معدل إستطالتها.

٤ - تقليل نشاط إنزيم الكلوروفيليز.

بينما في بعض التجارب الأخرى لوحظ زيادة في معدل تخليق الكلوروفيل والكاروتين.

ب - تؤدي المعاملة بالجبريلين إلى تنشيط تفاعل الضوء (Hill reation) في عملية البناء الضوئي حيث لوحظت زيادة إنطلاق وتساعد الأكسجين أثناء التفاعل.

ج - يؤدي GA_3 إلى تنشيط تفاعل الظلام (دورة كالفن) حيث لوحظ زيادة تثبيت CO_2 في البلاستيدات المعزولة.

د - زيادة نشاط الإنزيم RuBpcase (رايبولوز ثنائي الفوسفات).

بعض الإختلافات بين الجبريلين والأكسين

GA	Auxin	
لا	نعم	١ - الإنتقال القطبي
لا	نعم	٢ - تنشيط الجذور العرضية
لا	نعم	٣ - منع إستطالة الجذور
لا	نعم	٤ - يؤثر على تساقط الأوراق
لا	نعم	٥ - يمنع البراعم الجانبية
لا	نعم	٦ - ينشط تكوين الكالوس

منظمات النمو والأزهار، الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

نعم	لا	٧- ينشط نمو النبات الكامل وخاصة القرمزيه والأوراق الفلقة الواحده
نعم	لا	٨- ينشط الإنبات ويمنع السكون
نعم	لا	٩- ينشط إستطاله الشمرخ الزهرى فى ذات الحولين غير المرتبعه وفى النباتات ذات النهار الطويل

هل تعمل الجبريلينات من خلال الأوكسينات

أى هل تعمل الجبريلينات على تشجيع تخليق أو إنتقال أو عمل أو تثبيط الأوكسين فى النبات ؟

فى تجربه على نبات البسلة المتقرمه لوحظ الآتى

§ GA يسبب إستطاله السلاميات بدرجه كبيره عند رشه على النبات

§ IAA عديم الأثر عند رشه للنبات

§ عند فصل سلاميات ساق البسلة فإن إستجابته السلاميات إلى كل من GA & IAA على حده

تكون طفيفة.

§ عند إضافه GA + IAA معاً إلى السلاميات يظهر أثر واضح على إستطاله السلاميات.

لتفسير ذلك:

حمض GA يعتمد على IAA فى إظهار أثره وإن السلاميات المفصولة قد تم إعادها عن

المرستيم القمى وهو مصدر الأوكسين وبإضافة الأوكسين إلى محلول البيئه قد خفف من هذا

النقص . إضافه إلى ذلك فإن النباتات منزوعة القمة لا تستجيب لاستخدام GA .

أثبت العديد من العلماء أن GA ، الأوكسينات مختلفه تماماً ويعمل كل منها باستقلاليه تامه عن

الأخر . حيث لاحظ أن قطع ساق البسلة ذات الشحوب الظلامى تستجيب لكل من GA & IAA

كل بمفرده وإستعمالها سوياً يؤدي إلى زيادة نسبيه وهذا دليل على أن كل منهم يعمل مستقلاً.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

لاحظ العلماء أن تأثير GA على إنتقال الكربوهيدرات المخزونة في الأندوسبرم الموجود بالشعير لا يحتاج إلى توفر أو وجود IAA الداخلى .

يعتقد كثير من الباحثين أن GA ربما يكون له أثر على إنزيم Oxidase - IAA فقد وجد Galston & Mc. Cune (1961) أن معاملة نبات البسلة والذرة القزميين بالجبريلين يقلل

نشاطه IAA - oxidase في كلا النباتين وهذه الظاهرة تعمل على حماية المحتوى من IAA .

كما لوحظ العديد من العلماء زيادة المحتوى من IAA في النبات المعامل بGA كما أن GA يعمل على الأسراع من تحويل التريبتوفان إلى IAA أيضا .

يبدو أن GA & IAA يعملان أما بإستقلال أو مع بعضهم وهذا يعتمد على نوع النبات وظروف نموه ونوع الإستجابة تحت الدراسة .

Anatomical and Biophysical basis of GA- induced Growth

من المعروف أن GA يعمل على إستطالة الساق وخاصة في العديد من النباتات القزمية وكذلك إستطالة الشمراخ الزهرى في النباتات ذات الحولين والعديد من النباتات الأخرى التى تحتاج إلى عملية الإرتباع أو الإحتياج الضوئى للإزهار. ومن المعروف أن سبب إكتشاف GA هو الإستطالة الواضحة في سيقان نبات الأرز.

○ الدراسات المبكرة أثبتت أن GA ينشط كل من عملية إنقسام الخلايا وإستطالتها.

○ فى ساق الفاصوليا لوحظ أن GA ينشط كل العمليتين ولكن التأثير الأكثر وضوحاً كان على إستطالة الخلايا.

○ لوحظ أيضاً فى العديد من التجارب أن الأثر الواضح بعد إستخدام GA هو إستطالة الخلايا سواء خلايا شعيرات الساق أو بارانشيما النسيج الوسطى mesccarp parenchyma للثمار فى الخوخ أو الخلايا المرستيمية فى منطقة العقد لسيقان النجيليات.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- أما الأثر الأكثر وضوحاً نتيجة للمعاملة بالجبريلين كان تنشيط إنقسام الخلايا خاصة فى المناطق Subapical regions لمنطقة المرستيم القمى للنبات القصيرة مثل نبات السكران ونبات البسلة القزمية.
- عموماً تختلف إستجابة الخلايا للمعاملة بالجبريلين حسب عمرها ومكان تواجدها.
- حيث لوحظ أن الخلايا المرستيمية الصغيرة تكون إستجابتها بزيادة الإنقسام.
- أما الخلايا القديمة ربما تكون إستجابتها فقط بزيادتها فى الإستطالة.
- من التجارب أتضح أيضاً أن GA ليس له دور أساسى فى نمو الجذور.
- أيضاً GA ينشط إستطالة الخلايا مثل الأوكسين حيث تزداد Plasticity ولكن الميكانيكية فى حالة GA تختلف عنها فى حالة الأوكسين ولكنها غير معروفة.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Cytokinins

مقدمة

- لاحظ العلماء قديماً أن مستخلص الخميرة بما يحتويه من مواد نشطة تعمل على تنشيط انقسام الخلايا وتوضح أن هذه المواد النشطة هي الأدينين وهي من البيورينات.
- اكتشف Skoog أن الأدينين يظهر تشجيعاً لإنقسام خلايا نخاع الدخان.
- اكتشف فيما بعد مصادر غنية للبيورينات وهي DNA والتي وجد إنها تحتوى على منشط قوى جداً لإنقسام خلايا نخاع الدخان.
- DNA الطازج لم يكن له نشاط في هذا الشأن إلا أن DNA المعتق أو المخزن أو المعقم فى الأوتوكلاف ينتج مواد نشطة فى إستحثاث إنقسام الخلايا.
- تمكن (1956) Miller من عزل مركب بيوريني من DNA وتوصلوا إلى تركيبة الكيميائية ووجوده 6-Furfuryl amino purine والذي أطلق عليه أسم Kinetin.
- ولقد حاول علماء فسيولوجيا النبات إطلاق أسماء أخرى بدلاً من Kinin مثل cytokinin , cytonin , phytoxin وأخيراً تم الإتفاق على تسمية واحدة يتم تداولها لهذه المواد وهذا الإسم هو cytokinin ويطلق على مجموعة المركبات التى تنشط إنقسام الخلايا بالإضافة إلى تأثيرها المنظم Regulatory لبعض الوظائف فى نفس الوقت مثل Kinetin.
- وكان العالم skoog أول من أكتشف Kinetin وذلك بإستخلاص DNA من الحيوانات المنوية للرنجة ثم وضعها فى الأوتوكلاف وبذلك ينفرد Kinetin من DNA. كما أمكن تخليق Kinetin فى المعمل عن طريق خلط adenine مع Furfuryl alcohol وتركها فى الأوتوكلاف لفترة. وبذلك أمكن التأكد من إنتاج Kinetin (in vivo) طبيعياً فى النباتات وأيضاً أمكن تخليقه صناعياً خارج الخلية (in vivo).

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وعن إكتشاف cytokinin فى أنسجة النباتات الراقية، فقد أمكن إستخلاص مادة Zeatin من حبوب الذرة غير الناضجة، ومادة BA (Benzl adenine) من ثمار البرقوق فى بدء مراحل نموها.

ويلاحظ أم مجموعة البيورين وخاصة الأدينين هى المجموعة الفعالة فى مركبات cytokinins ، إلا أنه أمكن الحصول على بعض المركبات التى لها نفس نشاط cytokinins ولكن لا تحتوى على مجموعة adenine مثل:

N,N- Diphenyl urea, Benzimidazok and Azakinetin

وعموماً يمكن تخليق السيتوكينين فى الأنسجة المرستيمية أو الأنسجة التى لها القدرة على استعادة النشاط فى النمو فى النباتات الراقية. ولقد أمكن التأكد أن السيتوكينين يتم تخليقه جزئياً (أى بعض السيتوكينين وليس كله) فى قمم الجذور وينتقل لأعلى النبات عن طريق أوعية الخشب. ولوحظ ذلك فى نباتات عباد الشمس، العنب والدخان. أما معظم السيتوكينين فيتم تخليقه فى المجموع الخضرى للنبات ثم ينتقل إلى أجزاء النبات الأخرى بما فيها الجذر. كما يمكن للسيتوكينينات الإرتباط بنواتج عمليات التحول الغذائى داخل النبات وتكوين zeatin glycosides.

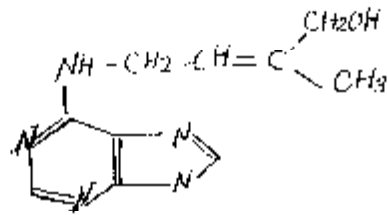
○ أدى إكتشاف Kinetin إلى تشجيع التخليق الصناعى لمئات المركبات المشابهة له إلا أن مركبات الكينتين، البنزيل أدنين ، الزيتين هى الأكثر شيوعاً والتى تختص بالتأثيرات الفسيولوجية للسيتوكينينات . مع ملاحظة أن الكينتين والبنزيل أدنين هى مركبات صناعية ولا توجد بصورة طبيعية فى الخلايا أما المركب زيتين هو مركب طبيعى يوجد بكثرة أثناء نضج حبوب الذرة وخاصة الصفراء.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

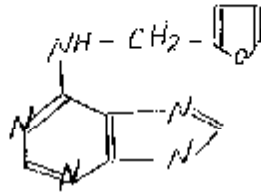
منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

مركب كينولين
Cytokinin

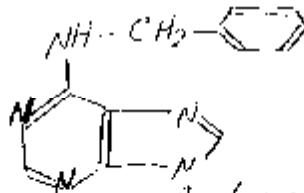


Zeatin
يوجد طبيعياً في الأجزاء النامية



Kinetin

لا يوجد طبيعياً في الأجزاء النامية
الناشئة بالاصطناع



BA (Benzyl adenine)
لا يوجد طبيعياً في الأجزاء النامية

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

السيتوكينينات المرتبطة:

- لا يوجد دليل مباشر على ارتباط السيتوكينين مع الأحماض الأمينية أو البيبتيدات أو البروتينات كما هو الحال مع الأوكسينات.
- وجد أن Zeatin يرتبط بالجلوكوز في نبات الفجل *Raphanus Sativum* وسميت هذه المادة بإسم Raphanatin رافاناتين.
- كما وجد أن Zeatin يرتبط بسكر الرايبوز مكوناً Zeatin riboside.

توزيع السيتوكينين في النبات

- عموماً تنتج السيتوكينينات في المناطق المرستيمية ذات النمو المستمر.
- في مرحلة البادرة وفترة النمو الخضري يتم تخليق السيتوكينين في الجذور ثم ينتقل إلى الأجزاء العلوية في النبات من خلال أوعيه الخشب.
- توجد السيتوكينينات بوفرة في الجذور – الأوراق حديثة التكوين والعمر – الثمار النامية.

– النشاط الهرموني للسيتوكينينات الحرة

Hormonal activity of free cytokinins

- يعتبر مركب Dihydrazeatin هو المركب الرئيسى للسيتوكينينات الحرة في الفاصوليا ولكنه لا يتواجد ضمن تركيب t-RNA في الفاصوليا.
- بعض النباتات والتي تحتوى على سيتوكينين مرتبط بالحمض النووى RNA وجد أنها تحتاج إلى سيتوكينين خارجى حتى يحدث النمو في تجارب المعمل.
- وجد أن المستقبل للسيتوكينين في الخلية عبارة عن allosteric protein والذى يرتبط بالهرمون. (Kende & Gardner 1976).

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- فى تجارب (Fox&Erion1977) وجد أن السيتوكينين يرتبط بدرجة عالية التخصص بالريبوسومات Ribosomes وتم التأكد من ذلك عند عزل ريبوزومات من القمح. هذا النوع من الإرتباط ربما ينظم عملية تمثيل وتخليق البروتين.

Metabolic Consequences Of the presence of Cytokinins in t-RNA

- من الواضح والمؤكد أن السيتوكينين يمثل شطرا أو حصة من التركيب الجزيئى للحمض النووى t-RNA.
- يتضح من ذلك أن شطر السيتوكينين يلعب دورا هاماً فى وظيفة t-RNA.

:Cytokinins in t-RNA

لوحظ أن السيتوكينين يدخل أساساً فى تركيب t-RNA وأمكن التأكد من وجود نيوكليوتيدات (وهى أساس تركيب السيتوكينين ، فى t-RNA والخاص بالحمض الأمينى tyrosin وذلك فى الخميرة. وفى النباتات الراقية ، عند إجراء عملية تحليل للحمض النووى RNA وخاصة t-RNA أمكن الحصول على السيتوكينين. ومن ذلك أمكن للعلماء التأكد من تأثير السيتوكينين والداخل فى تركيب t-RNA على حدوث تحوير فى الشفرة الوراثية عن طريق التأثير على anticodon كما أمكن التأكد من تأثير t-RNA على إنتاج نوعيات معينة من الإنزيمات. وفى بعض التجارب على تأثير BA على t-RNA المستخلص من فلقات فول الصويا ، أمكن التأكد أن BA يؤدي إلى حدوث زيادة فى t-RNA والخاص بالحمض الأمينى Leucyl وهذا ناتج عن التأثير على anticodon بواسطة t-RNA.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Some Physiological effects on Seed Plants

كما فى الأوكسينات والجبريلينات والهرمونات الأخرى فإن السيتوكينينات تؤدى إلى عدة تأثيرات فسيولوجية مختلفة فى النباتات البذرية. وسوف نتناول أهم تلك التأثيرات.

تأثير الأوكسينات والسيتوكينين على التكوين الشكلى فى كالوس أنسجة الدخان:

1- Effect of auxins and cytokinins on morphogenesis in tobacco callus tissues

من البحوث التى أجراها (Skoog & Miller 1957) أتضح أنه لكى نتحكم فى تكوين البراعم والجذور من النخاع لابد من إضافة كميات متوازنة بالتداخل بين الأوكسين والسيتوكينين. وبالتحكم فى النسبة بين الأوكسين والكينتين يمكننا بنجاح توجيه النمو نحو تكوين البراعم أو تكوين الجذور. وأثناء عملية التكوين يمكن، تغيير النسبة بين كل من Kinetin & IAA دفع النسيج المنمى لتكوين زيادة من البراعم أو الجذور (Skoog, 1978).

تأثير السيتوكينين على نمو الأوراق والشيخوخة:

2- Effect of cytokinins on leaf growth and Senescence:

* من أهم مظاهر الشيخوخة فى الأوراق النباتية هو نقص فى المحتوى من البروتين والأحماض النووية والاصفرار غير العكسى نتيجة لفقد الكلوروفيل وكذلك زيادة معدل الهدم عن معدل البناء – إنتقال الذائبات من الأوراق القديمة إلى الأجزاء النباتية الأخرى – نقص واضح فى كل من عمليتى البناء الضوئى وكذلك التنفس – زيادة نفاذية الأغشية – هدم وتكسير Polyribosomes – وكذلك تحدث تأثيرات ضارة للنواه.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

ومن المعروف أن الأوراق السفلى فى النبات تدخل فى طور الشيخوخة وتسقط وتعتبر عضو غير فعال فى النبات من حيث عملية البناء الضوئى وذلك لحدوث تظليل عليها من الأوراق الأعلى.

وعند فصل أوراق النبات ووضعها فى الماء بحيث يلامس الجزء القاعدى للورقة، لوحظ أن الورقة تدخل فى طور الشيخوخة بسرعة. وإذا حدث تكوين جذور عرضية للأوراق المفصولة فإن ذلك يؤخر من دخولها فى طور الشيخوخة لأن السيتوكينين يتكون فى قمم الجذور وينتقل خلال أوعية الخشب إلى الورقة. كما لوحظ أن البروتين فى الأوراق المفصولة والتي ليس لها القدرة على تكوين جذور عرضية يكون أقل من النصف فى خلال أيام قليلة. ونفس هذه الظاهرة تحدث لأقراص الأوراق الموضوعة فى الماء فى أطباق بترى.

أكتشف Lang (1957) أن الكينتين يؤدى إلى تأخير حدوث الشيخوخة فى أوراق الشبيط Xanthium المفصولة. Mothes (1959) وجد أن رش الكينتين مباشرة على الأوراق كان له تأثيراً موضعياً بمعنى أن الأجزاء التى تم رشها أصبحت خضراء والأجزاء الصفراء المعاملة أصبحت خضراء تدريجياً.

ومن التجارب التى أجريت لمعرفة ميكانيكية تأثير الكينتين أمكن معرفة أن الكينتين أدى إلى حدوث إنتقال نواتج التحولات الغذائية metabolites من الأجزاء غير المعاملة بالهرمون إلى الأجزاء المعاملة من الأوراق.

ولتأييد هذا البحث قام العالمان Leopold and Kawase, 1964 بإجراء بحث فى منتهى الأهمية عن دور الكينتين فى النمو والشيخوخة، حيث إستخدم نبات منزوع منه الجذر (فرع نباتى) من بادرة نبات فاصوليا وتمت المعاملة بواسطة Benzyl adenine فوجد العلماء أن (BA) يشجع

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

نمو الأوراق السليمة والحديثة. كذلك كان للمعاملة تأثير موضعي في تأخير الشيخوخة للأوراق الكبيرة والمعاملة. أيضاً لوحظ أنه عند معاملة ورقة واحدة من الفرع النباتي بالسيتوكينين فإن ذلك يؤدي إلى تثبيط النمو وإسراع الشيخوخة للأوراق الأخرى على الفرع والغير معاملة بالسيتوكينين.

* لوحظ عند نمو البراعم الموجودة على الأوراق المسنة والمعرضة للشيخوخة والتساقط فإنه عند نمو البراعم وتكوين الجذور العرضية فإن الأوراق لا تسقط والسبب في ذلك هو تخليق السيتوكينين في الجذور وإنتشاره في أوعية الخشب إلى الورقة مما يمنع تساقطها أو حدوث الشيخوخة.

* لوحظ أن المعاملة بالكينتين BA ومشتقات السيتوكينينات الأخرى تؤخر حدوث الشيخوخة في الأوراق المفصولة من النبات وذلك في العديد من الأنواع النباتية. وإذا كانت الأوراق المفصولة حديثة التكوين (صغيرة) فإن السيتوكينين ينشط نمو الأوراق.

* لاحظ العالم Mothes أن رش الكينتين مباشرة على الأوراق يكون تأثيره موضعياً والمناطق المعاملة من الورقة أصبحت أكثر إضراراً.

* في تجربة تم الرش بأحماض أمينية بها كربون مشع وكذلك كينتين عادى ليس به كربون مشع فلو حظ تجمع تلك الأحماض الأمينية في المناطق المعاملة بالكينتين في الورقة ويمكن تفسير ذلك بأن السيتوكينين يؤدي إلى تحريك وإنتقال الذائبات ونواتج التحول الغذائي من المناطق المعاملة من الورقة وبذلك تعمل على إستبقاء الكلوروفيل وتراكمه في مناطق تراكم السيتوكينينات.

دور السيتوكينين والأوكسين في السيادة القمية:

3- Role of cytokinins and Auxins in apical dominance:

○ السيادة القمية للبرعم الطرفي (القمي) على البراعم الإبطية ومنعها من النمو قد تكون قوية جداً في بعض النباتات مثل عباد الشمس والبسلة وقد تكون ضعيفة كما في الطماطم والبطاطس حيث يزداد التفرع.

منظمات النمو والأزهار، الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

○ التفسير الواضح للسيادة القمية غير معروف حتى الآن ولكن هناك بعض الإجهادات ومنها ما اقترحه العلماء Thimann & Sachs حيث أوضحوا أن السيادة القمية تكون نتيجة للتضاد بين السيتوكينين والأوكسين حيث يتم إنتاج auxins في قمة الساق وينتقل قاعياً قطعياً وبذلك يتم تثبيط البراعم الجانبية نتيجة للتركيز المرتفع للأوكسين وهذا التأثير يصاد بواسطة السيتوكينين الذي يخلق في البراعم المتوقفة عن النشاط والتي ينتقل جزء منها (السيتوكينين) خارج البرعم إلى الأوعية الخشبية.

ويمكن تفسير ميكانيكية حدوث التثبيط أو التنشيط للبراعم الإبطية نتيجة لتأثير الأوكسين الناتج من السيادة القمية أو السيتوكينين من خلال تأثيرهما على تكشف أنسجة الأوعية الخشبية بين البراعم الإبطية والساق الرئيسية.

وأظهرت الدراسات التشريحية في البراعم الإبطية المثبطة أنه ينقص وجود الأوعية الخشبية النامية والمتكشفة والتي تربط بين البرعم وأوعية الساق الرئيسية. وهذه الدراسات التشريحية أثبتت أن البراعم الإبطية المثبطة تعاني من نقص واضح في الإمداد بنواتج التمثيل الغذائي وهذا دليل واضح لتفسير هذه الظاهرة.

ولقد أدى فصل القمة الطرفية (البرعم الطرفي) من قمة الساق الخضرية إلى سرعة نمو وتكوين الأوعية الخشبية والتي تربط بين البرعم الإبطي والأوعية الخشبية للساق الرئيسية. وإذا أضيف الأوكسين مرة أخرى إلى قمة الساق منزوعة البرعم الطرفي فإن ذلك يؤدي إلى تثبيط تكوين الأوعية الخشبية الرابطة بين البرعم والساق. أما إضافة السيتوكينين موضعياً للبرعم الإبطي، فإن ذلك يؤدي إلى تنشيط تكشف الأوعية الخشبية الرابطة بين البرعم والساق.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- فى تجربة Wickson & Thimann عن دراستهما على الفعل المشترك لكل من Kinetin و IAA على السيادة القمية أن نمو البراعم الجانبية فى قطع سيقان البسلة قد تم تثبيطها عند وضعها فى مزرعة تحتوى على IAA ولم يحدث هذا التثبيط عند إضافة IAA + Kinetin بل حدث نشاط للبراعم الجانبية.
- فى تجربة أخرى للعالمين السابقين عند وضع غصن كامل فى محلول Kinetin فإن فعل البرعم الطرفى يزول إلى حد كبير.
- فى قطع جذور نبات العليق وجد أن Kinetin ينشط البراعم الأولية.
- مما سبق يمكن القول أن السيادة القمية تُحكم بالتوازن والإتزان بين التركيزات الداخلية لكل من Cytokinins & IAA.
- أقترح العالمان Cytokinins يحتمل أن يكون لها تأثير مثبط على تخليق إنزيم IAA - Oxidase وبمعنى آخر فإن Cytokinins يثبط تحلل IAA أى تحدث زيادة فى تركيز المحتوى من IAA فى البراعم الجانبية وربما يؤدي ذلك إلى تحفيز نشاطها.
- يحتمل أن يكون فعلها (السيبتوكينين) فى البراعم الجانبية هو تحفيز سرعة إنتقال المغذيات إلى البراعم وكذلك مواد نمو أخرى وفيتامينات وعناصر معدنية غذائية لازمة لنمو تلك البراعم.

4- Translocation of cytokinins:

- هناك تعارض واضح فى الآراء والنتائج التى تتناول عملية إنتقال السيبتوكينين فى النبات:
- * فمن ناحية نجد نتائج غزيرة عن معاملة أوراق النبات بالسيبتوكينين وكذلك معاملة الساق والبراعم. وأظهرت النتائج أن حركة السيبتوكينين من مكان المعاملة كان قليلاً جداً. ويتميز السيبتوكينين فى أنسجة النبات بالثبات النسبى Relative immobility.

منظمات النمو والأزهار، الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

– وقد لوحظ أنه عند المعاملة الموضوعية بالسيتوكينين على جزء من ورقة نبات، فإن ذلك يؤدي إلى تأخير الشيخوخة في هذا الجزء المعامل من الورقة. ويعمل السيتوكينين على خلق مستقبل لنواتج التمثيل الغذائي حيث يساعد على إنتقال هذه المواد الغذائية من الأجزاء الغير معاملة بالسيتوكينين – وقد يكون هذا الإنتقال من الأوراق الأخرى – إلى الجزء من الورقة والمعامل بالسيتوكينين.

* ومن ناحية أخرى أمكن التأكد من إحتواء العصارة فى أوعية الخشب وكذلك اللحاء على السيتوكينين. ولقد أمكن التأكد من ذلك عندما تم إكتشاف السيتوكينين فى عصارة الخشب المتجهة إلى أعلى فى النبات وخاصة فى النباتات التى نزلت فيها قمم الجذور.

– ولقد وجد أن Cytokinin – glycosides موجودة فى عصير أوعية اللحاء. ويتحرك السيتوكينين سلبياً Passively مع العصارة وباقى المكونات فى الأوعية الناقلة. ويتحرك السيتوكينين من المصدر إلى المستقبل فى الأنسجة النباتية والمستقبل فى هذه الحالة هو الأنسجة المرستيمية أو التى لها القدرة على معاودة النشاط فى الإنقسام. ومن أمثلة مستقبلات السيتوكينين: الأوراق الحديثة الصغيرة ، البراعم ، المرستيمات البنية الحديثة والبذور والثمار أثناء تكونها. وهذه الأجزاء النباتية تعتبر فى نفس الوقت مراكز لإنتاج السيتوكينين، فإنهم يعاملون تلك الأجزاء المذكورة سابقاً. وهى فى نفس الوقت تعتبر مستقبلات السيتوكينين لأنها الأجزاء الأكثر حساسية للسيتوكينين من أى أجزاء أخرى فى النبات.

إنبات بذور الخس:

5- Lettuce seed Germination

الضوء الأحمر يشجع إنبات بذور الخس بينما الأحمر البعيد Far-Red يثبط إنباتها وأمكن إستخدام الكينتين للتغلب على الفعل المثبط للضوء الأحمر البعيد ويصبح التأثير كما لو تمت المعاملة بالضوء الأحمر Red.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

إنتقال المغذيات والمواد العضوية:

6- Translocation of nutrients and organic substances:

- في تجارب Englebrecht & Sutte and Mathes أثبتوا أن الكينتين يسبب إنتقال النيتروجين الذائب من أوراق نبات الدخان إلى أماكن أخرى على نفس النبات.
- _ كما لاحظوا أيضاً أن الحمض الأميني جليسين المعلم (به ذرة كربون مشع) والموجود فى جزء معين من نصل الورقة قد أنتقل إلى جزء آخر من الورقة سبق رشه بالكينتين.
- أفترض الباحثين أن الأوراق النشطة فسيولوجياً وكذلك البراعم تحتوى على تركيزات عالية من السيتوكينينات وهذه تعمل على سريان وتدفق المغذيات بإستمرار أى يتم سحب هذه المغذيات إلى القمم النامية والأوراق الحديثة أثناء طور النمو الخضرى.
- _ أما عند نضج الأوراق فإنها تفقد مقدرتها على إنتاج وتراكم السيتوكينينات وبذلك تحدث التغيرات فى بناء كل من RNA والبروتين والكلوروفيل.
- يبدو أن الشيخوخة وفقد الكلوروفيل ونقص السيتوكينين فى الأوراق الكبيرة القديمة تتعلق وترتبط بنمو الأوراق الصغيرة المتفتحة حديثة العمر والتي يتراكم بها السيتوكينين والمغذيات الضرورية.
- لوحظ أثناء طور النضج اللبنى لحبوب الذرة تراكم Cytokinins بتركيزات أعلى بكثير جداً من السيقان وهذا التركيز المرتفع من السيتوكينين يتسبب فى نقل المغذيات من المناطق الخضرية للنبات إلى أعماكن التخزين (الحبوب).

○

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Mechanism of action

- فى تجارب على لبن ثمره جوز الهند ، لوحظ أنه كما فى حاله المعاملة بالأوكسين أو الجبريلين فإن الكينيتين تسبب فى زيادة تخليق RNA وكذلك يقوم بدور تنظيمى لعملية إنسياب RNA للسيتوبلازم.

- ولقد أعزى تنشيط النمو بسبب المعاملة بالكينيتين إلى الزيادة الكبيرة فى المحتوى من t-RNA وكان ذلك متبوعا بنشاط فى تخليق البروتين.

- وبالإضافة إلى تأثيرات Cytokinin على الأحماض النووية وتخليق البروتين فإن هذا الهرمون يؤدى إلى حدوث بعض التغيرات فى تخليق الهرمونات الأخرى. فلقد وجد Skoog and Armstrong (1970) أن المعاملة بالسيتوكينين أدت إلى حدوث زيادة فى المحتوى من الأوكسين . كما أثبت (1971) Loveys & Warieng زيادة الجبريلين GA نتيجة المعاملة بالسيتوكينين.

- وكذلك وجد العلماء (1968) Fuchs and Lieberman زيادة فى المحتوى من Ethylene نتيجة المعاملة بالسيتوكينين.

بعض التطبيقات العملية للكينيتين:

١ - من المعروف أن Kinetin يثبط السيادة القمية وينشط تكوين البراعم الجانبية فى الورد الذى له أهميه تجارية كبيره.

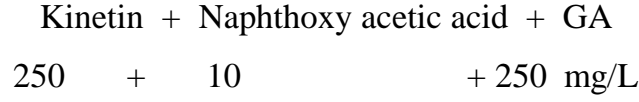
٢ - السيتوكينين مركبات لها القدرة على إنهاء طور الراحة عندما تكون إحتياجات البرودة أثناء الشتاء غير كافيه. فقد أمكن معاملة نبات الخوخ فى نوفمبر وديسمبر ويناير ومنتصف فبراير بتركيزات ١٠٠ - ٢٠٠ ملليجرام/لتر فأدى ذلك للحصول على نتائج جيدة.

٣ - إستخدم Kinetin بتركيزات أقل من ١٠٠ مجم/لتر، أدت إلى مضاعفه عدد الحبات فى عنقود العنب النباتى.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

٤ - أمكن الحصول على ثمار مانجو عديمة البذور بإستعمال مخاليط من:



ولقد أدى ذلك إلى الحصول على ثمار الجنين بها مختزل داخل الغطاء البذري الرقيق وأدى

ذلك أيضا إلى زيادة محتويات اللحم في الثمرة وكذلك السكريات الذائبة والمختزلة.

٥ - نظرا لأن الكيتين يعمل على الإحتفاظ بماده الكلوروفيل في المساحات المعاملة فقد أمكن

إستخدام الكيتين للمحافظة على إخضرار المحاصيل الورقية والخيار بالمعاملة بالكيتين بتركيز

١-١٠ جزء في المليون وأدى ذلك إلى تقليل التنفس أيضا.

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Ethylene

- لم ينظر أحد إلى هذا المركب العضوى البسيط على أنه هرمون إلا حديثاً. ولقد وجد أن الإثيلين يخلق فى جميع الأنسجة النباتية ويؤثر فسيولوجيا وبتراكيزات ضئيلة جداً.
- وأثبتت الأبحاث أن الإثيلين له دور منظم لكثير من العمليات الفسيولوجية فى جميع مراحل نمو النبات منذ إنبات البذرة إلى أن يدخل النبات فى دور الشيخوخة ويموت.
- فمثلاً، وجد أن الإثيلين يؤثر على إنبات البذور ونمو البادرات ويؤثر على دور السكون فى بعض البذور والبراعم. أيضاً له القدرة على تشجيع تكوين ونمو الجذور والشعيرات الجذرية إلا أنه يثبط إستطالة الجذور. وللإثيلين دور كذلك فى تساقط الأوراق.
- يتداخل الإثيلين مع الأوكسين وانتقاله وبالتالي يؤثر ذلك على الإنتحاء الأرضى والضوئى والسيادة القمية، يشجع الإزهار فى بعض النباتات ويثبطه فى بعضها الآخر، يعمل على تغيير النسبة الجنسية فى الأزهار حيث يزيد من عدد الأزهار المؤنثة على حساب المذكرة فى القرعيات، يسرع من دخول النبات فى طور الشيخوخة، يزيد معدل التنفس ونفاذيه الأغشية الخلوية، يتحكم فى النضج الطبيعى لكثير من الثمار، يثبط من إنقسام الخلايا ويزيد من تمدد الخلايا جانبياً.

Ethylene and fruit ripening

- لقد وجد أن الأوكسين ضرورى جداً لعمل الإثيلين بينما CO_2 يعمل على تثبيط نشاط الإثيلين. ولقد لوحظت عدة تغيرات تحدث للثمار اللحمية أثناء النضج وهذه التغيرات هى:

١ - اللبونة Softening

٢ - تحلل المواد المخزنة Hydrolysis of storage material

٣ - تغير فى الصبغات والطعم Changes in pigmentation & flavor

منظمات النمو والأزهار، الاستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

٤ - تغيير في معدل التنفس Changes in respiration rate

— ولقد لوحظ أن الإثيلين ينتج بكميات كبيرة أثناء النضج الطبيعي للثمار. ولقد أدت المعاملة بالإثيلين تؤدي إلى التبرير في النضج والإسراع منه. ولقد وجدت علاقة بين وقت حدوث قمة إنتاج الإثيلين في أنسجة الثمار وبين وصول معدل التنفس إلى القمة.

Interaction in between auxin and Ethylene

وجد Zimmerman (1935) أن المعاملة الخارجية بالأوكسين تنشيط إنتاج الإثيلين في نباتات عديدة. وحديثاً قام العلماء بالعديد من التجارب وتمت معاملة النباتات بتركيزات فسيولوجية من IAA وكذلك أوكسينات أخرى وكانت النتيجة هي تنشيط تكوين الإثيلين في كل من الجذور ، السيقان ، الأزهار ، الثمار والأوراق .

وقد لوحظ أن إستجابته الأنسجة النباتية للمعاملة بالأوكسين تختلف باختلاف التركيز المستخدم في المعاملة. وفي معظم الحالات فإن التركيز الأمثل للأوكسين هو التركيز المنخفض وهو منشط بينما التركيز المرتفع من الأوكسين يصبح مثبطاً. ولم يعرف السبب في أن التركيز المرتفع من الأوكسين يعتبر مثبطاً وظل السبب غير معلوم لمدة طويلة جداً.

ولكن Burg (1966) وجد أن إستخدام التركيزات المرتفعة من الأوكسين تؤدي إلى إنتاج الإثيلين وهذا بدوره يؤدي إلى تثبيط النمو. ولوحظ ذلك في تجارب على قطاعات ساق البسلة ، قطاعات ساق عباد الشمس وكذلك في تجارب على الجذور.

كما وجد العلماء أيضاً أن تركيز الإثيلين يزيد في المناطق التي تحتوي على كمية من الأوكسين أكبر من التركيز الطبيعي مثل الجانب السفلي من البادرات في حالة الانتحاء الأرضي والجانب المظلم منها في حالة الانتحاء الضوئي. كما أثبت العلماء أيضاً أن التأثير المانع للنمو في حالة التركيزات المرتفعة للأوكسين يرجع إلى زيادة إنتاج الإثيلين من الأنسجة المعاملة.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

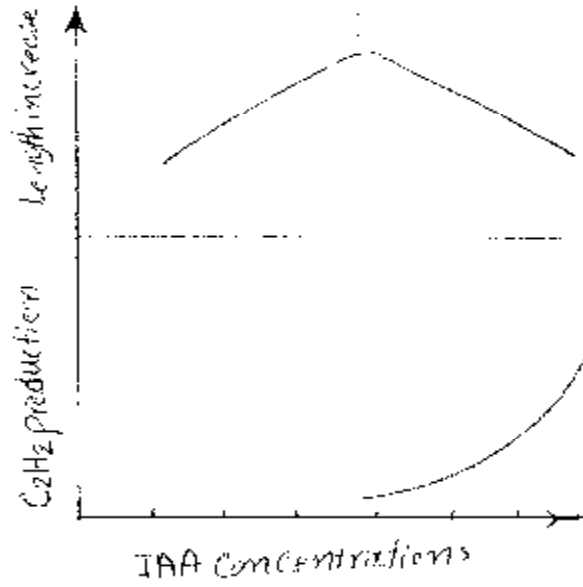
الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

يلاحظ في هذا الشكل التوضيحي أنه عند استخدام التركيزات المرتفعة من الأوكسين والتي تعتبر مثبته للنمو يبدأ إنتاج الإثيلين وهو المثبط للنمو.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

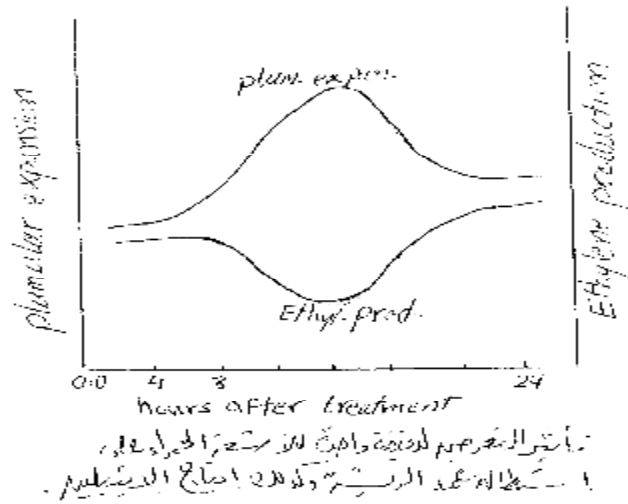
Interaction between
auxin and ethylene



منذ استخدام الكبريتات المرفقة مع الأوكسين والتي
تعتبر مستوية النمو بعد اصباح الإيثيلينوم وهو
مضاد للأوكسين

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور / مح طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة



ولكن يجب الإشارة إلى وجود إختلافات عديدة في الإستجابة الفسيولوجية والكيمائية بين الأوكسينات والأثيلين وأنه لا يجب تفسير جميع تأثيرات الأوكسين على أنها تتم من خلال زيادة إنتاج الإثيلين (Abeles 1972).

Inhibition of root growth and role in root geotropism

— من المعروف أن الجذور حساسة جداً للأوكسينات وكذلك من المعروف أن التركيزات المثبطة لنمو الجذور تعتبر في نفس الوقت منشطة لنمو الساق. وأن التركيزات المثبطة لنمو الجذور كانت

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور / مح طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

مرتبطة بإنتاج الإثيلين وهذا هو السبب في تثبيط نمو الجذر وأثبتت هذه الظاهرة بواسطة التجارب التي أجراها العلماء Chadwick and Burg (1970).

قد يعتبر أن الإثيلين هو المادة المؤثرة مباشرة في حدوث ظاهره الإنتحاء الأرضي في الجذور وأن تأثيره قد يكون أكثر من تأثير الأوكسين. وهذه الظاهرة في الجذر فقط ولا يمكن تطبيقها على الساق.

طبقا لنظريه Cholodny-Went الخاصة بالإنتحاء الأرضي، نلاحظ أن الإنتحاء يكون نتيجة لعدم التماثل في توزيع الأوكسين الداخلي تحت تأثير الجاذبية الأرضية وتصل النسبة في المحتوى من الأوكسين الداخلي إلى ٣٠ جزء أوكسين داخلي في النصف العلوي إلى ٧٠ جزء أوكسين داخلي في النصف السفلي من الجذر. وبما أن الجذر حساس لتركيز الأوكسين، فنجد أن الأوكسين في الشطر العلوي للجذر يكون منشطا بينما في الشطر السفلي يكون تأثيره مثبطا لأنه مركز وبالتالي ينحني الجذر ويتجه في نموه نحو الجاذبية الأرضية، يمكن تفسير هذه الظاهرة من خلال الإثيلين حيث يزداد تركيزه في السطح السفلي أو الشطر السفلي – والذي يزداد فيه تركيز الأوكسين. وبالتالي يحدث تثبيط في النمو للشطر السفلي من الجذر بينما يحدث تنشيط للنمو في الشطر العلوي من الجذر.

ولكن يجب عدم الحسم أو الجزم على أن التثبيط في الشطر السفلي من الجذر (في الإنتحاء الأرضي) يكون راجعا للإثيلين والذي ينتج من تأثير التركيز المرتفع للأوكسين.

ولكن هناك إعتراضات شديدة وقاسية لنظرية Cholodny-Went وهذه الإعتراضات كانت

على مستويين هما :

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- (١) قام العديد من الباحثين بإجراء تجارب على الإلتحاء الأرضي للجذر ولم يكشف أن هناك فاروق في تركيز IAA بين كل من الشطرين العلوى والسفلى للجذر.
- (٢) هناك دليل واضح على إشتراك واحد أو أكثر من مثبطات مثل ABA ومن المعروف أن ABA موجود في قننسه الجذر ويمكن أن يتحرك قاعديا ويعاد توزيعه في منطقته الإستطاله بالجذر وبالتالي يحدث تثبيط لنمو خلايا منطقته الإستطاله. ومما يفيد هذا الرأى أن ABA يتكون فقط في Root Cap (قننسه الجذر) ويتحرك جانبا فقط في قننسه الجذر ولا ينتقل جانبيا في منطقته الإستطاله. ومن خلال وجهة النظر هذه يمكن القول بأن دور IAA وتأثيره على إنتاج الإثيلين في الجذر يعتبر في الوقت الحالى أمرا مشكوكا به.

Role in emergence of. Dicot, seedlings

- حماية قمة الساق (الريشة) الطرية من التلف أثناء الإنبات والظهور فوق سطح التربة هو من أهم ملامح وصفات النباتات الراقية.
- في النباتات أرضيه الإنبات نجد أن السويقة الجنينيه السفلى لا تستطيل بينما تستطيل الريشة وتتحنى قرب الطرف ثم تقوم قمة الساق بدفع سطح التربة ، هذا الإنحناء يعمل على حماية قمة الساق (الريشة). بينما في الإنبات الهوائى يلاحظ إستطاله السويقة تحت الفلقيه وهذه تدفع قمة الريشة إلى أعلى سطح التربة وهذا يؤدي إلى حماية قمة الريشة.
- ويمكن القول أن للإثيلين دخلاً في هذه العمليات. ففي حاله البادرات الشاحبة للبسلة etiolated pea seeding ، وجد أن هناك إنتاج للإثيلين في مناطق محدده في الريشة في حالة الإنبات الأرضى أو السويقة تحت الفلقيه في حالة الإنبات الهوائى. وقد لوحظ أن كميته الإثيلين

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

المنتجة لها تأثير فسيولوجى على الأنسجة ولها القدرة على إحداث إستطاله السويقة السفلى فى البادرات الشاحبة. لوحظ أن تعرض هذه البادرات الشاحبة للضوء الأبيض ، يؤدي إلى نقص إنتاج الإثيلين فى السويقة السفلى.

وفى تجارب على إستخدام الأطوال الموجيه المختلفه وتأثير على إستطاله السويقه تحت الفلقيه ، وجد أن الضوء الأحمر (660nm) هو أكثرها فاعليه بينما الضوء الأحمر البعيد (730nm) يلغى تماما أثر الضوء الأحمر.

من هذه التجارب أمكن التوصل إلى أن هناك علاقة قوية بين ميكانيكية تأثير الإثيلين وإنتاجه وبين صبغه الفيتوكروم. وأن الإثيلين كهرمون يعمل على التحكم فى عمل صبغه الفيتوكروم وتحكمها وبالتالي فى إستطاله السويقه تحت الفلقيه.

وقد لاحظ كثير من العلماء أن الإثيلين الناتج من البادرات نفسها ينظم نمو البادرة وزيادة حجم الأوراق الصغيرة ولو أنها علاقة عكسية بمعنى أن إنخفاض معدل تخليقه حيويًا يكون مصحوباً بزيادة معدل النمو (Holm, 1968).

ولالإثيلين تأثير آخر فى فتره نمو البادرة وهو تنظيمه للنمو العرضى Radial expansion للأنسجة الواقعة تحت منطقه الأوراق. وأفترض (Goesch 1966) ، أن الإثيلين يساعد البادرات على تحمل الضغط الواقع عليها من حبيبات التربه أثناء الإنبات وذلك بزيادة سمكها وبالتالي زيادة قوتها الميكانيكية والتقليل من ضرر الإحتكاك بحبيبات التربه.

Effect of ethylene on radial expansion of cell expansion

تؤدى المعاملة بالإثيلين إلى حدوث Radial swelling أى زيادة فى السمك وذلك نتيجة لزيادة إستطاله الخلايا لكن فى الاتجاه الأفقي (القطرى) وليس فى الإتجاه الطولى. ومما يجدر بالذكر أن

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

هرمون الإثيلين يعمل على إعادة توجيه لويقات السليلوز الدقيقة ووضعها بطريق معينه فى الجدار الخولى . والوضع الجديد هذا والخاص باللويقات السليلوزيه الدقيقة هو وضع أفقى بالنسبة للخلاية وليس كالوضع العادى للويقات السليلوز فى الجدار الخولى. وهذا الوضع يؤدى إلى تقييد أو منع إستطاله الخلايا بينما يسمح بالنمو العرضى أو النمو الجانبي (زيادة السمك) (Moor, 1969)

وقد لاحظ Burg (1967) أن الإثيلين يزيد من سمك القشرة والبشرة فى جذور بادرات البسلة. وفى دراسة للعالم Hillman (1969) وجد أن الإثيلين يمنع النمو الطولى ويزيد من سمك خلايا الأجزاء النامية لنبات البطاطس. وتفسير هذه الإستجابة على أساس أن الإثيلين يعدل من طبيعة وخواص جدر الخلايا وإتجاه الألياف السليلوزيه بالتمدد فى الإتجاه الأفقى من الإتجاه الرأسى الطبيعى (Burg, 1971)

وقد أفترض Marinos (1960) أن الإثيلين يشجع على تخليق إنزيمات محلله تعمل على تحليل المواد السليلوزيه والبكتينيه فى جدر الخلايا مما يجعلها أكثر مرونة.

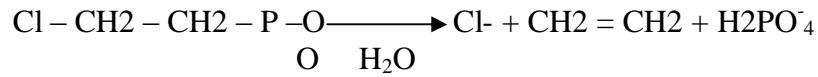
Other effects of ethylene

- توجد العديد من التأثيرات الفسيولوجية لهرمون الإثيلين ومن التأثيرات الهامة إقتصادياً هو تنشيطه لإزهار المانجو والأناناس. لوحظ أن رش حقول الأناناس بواسطة NAA يشجع الإزهار بينما NAA هو فى نفس الوقت مشجع قوى لتخليق الإثيلين المؤثر فى هذا الشأن.
- ومن الظواهر الأخرى التى تستجيب وتنشط نتيجة المعاملة بالإثيلين هى تساقط الأوراق. وتلك الظاهرة تنشط أيضاً نتيجة المعاملة ببعض المواد الكيماوية والتى تسمى مسقطات الأوراق ومنها بعض الأوكسينات والتى تعتبر مبيدات حشائش مثل 2,4-D وتأثيرها كتأثير المعاملة بالإثيلين من الخارج.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- وفي ظاهره تساقط الأوراق تم التأكد من أنه ليس الإثيلين الداخلى فقط هو المسئول عن حدوث عملية التساقط ولكن هرمونات أخرى وأكثر أهمية لها دخل كبير فى حدوث هذه العملية مثل الأوكسينات ، الجبريلينات ، السيتوكينينات .
- وأمكن تصنيع مادة كيمائويه تجاريا يمكن بها معاملة النباتات وهذه تتحلل داخل الأنسجة النباتية وينفرد منها الإثيلين وتسمى هذه المادة Ethrel أو ethephon (2-chloroethyl phosphonic acid) ، والذي من خواصه أنه محلول ثابت فى الوسط الحامضى وعند دخوله إلى الأنسجة النباتية وهى أقل حموضة يتحلل إلى غاز الإثيلين وأيون الكلور والفسفور .

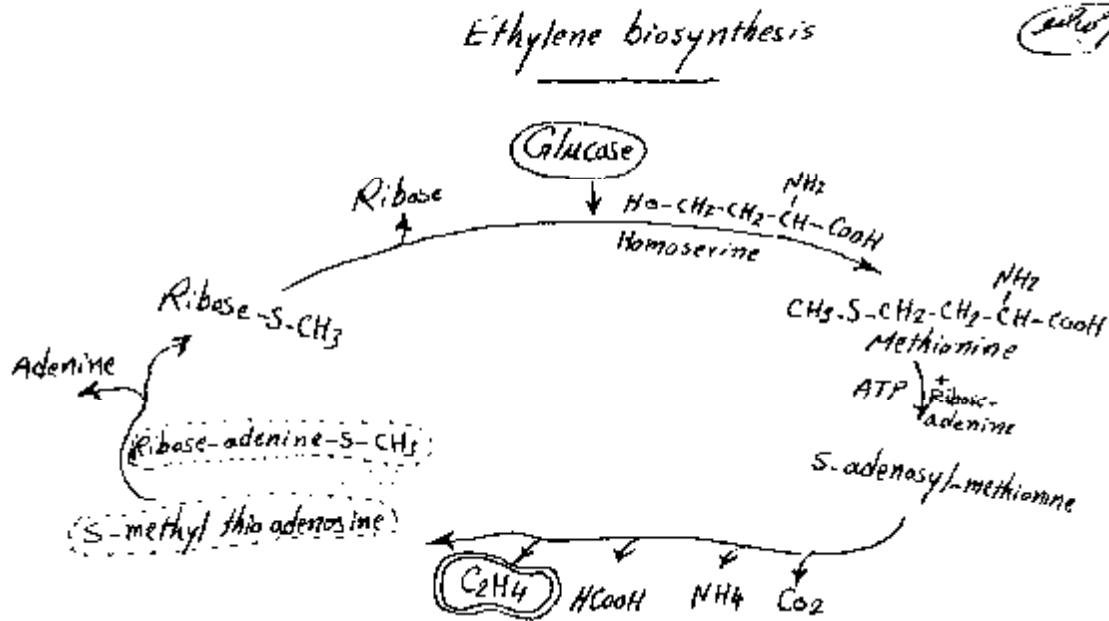


وأيضاً المادة β-hydroxy ethyl hydrazine تؤدى نفس الدور الذى تقدم به مادة

..ethephon

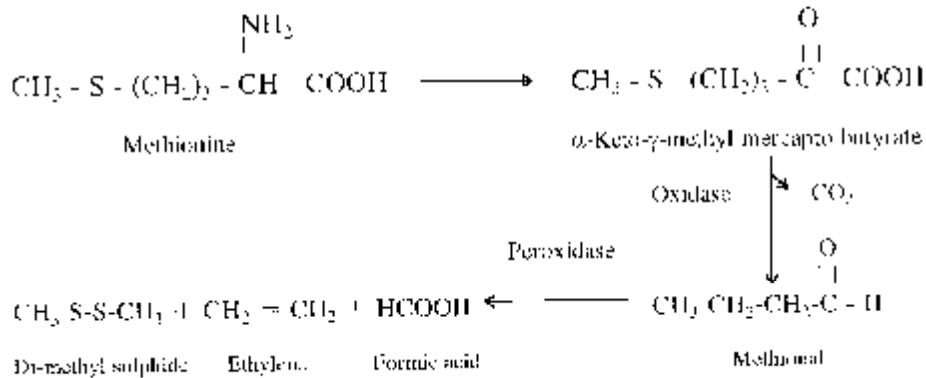
منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة



Proposed scheme of methionine metabolism in relation to ethylene biosynthesis in apple (Redrawn, 1977).

وهناك مسار آخر يتم من خلاله إنتاج الإيثيلين في الأنسجة النباتية والمصدر أيضا في هذا المسار هو الحمض الأميني ميثيونين. وأوضح هذا المسار العالم (1975) Leopold



(After Leopold, 1975)

— من الملاحظ أن المادة الأساسية لتخليق الإيثيلين هي الحمض الأميني ميثيونين ولو أن هناك

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

إقتراحات أخرى، فمثلاً قد يكون المصدر مواد أخرى بالإضافة إلى الميثونين مثل الأحماض الدهنية Linolenic كما في حالة بذور الخروع أثناء الإنبات. ولوحظ أيضاً أن Lipoxidase مرتبط أيضاً بتكوين الإثيلين في التفاح. أيضاً قد يكون الحمض الأميني B- alanine يؤدي إلى زيادة تخليق الإثيلين في وجود مستخلص بعض الأنسجة.

– وينتقل الإثيلين عن طريق الإنتشار وذلك لصغر الحجم الجزئى وسرعة ذوبانه فى الماء والغرويات.

– والمواد الآتية تنشط تخليق الإثيلين وتساعد أيضاً على حدوث التساقط:

Iodoacetate – cycloheximide – Ascorbic acide

:Mode of action

تتحصر ميكانيكية عمل هرمون الإثيلين فى ثلاث نظريات هى:

١ – أن الإثيلين يهاجم بعض مواقع البروتين metaloprotein فى الخلية وهذه المواقع يكون لها دور فى العملية التنظيمية فى الخلية.

٢ – يظهر نشاط الإثيلين من خلال مهاجمته لطبقات الأغشية فى الخلية مؤثراً على نشاطها بالتغيرات أو بالإفساد.

٣ – أن للإثيلين دور فى تنظيم العمليات الحيوية فى الخلية من خلال تأثيره على RNA وبالتالي على نظام تخليق البروتين وبعض الإنزيمات.

النظرية الأولى: (Burg and Burg, 1967) metal adsorption theory

– تركز هذه النظرية على:

○ التغيير فى النشاط الحيوى كما يحدث فى حالة إدمصاص الغاز (الإثيلين) على أسطح المعادن الثقيلة مثل الفضة والنحاس والزنك الموجود فى تركيب البروتين.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- مهاجمة الإيثيلين للمعادن الثقيلة أمكن تثبيطه بواسطة غاز CO_2 حيث يتداخل فعل غاز CO_2 مع نشاط غاز الإيثيلين.
- النقص في كمية O_2 يؤدي إلى تثبيط فعل الإيثيلين لأن الأكسجين هام جداً وضروري لأكسدة المعادن المستقبلية للإيثيلين، هي موقع المهاجمة للإيثيلين وهي موجودة بالبروتين.
- وما سبق يتضح لماذا يمكن تخزين الثمار لفترات طويلة عند مستوى أكسجين منخفض و CO_2 مرتفع في الجو المحيط بالثمار في المخزن.

النظرية الثانية: نقص نفاذية الأغشية الخلوية (Lyons and pratt, 1964):

الإيثيلين يظهر تأثيره نتيجة لمهاجمة الجدر والأغشية بالخلية وخاصة طبقة الليبيدات (الفوسفوليبيدات)، وبالتالي فإن الغاز يعمل على نقص في درجة نفاذية الأغشية الخلوية. ولكن هذه النظرية ليست مقنعة بدرجة كبيرة لأنه عند إختيار عدة مواد أخرى على أغشية صناعية، وجد أن للإيثيلين تأثير أقل من مواد أخرى كثيرة على درجة نفاذية الأغشية.

النظرية الثالثة: التأثير على جهاز تخليق البروتين في الخلية:

- الإيثيلين يؤثر على نشاط RNA وبالتالي على نوع البروتين المخلق وخاصة تكوين ونشاط أنواع معينة من الإنزيمات ولوحظ زيادة نشاط إنزيم peroxidase.
- كما أمكن إثبات دور الإيثيلين في زيادة إنتاج peroxidase عن طريق استخدام CO_2 تم وقف نشاط الإنزيم بها نتيجة للتغلب على تأثير الإيثيلين بواسطة CO_2 .
- عند استخدام بعض مثبطات RNA، الذي يقوم بالتخليق الحيوي للبروتين، مثل Cyclohexamid - D Actinomycin - ، أمكن منع زيادة إنزيم Peroxidase.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

* كذلك لوحظ أن الإثيلين يؤثر بدرجة كبيرة على الإنزيمات التي لها علاقة بالتحويلات الغذائية للمواد الفينولية:

— لوحظ أن تعريض جذور الجزر للإثيلين أدى إلى تنشيط تخليق Isocumarin ، وأمكن وقف ذلك بتعريض الجذور إلى تركيز مرتفع من CO_2 (Chalutz, 1969).

— في الموالح، يؤدي الإثيلين إلى زيادة في إنزيم.

Phenyl alanine ammonase والذي يمكن منعه بواسطة التعرض لتركيز مرتفع من CO_2 أو Cyclohexamide. وهذا الإنزيم له دور محدد في تخليق الفينولات في النبات.

— بعض الإنزيمات لوحظ زيادتها في الأنسجة بعد التعرض للإثيلين مثل الفوسفاتيز (Olsen, 1968) وكذلك بعض الإنزيمات التي لها دور في عملية نضج الثمار.

— لوحظ زيادة إنزيم Cellulase وخاصة في منطقة الانفصال التي تؤدي إلى حدوث التساقط بعد تعرض أوراق البقوليات للإثيلين.

— تنشيط α - amylase في طبقة الأليرون في النجيليات.

* كما يمكن وقف التأثيرات العديدة والناجمة من المعاملة بالإثيلين بواسطة مثبطات تخليق البروتين. فعند تعريض hypocotyls في فول الصويا للإثيلين، لوحظ زيادة في المحتوى من DNA والذي يتحول تلقائياً إلى RNA.

Abscisic acid and related compounds:

— من المعروف أن أهم مثبطات النمو الرئيسية والتي تم إكتشافها هو هرمون حمض الأبسيسيك (ABA) والذي تم عزلة وتعريفه في عام 1965 بواسطة العلماء Cornforth and Ohkuma وقد سبقهم العلماء Bennet and Kefford (1953) ، في إكتشاف مثبط نباتي يؤثر في نمو

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

النباتات وتم تعريفه في صيغة على أنه Inhibitor B ، والذي تم تعريفه فيما بعد أنه ABA. وهذا الهرمون منتشر في النباتات ويظهر تأثيره عند وجوده بتركيزات منخفضة جداً. فمثلاً عند إجراء اختبار على بذور الخس، وجد أن تأثير ABA يعادل أكثر من 100 مرة قدر تأثير مركبات اللاكتون المثبطة مثل Coumarin.

– وهناك مجموعة أخرى من مثبطات النمو وأهمها مركبات فينولية وتشمل:

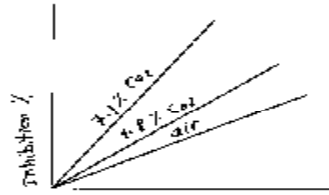
١ – مجموعة الأحماض الفينولية Phenolic acids: مثل حمض البنزويك والسيناميك.

٢ – مجموعة مركبات اللاكتون لحمض الكيوماريك Lactons of coumaric.

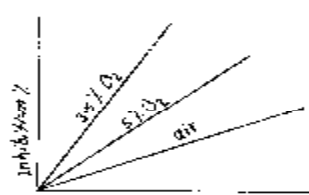
٣ – الفلافونويدات Flavonoids.

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

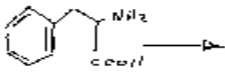


Ethylene Conc.
تأثير تركيز CO_2 على كفاءة فعل التمثيل

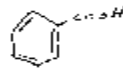


Ethylene Conc.
تأثير نقص O_2 على معدل الأوكسجين

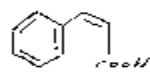
بعض المركبات الفينولية التي تصنعها النباتات في الرئتين وتسمى



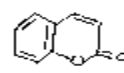
Phenylalanine



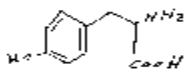
benzoic acid



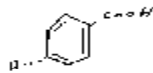
cinnamic acid



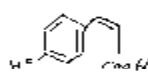
coumaric acid



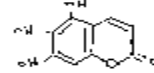
Tyrosine



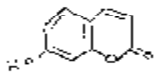
syringic acid



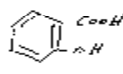
coumaric acid



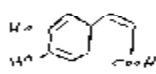
gallic acid



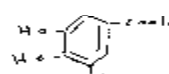
gallic acid



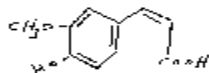
salicylic acid



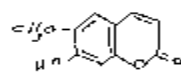
coumaric acid



gallic acid



ferulic acid



coumaric acid

— على عكس الهرمونات النباتية فإن المثبطات الفينولية توجد بتركيزات عالية في النباتات، إما على صورة فينولات حرة أو مرتبطة مع مواد أخرى مثل الجليكوسيدات. ولقد أشار العالم (1965) Pridham إلى أن الفينولات تمثل أكبر المحتويات في النبات بعد المواد الكربوهيدراتية مباشرة. ولكن هذه المركبات الفينولية لا يظهر أثرها المثبط إلا عند وجودها بتركيزات مرتفعة.

منظمات النمو والأزهار

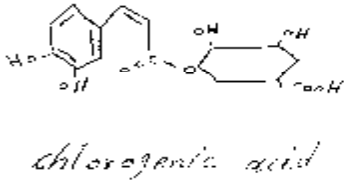
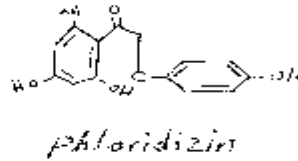
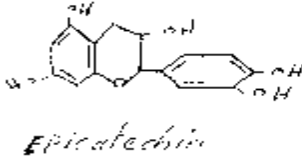
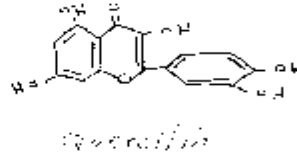
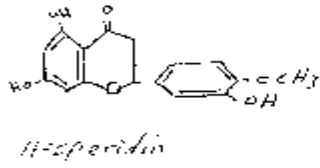
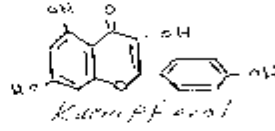
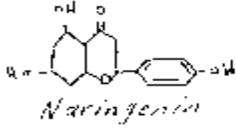
الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- وتظهر الفينولات غالباً في النبات من خلال دورة حمض الشكميك Shikimic acid، وأنها تتخلق غالباً من Phenyl alanine أو Tyrosine . وقد توجد طرق أخرى لتخليق الفينولات في النبات.
- أما باقى المثبطات وهى تعتبر من المواد الكيماوية الثانوية فى النباتات فإنها تقسم إلى عدة مجموعات صغيرة من بينها duglone – quinines وكذلك مركبات قريبة الشبه من الأحماض الفينولية ومنها chlorogenic acid , quinic acid . وكذلك مجموعة مركبات تعتبر مركبات وسيطة بين اللاكتونات والكيثون مثل chlorogenic acid وكذلك مجموعة cyano genic وهذه المركبات تشمل زيت الخردل mustard oil ، مشتقات مركبات mandelonitrile وهذه توجد بتركيزات مرتفعة فى بعض النباتات، مجموعة التربينات ومنها بعض الزيوت العطرية والتي تعتبر من مثبطات النمو (Muller, 1964) ، مجموعة الأحماض الدهنية حيث منها ما يعتبر مثبطاً للنمو (poidevic, 1965) مجموعة الأحماض الأمينية والبعض منها مثبطات نمو مثل hydroxyl praline و memosin (Cleland, 1963) ومجموعة البروتينات وعديدة البيبتيدات ومنها مثبطات النمو العديدة (Elliott and Leopold, 1953).
- وفيما يلى الرموز النباتية لبعض المثبطات الفينولية والتي مصدرها كل من Tyrosin , phenylalanine كما هو موضح على اليسار فى أول المركبات:

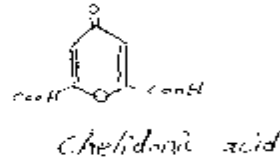
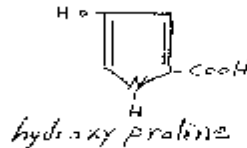
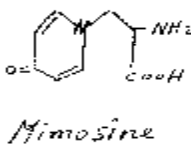
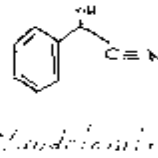
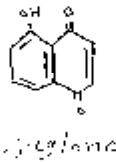
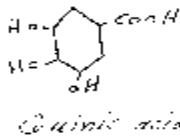
منظمات النمو والأزهار

الاساذ الدكتور / محب طه صقر أساذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وغيرها أيضا لبعض المنظمات المنزلية والتي تتبع *Flavonium* و *Chalcone* :
 وبعضها أيضا مع الأخرى:



والمذكور أيضا ذكر لبعض منظمات النمو الأخرى:



سبحان الله

من المعروف أن منظمات النمو الفينولية والتي تنتج من مركبات ثانوية داخل النبات يتم تخليقها عن طريق دورة حمض Shikimic acid عن طريق عملية Deamination لكل من Tyrosine , Phenyl alanine . وقليل من هذه الفينولات يتم تخليقة من وحدات حمض الخليك . ويمكن للعديد

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

من وحدات حمض السيناميك أن تتحول إلى Benzoic acid وذلك عن طريق أكسدتها فى الوضع بيتا β -oxidation . وتنتج اللاكتونات من التحلل المائى للجليكوسيدات أما مركبات Chalcones , Flavinium فهي مشتقات لحمض السيناميك مع إضافة مجموعة أسيئات للحلقة.

– ويرجع التأثير المثبط للمركبات الفينولية على النمو إلى أن الفينولات تقوم بتثبيط IAA – oxidase . ولكن من المحتمل أيضاً أن الفينولات تتداخل بشدة فى عملية الفسفرة التأكسدية Oxidative phosphorylation . ويرجع تنشيط الفينولات للإنزيم IAA – oxidase ، أنها تعتبر مرافقات إنزيمية لهذا الإنزيم ولكن بدرجة عالية من التخصص حيث وجد أن بعض الفينولات الثنائية مثل Caffeic acid والأحادية مثل Coumaric acid ، تعتبر مثبطات للإنزيم IAA – oxidase ، وبالتالي فإن هذان المركبان يعتبران من منشطات النمو تحت ظروف معينة. ويجمع العلماء أن تأثير الفينولات يكون أولاً من تأثيرها على نظام التحولات الغذائية ولا يعتبر تأثيرها كتأثير الهرمونات.

– ولقد وجد أن الضوء هام جداً ويساعد على تنشيط تخليق المثبطات الفينولية وكذلك تنشيط تخليق الإنزيمات المساعدة فى هذه العملية.

Biosynthesis and metabolism of ABA

١ – Biosynthesis

– من المعروف جيداً أن ABA يتم تخليقه من Mevalonate من خلال Farnesyl pyrophosphate ، وهى المادة الوسيطة فى دورة تخليق الأيزوبرينات isoprenoids ، وهو نفس المسار الذى يتم من خلاله تخليق الجبريلينات مع أن التأثيرات الفسيولوجية، الكيماوية والحيوية لكل من GA , ABA عموماً متعارضة. وتلعب الإنزيمات دوراً هاماً فى تنظيم عملية التخليق الحيوى لكل من ABA – GA من المادة الوسيطة Farnesyl pyrophosphate.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

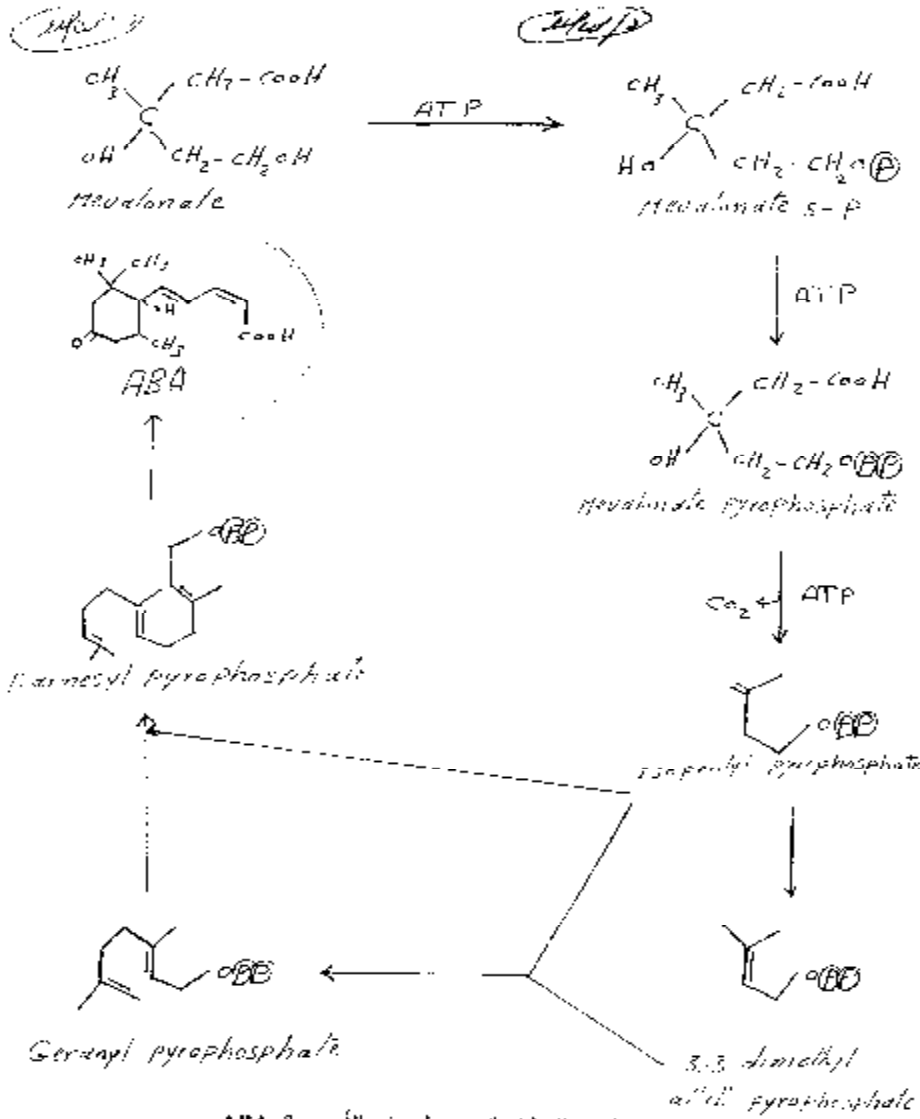
منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- ومن الواضح أيضاً أن ABA يتم تخليقة في الكلوروبلاست كما هو الحال فى عملية تخليق الجبريلينات (Milborrow, 1974).
- وقام العالم Milborrow (1974) بإثبات ذلك بعمل تجرية تم فيها إستخلاص الإنزيمات من الكلوروبلاست المتحللة وكذلك من Etioplast من ثمار نبات الأفوكادو والفاصوليا وأضيف إليها حمض Mevalonic فينتج ABA.
- ولا يمكن الجزم والقطع بأن كل كمية ABA يتم تخليقها فى الكلوروبلاست ولكن يمكن التأكد على أن معظم كمية ABA يتم تخليقها فى الكلوروبلاست.
- كذلك يمكن تخليق ABA من الكاروتينويدات وخاصة Violaxanthin من خلال المادة الوسيطة xanthoxin ، وهذه المادة الوسيطة يمكنها التحول مباشرة إلى ABA كما فى الطماطم.

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

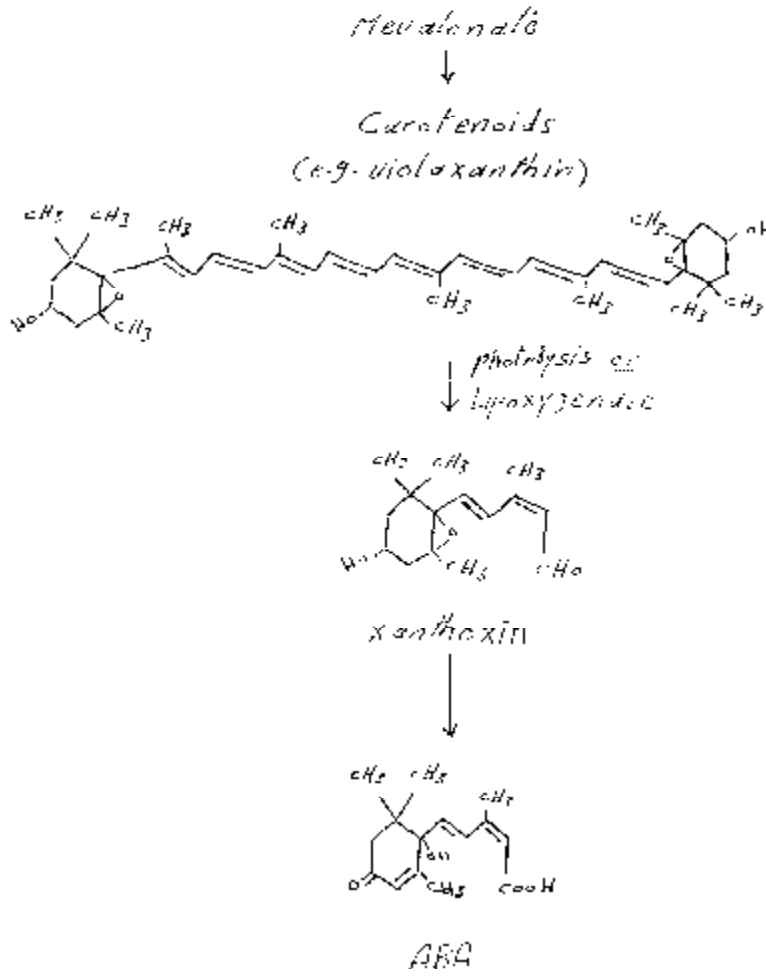


المسار المقترح للتخليق الحيوي لحمض الأبسيسيك ABA
 من الميفانويات (Milberrrow, 1974)

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

الاساتذ

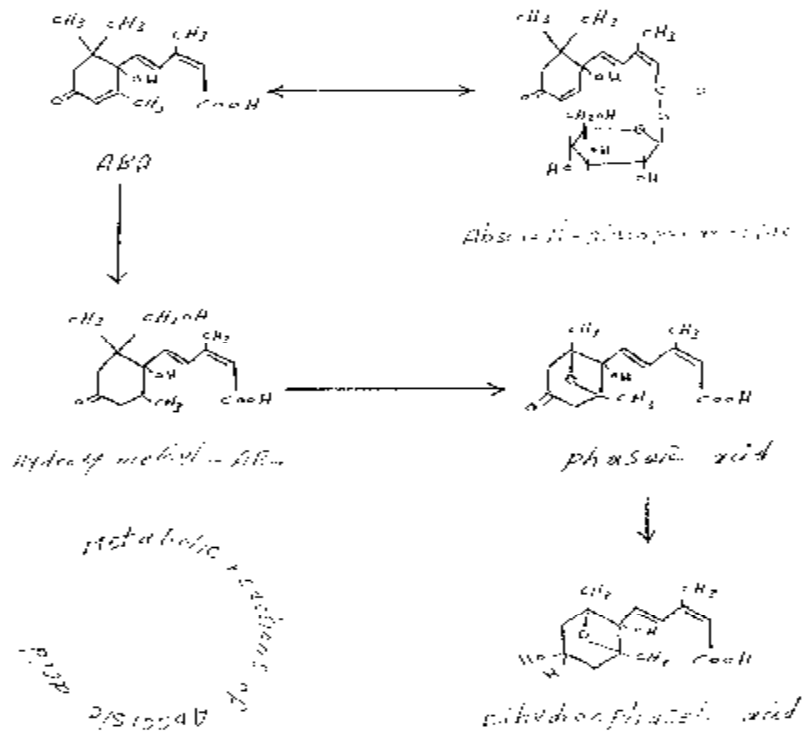


المسار المقترح لخطوات المقتلية لتخليق الحيوي

لحمض الأبسيسيك من الكاروتينويدات (Redrawn, 1976)

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة



٧١

Metabolic reaction – ٢

– تم حصر تفاعلات التحولات الغذائية لحمض الأبسيسيك في النباتات من خلال ٣ تفاعلات رئيسية أولها هو التحلل العكسي لإسترات الجلوكوز وتكوين abscisyl – glucopyranoside. أما

منظمات النمو والأزهار، الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

التفاعلات الأخرى منهما تكوين الصور المؤكسدة لمركب phaseic acid والمركب dihydrophaseic وكلاهما مركبات غير فعالة وهذه المركبات تتكون من خلال المركب Hydroxy methyl - ABA

– من العلامات البارزة لسلوك حمض ABA من خلال تحولاته الغذائية في النبات زيادة محتواها الداخلي في النبات وخاصة في الأوراق في حالة تعرض النبات إلى أي ظروف stress (إجهاد) مثل : نقص العناصر – التبريق – حدوث أذى أو ضرر للنبات – الجفاف

– وزيادة ABA في هذه الحالات يؤدي إلى زيادة مقاومه النبات لظروف الإجهاد . وتحت هذه الزيادة لحمض ABA في خلال دقائق من بداية الذبول . وتزداد كميته ABA إلى حوالي عشره مرات قدر ABA في أوراق النباتات غير الذابلة . ولكن هذه الزيادة في ABA تنقص بسرعة عند إمداد النباتات الذابلة بالماء (عند الري). وكذلك لوحظ زيادة Dihydrophaseic acid و phaseic acid في النباتات الواقعة تحت ظروف الإجهاد.

– وكانت الزيادة في المحتوى من ABA في الأوراق الذابلة نتيجة لزيادة تخليق ABA حيويًا أكثر من إنسياب ABA من الصورة المرتبطة مثل ABA- glucose ester .
– ومفتاح التغيرات في التحولات الغذائية والتي تحدث أثناء التعطيش (Water stress) في أوراق البقوليات هي :

١ - الإجهاد المائي يؤدي إلى زيادة في معدل ABA عن معدل Dihydrophaseic acid-phaseic acid

٢ - يزداد تركيز ABA وتصبح كميته تقريبا ثابتة.

٣ - عند إمداد النباتات بالماء ، ينخفض مستوى ABA وتعود حاله الإمتلاء للخلايا (Harrison

and Walton,1975)

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Milborrow (1974) ، شرح الدور التنظيمي لحمض ABA في الأعضاء النباتية المختلفة لنبات

Avocado كالاتي :

— في الأوراق العادية يوجد حمض ABA بنسبه منخفضة (20mg/Kg) بينما يصل المحتوى من

ABA إلى معدل مرتفع جدا في الأوراق الذابلة نتيجة لزيادة تخليقه حيويا ويصل محتواه إلى

2600mg/Kg

— في الثمار الناضجة يوجد بالطبع تركيز مرتفع من ABA (400-6000ug/Kg)

— في الجذور ، فإنها تحتوي بالطبع على محتوى منخفض من ABA (27mg/Kg) ولم يتأثر

المحتوى في الجذور بدرجة ملحوظة في حاله الذبول .

— أوضح العلماء أن تراكم ABA في الجذور النباتات المعرضة لنقص الماء ونقص مقاومه الجذور

لإمتصاص الماء ، فإن ذلك يعطى حماية للأوراق ضد الجفاف .

— Zeevuart (1977) ، أوضح بأبحاثه الأماكن التي يتم فيها تخليق ABA في الخروع . وأضاف

أن زيادة ABA تكون ناتجة عن تحلل كل من phaseic, dihydrophaseic acid في قمة الساق

والأوراق الناضجة وفي عصير اللحاء في كل من النباتات المعرضة وغير المعرضة للإجهاد

المائي. ولقد وجد نفس العالم، أن الإجهاد المائي يزيد من المركبات الثلاث السابقة.

— وعاده يحدث تراكم للمادة Dihydrophaseic acid وليس ABA في قمة الساق ،، وهذا دليل

على ظهور ABA في الحال وبسرعة والذي ينتقل في اللحاء .

— كذلك أجريت تجارب على الأوراق المفصولة سواء كانت أوراق ناضجة أو أوراق حديثه وتركت

لتذبل ، فلو حظ زيادة من حمض ABA في كليهما . ومعنى أن لكل منهما الكفاءة على تخليق

ABA حتى في مراحل النمو الأولى .

-:Physiological effects

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

* هذا الهرمون كغيره من الهرمونات له تأثيرات فسيولوجية فى النباتات من أهمها :

1 – Stomatal regulation

– لقد عرف أن لحمض ABA دور هام ورئيس فى تنظيم قفل الثغور وبالتالي فإنه يوفر ميكانيكيه الحماية ضد الإجهاد المائى . ولقد أجريت تجارب قديمه (عام ١٩٦٨) ثم عام ١٩٧١ لإثبات هذا الدور ، حيث تم رش ABA بتركيز منخفض (IUM) فأدى ذلك إلى نقص التنفس نتيجة لغلق الثغور وهذا يؤدي إلى الافتراض أن زيادة المحتوى الداخلى من ABA تلعب دورا فى تنظيم غلق الثغور ، وذلك من خلال الأثير على العلاقات المائية للنبات .

– ولقد وجد أن الإستجابة للمعاملة الخارجية بحمض ABA تكون سريعة جدا ، فهى تؤدي إلى غلق الثغور فى خلال ٩-٣ ق بعد المعاملة مباشره وأجريت هذه التجربة على نباتات *Beta vulgaris*.

Zea mays, Rumex obtusifolia

– يعمل ABA على فقد الخلايا الحارسة لعنصر البوتاسيوم وكذلك فقها لحاله الإمتلاء ، وهذا يؤدي إلى غلق الثغور .

– ويجدر الذكر أن تنظيم الثغور يتداخل فيه عاملان مهمان وهما : تركيز ABA وتركيز CO_2 فى الخلايا الحارسة. وتختلف إستجابته الخلايا الحارسة حسب إختلاف تركيز كل منهما ، فمثلا الإجهاد المائى يؤدي إلى زيادة تركيز ABA فى الخلايا الحارسة وبالتالي فقدها لعنصر البوتاسيوم وحاله الإمتلاء وهذا يؤدي إلى غلق الثغور . وتؤدي هذه الميكانيكية إلى حماية النباتات ضد الجفاف وفى هذه الحالة يزيد تركيز CO_2 والعكس يحدث إذا ما تم إمداد النباتات بالماء مره أخرى ، حيث ينخفض تركيز ABA فى الخلايا الحارسة ويعود تركيز البوتاسيوم إلى حالته الطبيعية وكذلك حاله الإمتلاء وينخفض تركيز CO_2 فى الخلايا الحارسة وتنتفح الثغور ويؤدي ذلك إلى سهوله دخول CO_2 لأنسجه الورقة وبالتالي حدوث عملية البناء الضوئى.

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Bud dormancy – ٢

— كان العالم Hemberg (1949) ، هو أول من أشار إلى العلاقة بين السكون في براعم Potato tubers , Fraxinus وبين إحتوائها على تركيز مرتفع من مثبطات النمو . وقد تحصل العالم (1961) Kawasa على نتائج مشابهة في تجاربه على أشجار البتولا *Berula pubescens* ولاحظ أيضا تأثير النهار القصير (١٠ ساعات) والليل الطويل على تنشيط السكون في البراعم كما في الرسم التوضيحي التالي :

— في الأشجار المعمرة يلاحظ أنه خلال دوره حياتها السنوية فإنه يحدث سكون للبراعم وخاصة في نهاية الصيف وأثناء الخريف ثم يلي ذلك دخول الأفرع كليه أو الشجرة كلها في دور السكون . — ومن العوامل الهامة والمؤثرة والمتحكمة في إحداث السكون في البراعم أشجار المنطقة المعتدلة (الأشجار الخشبية)، طول النهار . ففي النباتات الخشبية الهامة سواء مغطاة البذور أو معراه البذور نجد أن النهار الطويل ينشط النمو الخضري بينما النهار القصير يؤدي إلى توقف النمو ودخول البراعم في دور السكون . وهذا التوقيت الضوئي والمؤدى إلى سكون البراعم ، أمكن ملاحظه أيضا في النباتات الحولية (العشبية) . ويمكن القول أن المستقبل الضوئي في هذه العملية هو صبغه الفيتوكروم ، والتي تتميز بالإستجابات المنعكسة لتعرضها للأطوال الموجية Red/far وللتخصيص، فإن الأوراق هي المستقبل الحقيقي للضوء وقد تقوم الحراشيف البرعمية بإستقبال الضوء والتأثر به في بعض الأصناف .

— وفي تجارب Wareing على كل من *Betula Pabescens* , *Acer pseudoplatanus* وجد أن تعرض هذه الأشجار لفترة ضوئية قصيرة وليل طويل يعمل على دخول البراعم في طور السكون . ويمكن كسر طور السكون بتعريض النباتات لفترة نهار طويل وليل قصير دون المعاملة بالحرارة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ مح طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

المنخفضة. ولقد وجد warieng وآخرون أن النهار القصير الذي يسبب السكون أدى أيضاً إلى

زيادة المثبطات (مثبطات النمو) في الأوراق والبراعم.

— وحدث التثبيط في البراعم ودخولها في دور السكون نظراً لإنتقال مثبطات النمو من الأوراق إلى

البراعم. وأمكن إستخلاص هذه المثبطات وتم تعريفها والتأكد من أنها ABA. وفي بعض النباتات

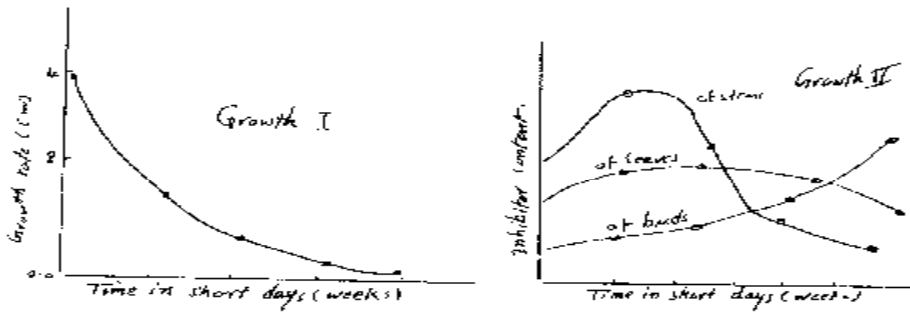
أمكن كسر طور السكون بالمعاملة بالجبريلين GA_3 إذا ما كان السكون بسبب التوافق الضوئي أو

بسبب المعاملة الخارجية بحمض ABA.

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

البيانات من تجربة منسوبة لـ Kawasa (1961)



1. Inhibition of bud dormancy, I. by short days (10 h.) and long night (14 h.) in *Brachypodium pinnatifidum*, and correlated changes in growth inhibitor content. II. of leaves, stems and buds (Kawasa, 1961).

٧٤

من هذه التجارب ، أمكن التأكد من أن ABA يتداخل ، وله دور كبير في تنظيم دورة النمو والسكون. كما أوضح Wareing أيضاً أن الدورة السنوية لنمو وسكون البراعم يتم تنظيمها عن طريق حدوث إتران بين المحتوى الداخلى من مثبطات النمو والجبريلين. ويحدث السكون فى بعض الحالات إذا زاد المحتوى الداخلى من ABA وإنخفض مستوى GA_3 . والعكس صحيح لإنعكاس هذه الظاهرة والخروج من دور السكون.

منظمات النمو والأزهار، الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وكل ما سبق شرحة نحو تأثير النهار القصير على حدوث السكون لا ينطبق في كل الحالات حيث أن تعرض بعض الأشجار لظروف النهار القصير لا يسبب زيادة المحتوى من ABA.

٣ – Seed dormancy

– قد يحدث سكون في بذور معراة البذور أو مغطاة البذور بعد النضج ولا تنبت حتى إذا تم توفير جميع شروط الإنبات من رطوبة وحرارة وإضاءة. وقد تم حصر أسباب السكون في البذور في عدة حالات منها:

- عدم نفاذية قصرة البذرة للماء والهواء.
 - عدم نضج الجنين.
 - الحاجة إلى التخزين فترة بعد النضج (after ripening).
 - المقاومة الميكانيكية لقصرة البذرة.
 - وجود مثبطات سواء في قصرة البذرة أو التركيبات المساعدة أو وجود المثبطات في اللحم المحيط بالبذرة كما في الثمار اللحمية الطازجة.
 - إحتياجات ضوئية خاصة أو عدم حاجتها للتعرض للضوء.
 - الإحتياج لدرجة حرارة منخفضة (صفر – ١٠م) مع التعرض للرطوبة (Chilling).
- وتسمى هذه العملية Stratification.

– وقد أمكن كسر طور السكون للبذور الناتجة من الأشجار الخشبية النامية في المنطقة المعتدلة وذلك بإجراء عملية Stratification.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

– وفي تجربة أجراها العالم (1968) Sendheimer على نوعين من *Fraxinus* الأول يتبع المنطقة المعتدلة وهو *F. Americana* والثاني يتبع منطقة البحر المتوسط. ويحتاج النوع الأول إلى إجراء عملية Stratification نظراً لدخول بذورة في دور سكون، بينما لا يحتاج النوع الثاني هذه المعاملة . وأثناء الإنبات لوحظ الآتي:

	Biological material	Germination %	ABA content (ug/1000 seed or pericarps)
1- <i>F. Americana</i>	1- Dormant seeds	0.3 %	11.0
	2- Chilled seeds	70 – 95 %	3.3
	3- Pericarp from dormant samara	-	24.0
	4- Pericarp from chilled samara	-	15.0
II- <i>F. Ornus</i> لا يحتاج للـ chilling	1- Seed	75 %	2.6
	2- Pericarp	-	1.6

– وأثناء عملية chilling (Stratification) لبذور النوع *F. americana* لوحظ انخفاض المحتوى من ABA في Pericarp بنسبه ٣٧% بينما أنخفض في البذور بنسبة ٨٦%. وأن محتوى ABA في البذور بعد إجراء عملية chilling يعتبر مماثلاً للمحتوى من ABA في بذور *F. ornus* وهو معدل منخفض.

– وبالتالي يمكن القول أن ABA له دور منظم في عملية إنبات البذور. وأقر العالم Sondheimer أن ABA ليس هو الهرمون الوحيد المتحكم في عملية الإنبات ولكن من المحتمل وجود هرمونات

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

أخرى مؤثرة في عملية الإنبات ونمو بادران *F. americana* فمثلاً وجد نفس العالم أن المعاملة الخارجية بالجبريلين أدت إلى إبطال مفعول أو إلغاء مفعول ABA في عملية الإنبات عند معاملة البذرة به. ولكن في هذه الحالة فإن نمو الأوراق وكذلك معدل تخليق الكلورفيل كان أقل من النباتات غير المعاملة.

— وعند معاملة تلك النباتات بالكينتين Kinetin في خليط مع GA ، فإن ذلك أدى حدوث نمو طبيعي للأوراق ومحتوى عادي من الصبغات وذلك في النباتات التي سبق وأن عوملت بحمض ABA . ولكن يجب معرفة أن Kinetin منفرداً ليس له المقدرة على إحباط أو إنعكاس تأثير ABA على الإنبات وكذلك وجد أن إنبات البذور غير الكامنة أو التي ليست في دور سكون عند معاملتها بحمض ABA.

— ولقد وجد (Redrawn 1967) في تجاربه على بذور نبات *Corylus avellana* والتي تحتاج إلى Stratification كي تنبت بذورها، زيادة المحتوى من GA الداخلي في البذور بعد إجراء عملية Stratification ولذلك فقد أمكن الإستغناء عن إجراء هذه العملية. وعلى ذلك فإن معاملة البذور مباشرة بالجبريلين، يعمل على تعويض البذور الحاجة لعملية chilling.

— وفي تجارب على مادة 1618 Amo، وهي مادة مثبطة لتخليق GA₃ ، وجد أنها تؤدي إلى إبطال مفعول عملية chilling .

— وعلى ذلك فإنه يمكن تفسير كسر السكون في البذور والتي تحتاج إلى chilling عن طريقتين: الأولى هو نقص المثبط ABA ، كما في حالة *F. Americana* ، والثاني فهو زيادة المنشطات كالجبريلين، كما في حالة *Corylus avellana* وقد يحدث التغيير في الإثنين معاً في بعض الحالات الأخرى.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

– ومن المعروف أيضاً أن ABA يثبط الإنبات في العديد من بذور النباتات الحولية الأخرى. فمثلاً وجد العالم (Baleg 1960) ، أن حمض ABA يثبط تخليق إنزيم α - amylase في الأيون بذور الشعير خلال الإنبات، وهي العملية التي ينشطها GA_3 بينما يمكن إبطالها بتركيز منخفض جداً من ABA. كما يعمل ABA على تثبيط تخليق إنزيمات تحليل البروتينات، الريبونوكليوتيدات وربما جميع إنزيمات التحلل المائي، والتي يشجع حمض GA تخليقها في طبقة الأليرون.

– كما أدى ABA أيضاً إلى تثبيط تخليق الأحماض الدهنية بشدة عند إنبات بذور الخروع.

– كما أوضح العالم (Van Overbeek 1967) ، أن حمض ABA يعوق تخليق DNA وكذلك RNA. ويمكن القول أن حمض ABA يطيل فترة السكون بتثبيط تكوين أنواع معينة من m-RNA ، وبالتالي تكوين بروتينات معينة.

٤ – Abscission:

– وجد العالم (Bornman 1967) ، أن حمض ABA ينشط عملية التساقط حيث يعمل ABA على الإسراع من تحلل الصفيحة الوسطى ومكونات الجدار الخلوى. وأيضاً يعمل ABA على سرعة تكوين وتخليق إنزيمات البكتينيز ، السليوليز والبروتيز.

– كما وجد العديد من العلماء (Sankhila, 1967 ، Sakr, 1985) ، أن المعاملة بحمض ABA تسرع من فقد الكلورفيل في الأوراق النباتية.

– كما وجد أن أوراق الموالح والتي تم رشها بحمض ABA صيفاً قد تساقطت.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور / محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Abscisic acid and related compounds

— من المعروف أن أهم مثبطات النمو الرئيسية والتي تم إكتشافها هو هرمون حمض الأبسيسيك (ABA) والذي تم عزلة وتعريفه فى عام 1965 بواسطة العلماء Cornforth and Ohkuma وقد سبقهم العلماء Bennet and Kefford (1953) ، فى إكتشاف مثبط نباتى يؤثر فى نمو النباتات وتم تعريفه فى صيغة على أنه Inhibitor B ، والذي تم تعريفه فيما بعد أنه ABA. وهذا الهرمون منتشر فى النباتات ويظهر تأثيره عند وجوده بتركيزات منخفضة جداً. فمثلاً عند إجراء اختبار على بذور الخس، وجد أن تأثير ABA يعادل أكثر من 100 مرة قدر تأثير مركبات الأكتون المثبطة مثل Coumarin.

— وهناك مجموعة أخرى من مثبطات النمو وأهمها مركبات فينولية وتشمل:

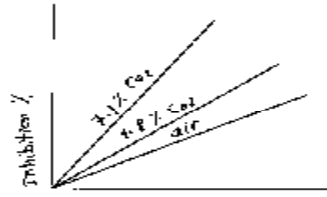
١ — مجموعة الأحماض الفينولية Phenolic acids: مثل حمض البنزويك والسيناميك.

٢ — مجموعة مركبات الأكتون لحمض الكيوماريك Lactons of coumaric.

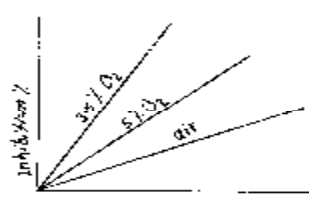
٣ — الفلافونويدات Flavonoids.

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

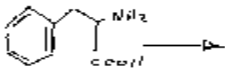


Ethylene Conc.
تأثير تركيز CO_2 على كفاءة فعل التمثيل

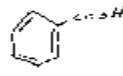


Ethylene Conc.
تأثير نقص O_2 على معدل الأوكسجين

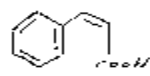
بعض المركبات الفينولية التي تصنعها النباتات في الرئتين وتورمها



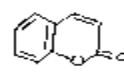
Phenylalanine



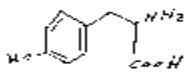
benzoic acid



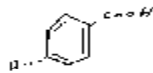
cinnamic acid



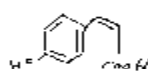
coumaric acid



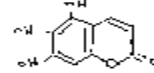
Tyrosine



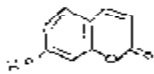
hydroxybenzoic acid



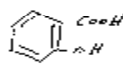
coumaric acid



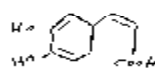
gallic acid



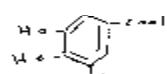
umbelliferone



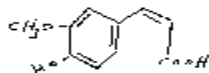
salicylic acid



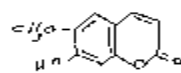
gallic acid



gallic acid



ferulic acid



coumaric acid

— على عكس الهرمونات النباتية فإن المثبطات الفينولية توجد بتركيزات عالية في النباتات، إما على صورة فينولات حرة أو مرتبطة مع مواد أخرى مثل الجليكوسيدات. ولقد أشار العالم (1965) Pridham إلى أن الفينولات تمثل أكبر المحتويات في النبات بعد المواد الكربوهيدراتية مباشرة. ولكن هذه المركبات الفينولية لا يظهر أثرها المثبط إلا عند وجودها بتركيزات مرتفعة.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

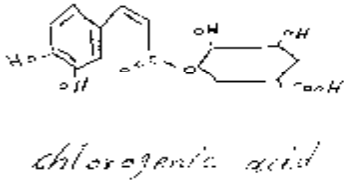
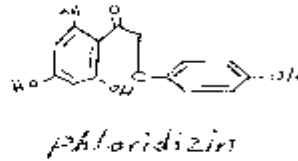
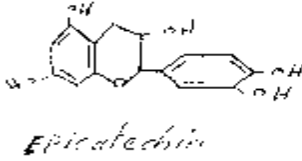
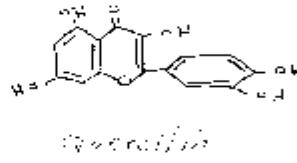
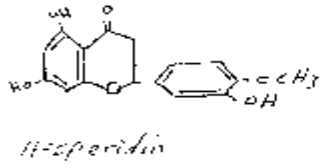
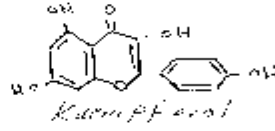
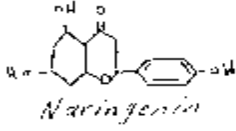
- وتظهر الفينولات غالباً في النبات من خلال دورة حمض الشكميك Shikimic acid، وأنها تتخلق غالباً من Phenyl alanine أو Tyrosine . وقد توجد طرق أخرى لتخليق الفينولات في النبات.
- أما باقى المثبطات وهى تعتبر من المواد الكيماوية الثانوية فى النباتات فإنها تقسم إلى عدة مجموعات صغيرة من بينها duglone – quinines وكذلك مركبات قريبة الشبه من الأحماض الفينولية ومنها chlorogenic acid , quinic acid . وكذلك مجموعة مركبات تعتبر مركبات وسيطة بين اللاكتونات والكيثون مثل chlorogenic acid وكذلك مجموعة cyano genic وهذه المركبات تشمل زيت الخردل mustard oil ، مشتقات مركبات mandelonitrile وهذه توجد بتركيزات مرتفعة فى بعض النباتات، مجموعة التربينات ومنها بعض الزيوت العطرية والتي تعتبر من مثبطات النمو (Muller, 1964) ، مجموعة الأحماض الدهنية حيث منها ما يعتبر مثبطاً للنمو (poidevic, 1965) مجموعة الأحماض الأمينية والبعض منها مثبطات نمو مثل hydroxyl praline و memosin (Cleland, 1963) ومجموعة البروتينات وعديدة البيبتيدات ومنها مثبطات النمو العديدة (Elliott and Leopold, 1953).
- وفيما يلى الرموز النباتية لبعض المثبطات الفينولية والتي مصدرها كل من Tyrosin , phenylalanine كما هو موضح على اليسار فى أول المركبات:

منظمات النمو والأزهار

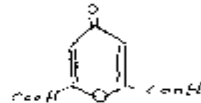
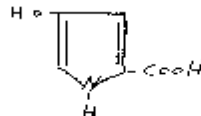
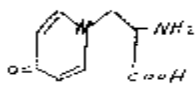
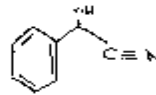
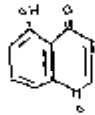
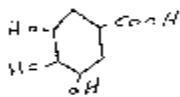
الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وهي أيضا بعض المثبطات الفينولية والتي تتبع *Flavonium* و *Chalcone*.

وهي أيضا لبعض المثبطات الفينولية والتي تتبع *Flavonium* و *Chalcone*.



والتي أيضا ذكر لبعض المثبطات النمو الأخرى:



سبحان الله

من المعروف أن مثبطات النمو الفينولية والتي تنتج من مركبات ثانوية داخل النبات يتم تخليقها

عن طريق دورة حمض Shikimic acid عن طريق عملية Deamination لكل من Tyrosine ,

Phenyl alanine . وقليل من هذه الفينولات يتم تخليقها من وحدات حمض الخليك . ويمكن للعديد

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

من وحدات حمض السيناميك أن تتحول إلى Benzoic acid وذلك عن طريق أكسدتها فى الوضع بيتا β -oxidation . وتنتج اللاكتونات من التحلل المائى للجليكوسيدات أما مركبات Chalcones , Flavinium فهي مشتقات لحمض السيناميك مع إضافة مجموعة أسيئات للحلقة.

– ويرجع التأثير المثبط للمركبات الفينولية على النمو إلى أن الفينولات تقوم بتثبيط IAA – oxidase . ولكن من المحتمل أيضاً أن الفينولات تتداخل بشدة فى عملية الفسفرة التأكسدية Oxidative phosphorylation . ويرجع تنشيط الفينولات للإنزيم IAA – oxidase ، أنها تعتبر مرافقات إنزيمية لهذا الإنزيم ولكن بدرجة عالية من التخصص حيث وجد أن بعض الفينولات الثنائية مثل Caffeic acid والأحادية مثل Coumaric acid ، تعتبر مثبطات للإنزيم IAA – oxidase ، وبالتالي فإن هذان المركبان يعتبران من منشطات النمو تحت ظروف معينة. ويجمع العلماء أن تأثير الفينولات يكون أولاً من تأثيرها على نظام التحولات الغذائية ولا يعتبر تأثيرها كتأثير الهرمونات.

– ولقد وجد أن الضوء هام جداً ويساعد على تنشيط تخليق المثبطات الفينولية وكذلك تنشيط تخليق الإنزيمات المساعدة فى هذه العملية.

Biosynthesis and metabolism of ABA

١ – Biosynthesis

– من المعروف جيداً أن ABA يتم تخليقه من Mevalonate من خلال Farnesyl pyrophosphate ، وهى المادة الوسيطة فى دورة تخليق الأيزوبرينات isoprenoids ، وهو نفس المسار الذى يتم من خلاله تخليق الجبريلينات مع أن التأثيرات الفسيولوجية، الكيماوية والحيوية لكل من GA , ABA عموماً متعارضة. وتلعب الإنزيمات دوراً هاماً فى تنظيم عملية التخليق الحيوى لكل من ABA – GA من المادة الوسيطة Farnesyl pyrophosphate.

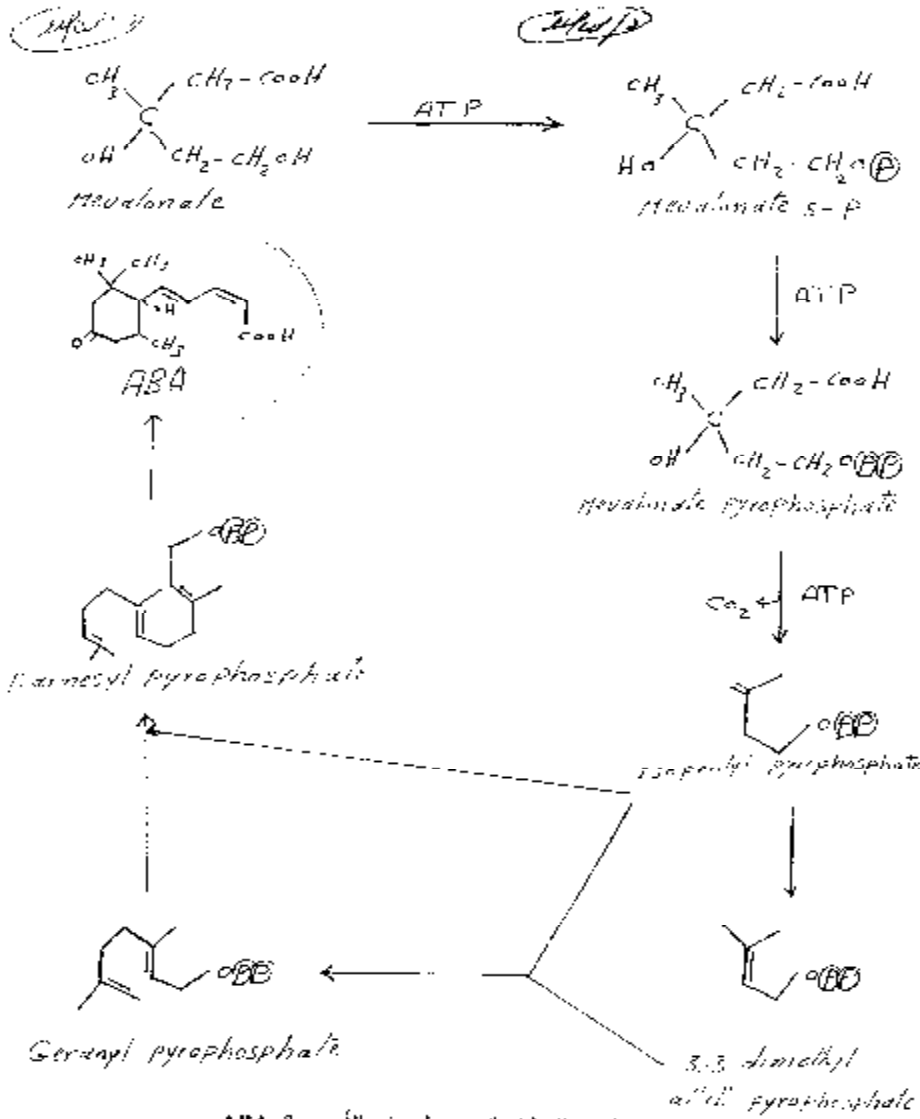
منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- ومن الواضح أيضاً أن ABA يتم تخليقها في الكلوروبلاست كما هو الحال في عملية تخليق الجبريلينات (Milborrow, 1974).
- وقام العالم Milborrow (1974) بإثبات ذلك بعمل تجريبية تم فيها إستخلاص الإنزيمات من الكلوروبلاست المتحللة وكذلك من Etioplast من ثمار نبات الأفوكادو والفاصوليا وأضيف إليها حمض Mevalonic فينتج ABA.
- ولا يمكن الجزم والقطع بأن كل كمية ABA يتم تخليقها في الكلوروبلاست ولكن يمكن التأكد على أن معظم كمية ABA يتم تخليقها في الكلوروبلاست.
- كذلك يمكن تخليق ABA من الكاروتينويدات وخاصة Violaxanthin من خلال المادة الوسيطة xanthoxin ، وهذه المادة الوسيطة يمكنها التحول مباشرة إلى ABA كما في الطماطم.

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

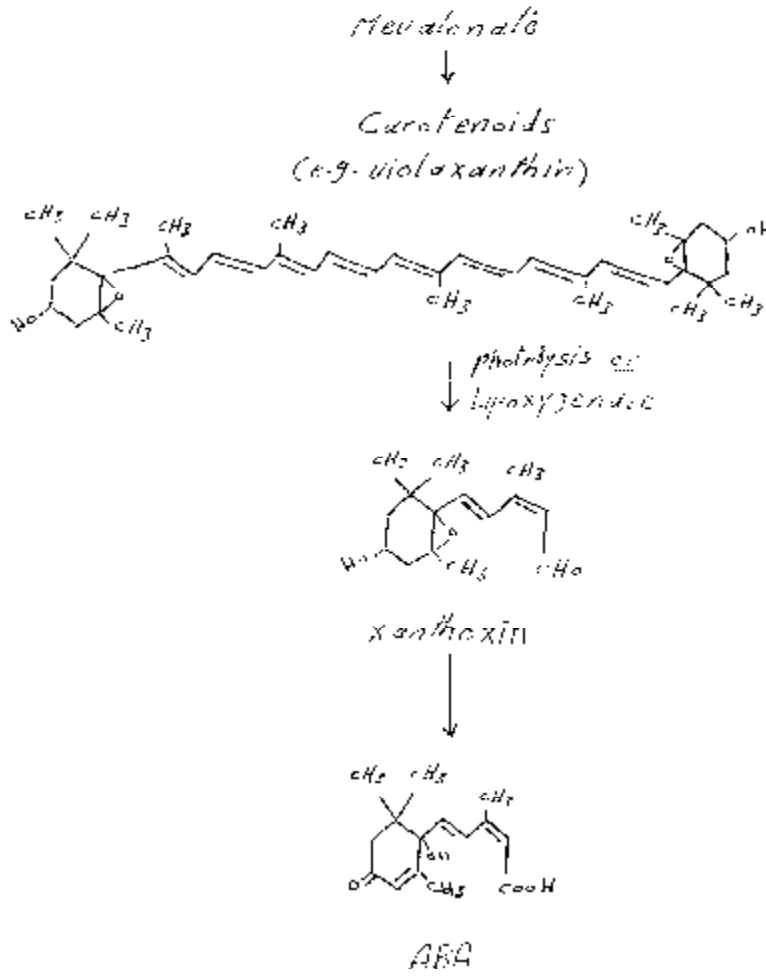


المسار المقترح للتخليق الحيوي لحمض الأبسيسيك ABA
من الميفانويات (Milberrrow, 1974)

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

الاساتذ

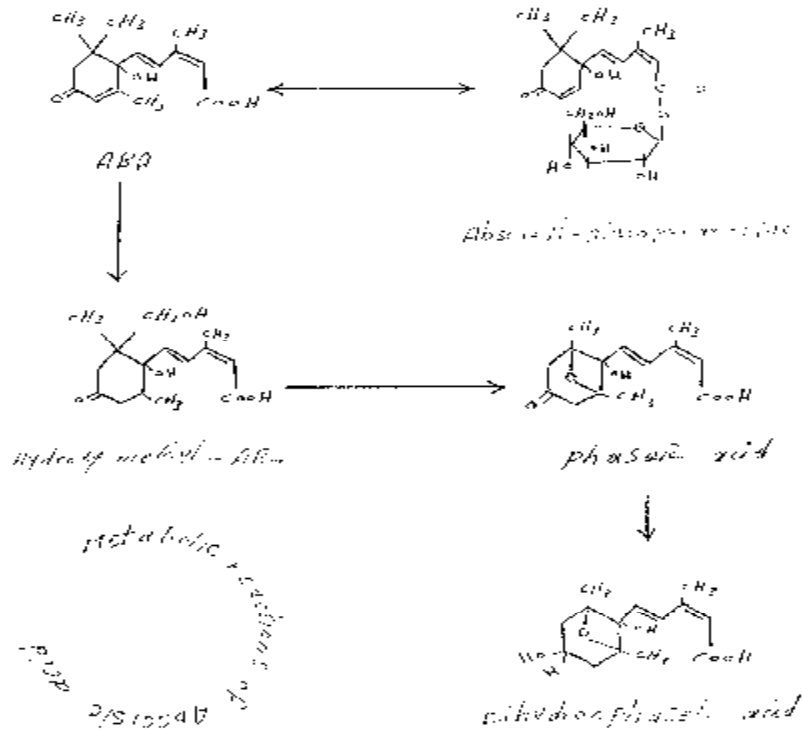


المسار المقترح لخطوات التخليق الحيوي

لحمض الأبسيسيك من الكاروتينويدات (Redrawn, 1976)

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة



٧١

Metabolic reaction – ٢

– تم حصر تفاعلات التحولات الغذائية لحمض الأبسيسيك في النباتات من خلال ٣ تفاعلات رئيسية أولها هو التحلل العكسي لإسترات الجلوكوز وتكوين abscisyl – glucopyranoside. أما

منظمات النمو والأزهار، الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

التفاعلات الأخرى منهما تكوين الصور المؤكسدة لمركب phaseic acid والمركب dihydrophaseic وكلاهما مركبات غير فعالة وهذه المركبات تتكون من خلال المركب Hydroxy methyl - ABA

– من العلامات البارزة لسلوك حمض ABA من خلال تحولاته الغذائية في النبات زيادة محتواها الداخلي في النبات وخاصة في الأوراق في حالة تعرض النبات إلى أي ظروف stress (إجهاد) مثل : نقص العناصر – التبريق – حدوث أذى أو ضرر للنبات – الجفاف

– وزيادة ABA في هذه الحالات يؤدي إلى زيادة مقاومه النبات لظروف الإجهاد . وتحت هذه الزيادة لحمض ABA في خلال دقائق من بداية الذبول . وتزداد كميته ABA إلى حوالي عشره مرات قدر ABA في أوراق النباتات غير الذابلة . ولكن هذه الزيادة في ABA تنقص بسرعة عند إمداد النباتات الذابلة بالماء (عند الري). وكذلك لوحظ زيادة Dihydrophaseic acid و phaseic acid في النباتات الواقعة تحت ظروف الإجهاد.

– وكانت الزيادة في المحتوى من ABA في الأوراق الذابلة نتيجة لزيادة تخليق ABA حيويًا أكثر من إنسياب ABA من الصورة المرتبطة مثل ABA- glucose ester . ومفتاح التغيرات في التحولات الغذائية والتي تحدث أثناء التعطيش (Water stress) في أوراق البقوليات هي :

٤ - الإجهاد المائي يؤدي إلى زيادة في معدل ABA عن معدل Dihydrophaseic acid-phaseic acid

٥ - يزداد تركيز ABA وتصبح كميته تقريبا ثابتة.

٦ - عند إمداد النباتات بالماء ، ينخفض مستوى ABA وتعود حاله الإمتلاء للخلايا (Harrison and Walton,1975).

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

Milborrow (1974) ، شرح الدور التنظيمي لحمض ABA في الأعضاء النباتية المختلفة لنبات

Avocado كالاتي :

— في الأوراق العادية يوجد حمض ABA بنسبه منخفضة (20mg/Kg) بينما يصل المحتوى من

ABA إلى معدل مرتفع جدا في الأوراق الذابلة نتيجة لزيادة تخليقه حيويا ويصل محتواه إلى

2600mg/Kg

— في الثمار الناضجة يوجد بالطبع تركيز مرتفع من ABA (400-6000ug/Kg)

— في الجذور ، فإنها تحتوي بالطبع على محتوى منخفض من ABA (27mg/Kg) ولم يتأثر

المحتوى في الجذور بدرجة ملحوظة في حاله الذبول .

— أوضح العلماء أن تراكم ABA في الجذور النباتات المعرضة لنقص الماء ونقص مقاومه الجذور

لإمتصاص الماء ، فإن ذلك يعطى حماية للأوراق ضد الجفاف .

— Zeevuart (1977) ، أوضح بأبحاثه الأماكن التي يتم فيها تخليق ABA في الخروع . وأضاف

أن زيادة ABA تكون ناتجة عن تحلل كل من phaseic, dihydrophaseic acid في قمة الساق

والأوراق الناضجة وفي عصير اللحاء في كل من النباتات المعرضة وغير المعرضة للإجهاد

المائي. ولقد وجد نفس العالم، أن الإجهاد المائي يزيد من المركبات الثلاث السابقة.

— وعاده يحدث تراكم للمادة Dihydrophaseic acid وليس ABA في قمة الساق ،، وهذا دليل

على ظهور ABA في الحال وبسرعة والذي ينتقل في اللحاء .

— كذلك أجريت تجارب على الأوراق المفصولة سواء كانت أوراق ناضجة أو أوراق حديثه وتركت

لتذبل ، فلو حظ زيادة من حمض ABA في كليهما . ومعنى أن لكل منهما الكفاءة على تخليق

ABA حتى في مراحل النمو الأولى .

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

-:Physiological effects

* هذا الهرمون كغيره من الهرمونات له تأثيرات فسيولوجية في النباتات من أهمها :

1 – Stomatal regulation

– لقد عرف أن لحمض ABA دور هام ورئيس في تنظيم قفل الثغور وبالتالي فإنه يوفر ميكانيكيه الحماية ضد الإجهاد المائي . ولقد أجريت تجارب قديمه (عام ١٩٦٨) ثم عام ١٩٧١ لإثبات هذا الدور ، حيث تم رش ABA بتركيز منخفض (IUM) فأدى ذلك إلى نقص التنفس نتيجة لغلق الثغور وهذا يؤدي إلى الافتراض أن زيادة المحتوى الداخلى من ABA تلعب دورا في تنظيم غلق الثغور ، وذلك من خلال الأثير على العلاقات المائية للنبات .

– ولقد وجد أن الإستجابة للمعاملة الخارجية بحمض ABA تكون سريعة جدا ، فهي تؤدي إلى غلق الثغور في خلال ٩-٣ ق بعد المعاملة مباشرة وأجريت هذه التجربة على نباتات *Beta vulgaris*.

Zea mays, Rumex obtusifolia

– يعمل ABA على فقد الخلايا الحارسة لعنصر البوتاسيوم وكذلك فقها لحاله الإمتلاء ، وهذا يؤدي إلى غلق الثغور .

– ويجدر الذكر أن تنظيم الثغور يتداخل فيه عاملان مهمان وهما : تركيز ABA وتركيز CO_2 في الخلايا الحارسة. وتختلف إستجابة الخلايا الحارسة حسب إختلاف تركيز كل منهما ، فمثلا الإجهاد المائي يؤدي إلى زيادة تركيز ABA في الخلايا الحارسة وبالتالي فقدها لعنصر البوتاسيوم وحاله الامتلاء وهذا يؤدي إلى غلق الثغور . وتؤدي هذه الميكانيكية إلى حماية النباتات ضد الجفاف وفي هذه الحالة يزيد تركيز CO_2 والعكس يحدث إذا ما تم إمداد النباتات بالماء مره أخرى ، حيث ينخفض تركيز ABA في الخلايا الحارسة ويعود تركيز البوتاسيوم إلى حالته الطبيعية وكذلك حاله

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

الإمتلاء وينخفض تركيز CO_2 في الخلايا الحارسة وتنتفح الثغور ويؤدي ذلك إلى سهوله دخول CO_2 لأنسجه الورقة وبالتالي حدوث عملية البناء الضوئى.

Bud dormancy – ٢

— كان العالم Hemberg (1949) ، هو أول من أشار إلى العلاقة بين السكون فى براعم Potato tubers , Fraxinus وبين إحتوائها على تركيز مرتفع من مثبطات النمو . وقد تحصل العالم (1961) Kawasa على نتائج مشابهه فى تجاربه على أشجار البتيولا *Berula pubescens* ولاحظ أيضا تأثير النهار القصير (١٠ ساعات) والليل الطويل على تنشيط السكون فى البراعم كما فى الرسم التوضيحي التالى :

— فى الأشجار المعمرة يلاحظ أنه خلال دوره حياتها السنوية فإنه يحدث سكون للبراعم وخاصة فى نهاية الصيف وأثناء الخريف ثم يلى ذلك دخول الأفرع كليه أو الشجرة كلها فى دور السكون .
— ومن العوامل الهامة والمؤثرة والمتحكمة فى إحداث السكون فى البراعم أشجار المنطقة المعتدلة (الأشجار الخشبية)، طول النهار . ففى النباتات الخشبية الهامة سواء مغطاة البذور أو معراه البذور نجد أن النهار الطويل ينشط النمو الخضرى بينما النهار القصير يؤدي إلى توقف النمو ودخول البراعم فى دور السكون . وهذا التوقيت الضوئى والمؤدى إلى سكون البراعم ، أمكن ملاحظه أيضا فى النباتات الحولية (العشبية) . ويمكن القول أن المستقبل الضوئى فى هذه العملية هو صبغه الفيتوكروم ، والتي تتميز بالإستجابات المنعكسة لتعرضها للأطوال الموجيه Red/far وللتخصيص، فإن الأوراق هى المستقبل الحقيقى للضوء وقد تقوم الحراشيف البرعمية بإستقبال الضوء والتأثر به فى بعض الأصناف .

منظمات النمو والأزهار

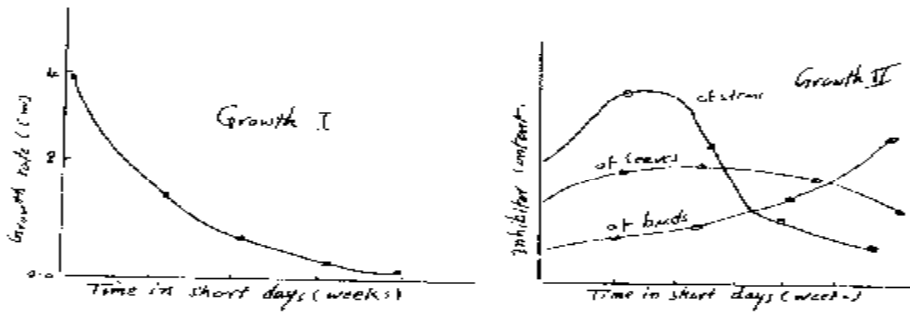
الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

- وفي تجارب Wareing على كل من *Betula Pabescens* , *Acer pseudoplatanus* وجد أن تعرض هذه الأشجار لفترة ضوئية قصيرة وليل طويل يعمل على دخول البراعم في طور السكون. ويمكن كسر طور السكون بتعريض النباتات لفترة نهار طويل وليل قصير دون المعاملة بالحرارة المنخفضة. ولقد وجد warieng وآخرون أن النهار القصير الذي يسبب السكون أدى أيضاً إلى زيادة المثبطات (مثبطات النمو) في الأوراق والبراعم.
- وحدث التثبيط في البراعم ودخولها في دور السكون نظراً لانتقال مثبطات النمو من الأوراق إلى البراعم. وأمكن إستخلاص هذه المثبطات وتم تعريفها والتأكد من أنها ABA. وفي بعض النباتات أمكن كسر طور السكون بالمعاملة بالجبريلين GA_3 إذا ما كان السكون بسبب التوافق الضوئي أو بسبب المعاملة الخارجية بحمض ABA.

منظمات النمو والأزهار

الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

البيانات من تجربة منسوبة لـ Kawasa (1961)



1. Induction of bud dormancy: I. by short days (10 h.) and long night (14 h.) in *Brachypodium pinnatifidum*, and correlated changes in growth inhibitor content. II. of leaves, stems and buds (Kawasa, 1961).

٧٤

من هذه التجارب ، أمكن التأكد من أن ABA يتداخل ، وله دور كبير في تنظيم دورة النمو والسكون. كما أوضح Wareing أيضاً أن الدورة السنوية لنمو وسكون البراعم يتم تنظيمها عن طريق حدوث إتران بين المحتوى الداخلى من مثبطات النمو والجبريلين. ويحدث السكون فى بعض الحالات إذا زاد المحتوى الداخلى من ABA وإنخفض مستوى GA_3 . والعكس صحيح لإنعكاس هذه الظاهرة والخروج من دور السكون.

منظمات النمو والأزهار، الاستاذ الدكتور / محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الأستاذ الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

وكل ما سبق شرحه نحو تأثير النهار القصير على حدوث السكون لا ينطبق في كل الحالات حيث أن تعرض بعض الأشجار لظروف النهار القصير لا يسبب زيادة المحتوى من ABA.

٣ – Seed dormancy

– قد يحدث سكون في بذور معراة البذور أو مغطاة البذور بعد النضج ولا تنبت حتى إذا تم توفير جميع شروط الإنبات من رطوبة وحرارة وإضاءة. وقد تم حصر أسباب السكون في البذور في عدة حالات منها:

- عدم نفاذية قصرة البذرة للماء والهواء.
 - عدم نضج الجنين.
 - الحاجة إلى التخزين فترة بعد النضج (after ripening).
 - المقاومة الميكانيكية لقصرة البذرة.
 - وجود مثبطات سواء في قصرة البذرة أو التركيبات المساعدة أو وجود المثبطات في اللحم المحيط بالبذرة كما في الثمار اللحمية الطازجة.
 - إحتياجات ضوئية خاصة أو عدم حاجتها للتعرض للضوء.
 - الإحتياج لدرجة حرارة منخفضة (صفر – ١٠م) مع التعرض للرطوبة (Chilling).
- وتسمى هذه العملية Stratification.

– وقد أمكن كسر طور السكون للبذور الناتجة من الأشجار الخشبية النامية في المنطقة المعتدلة وذلك بإجراء عملية Stratification.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

— وفي تجربة أجراها العالم (1968) Sendheimer على نوعين من *Fraxinus* الأول يتبع المنطقة المعتدلة وهو *F. Americana* والثاني يتبع منطقة البحر المتوسط. ويحتاج النوع الأول إلى إجراء عملية Stratification نظراً لدخول بذورة في دور سكون، بينما لا يحتاج النوع الثاني هذه المعاملة . وأثناء الإنبات لوحظ الآتي:

	Biological material	Germination %	ABA content (ug/1000 seed or pericarps)
1- <i>F. Americana</i>	1- Dormant seeds	0.3 %	11.0
	2- Chilled seeds	70 – 95 %	3.3
	3- Pericarp from dormant samara	-	24.0
	4- Pericarp from chilled samara	-	15.0
II- <i>F. Ornus</i> لا يحتاج للـ chilling	1- Seed	75 %	2.6
	2- Pericarp	-	1.6

— وأثناء عملية chilling (Stratification) لبذور النوع *F. americana* لوحظ انخفاض المحتوى من ABA في Pericarp بنسبه ٣٧% بينما أنخفض في البذور بنسبة ٨٦%. وأن محتوى ABA في البذور بعد إجراء عملية chilling يعتبر مماثلاً للمحتوى من ABA في بذور *F. ornus* وهو معدل منخفض.

— وبالتالي يمكن القول أن ABA له دور منظم في عملية إنبات البذور. وأقر العالم Sondheimer أن ABA ليس هو الهرمون الوحيد المتحكم في عملية الإنبات ولكن من المحتمل وجود هرمونات

منظمات النمو والأزهار، الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أستاذ فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

أخرى مؤثرة فى عملية الإنبات ونمو بادران *F. americana* فمثلاً وجد نفس العالم أن المعاملة الخارجية بالجبريلين أدت إلى إبطال مفعول أو إلغاء مفعول ABA فى عملية الإنبات عند معاملة البذرة به. ولكن فى هذه الحالة فإن نمو الأوراق وكذلك معدل تخليق الكلورفيل كان أقل من النباتات غير المعاملة.

— وعند معاملة تلك النباتات بالكينتين Kinetin فى خليط مع GA ، فإن ذلك أدى حدوث نمو طبيعى للأوراق ومحتوى عادى من الصبغات وذلك فى النباتات التى سبق وأن عوملت بحمض ABA . ولكن يجب معرفة أن Kinetin منفرداً ليس له المقدرة على إحباط أو إنعكاس تأثير ABA على الإنبات وكذلك وجد أن إنبات البذور غير الكامنة أو التى ليست فى دور سكون عند معاملتها بحمض ABA.

— ولقد وجد (Redrawn 1967) فى تجاربه على بذور نبات *Corylus avellana* التى تحتاج إلى Stratification كى تنبت بذورها، زيادة المحتوى من GA الداخلى فى البذور بعد إجراء عملية Stratification ولذلك فلقد أمكن الإستغناء عن إجراء هذه العملية. وعلى ذلك فإن معاملة البذور مباشرة بالجبريلين، يعمل على تعويض البذور الحاجة لعملية chilling.

— وفى تجارب على مادة 1618 Amo، وهى مادة مثبطة لتخليق GA₃ ، وجد أنها تؤدى إلى إبطال مفعول عملية chilling .

— وعلى ذلك فإنه يمكن تفسير كسر السكون فى البذور التى تحتاج إلى chilling عن طريقين: الأولى هو نقص المثبط ABA ، كما فى حالة *F. Americana* ، والثانى فهو زيادة المنشطات كالجبريلين، كما فى حالة *Corylus avellana* وقد يحدث التغيير فى الإثنين معاً فى بعض الحالات الأخرى.

منظمات النمو والأزهار

الاسناد الدكتور/ محب طه صقر أسناد فسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة

– ومن المعروف أيضاً أن ABA يثبط الإنبات في العديد من بذور النباتات الحولية الأخرى. فمثلاً وجد العالم (Baleg 1960) ، أن حمض ABA يثبط تخليق إنزيم α - amylase في الأبيرون بذور الشعير خلال الإنبات، وهي العملية التي ينشطها GA_3 بينما يمكن إبطالها بتركيز منخفض جداً من ABA. كما يعمل ABA على تثبيط تخليق إنزيمات تحليل البروتينات، الريبونوكليوتيدات وربما جميع إنزيمات التحلل المائي، والتي يشجع حمض GA تخليقها في طبقة الأبيرون.

– كما أدى ABA أيضاً إلى تثبيط تخليق الأحماض الدهنية بشدة عند إنبات بذور الخروع.

– كما أوضح العالم (Van Overbeek 1967) ، أن حمض ABA يعوق تخليق DNA وكذلك RNA. ويمكن القول أن حمض ABA يطيل فترة السكون بتثبيط تكوين أنواع معينة من m-RNA ، وبالتالي تكوين بروتينات معينة.

٤ – Abscission :

– وجد العالم (Bornman 1967) ، أن حمض ABA ينشط عملية التساقط حيث يعمل ABA على الإسراع من تحلل الصفيحة الوسطى ومكونات الجدار الخلوي. وأيضاً يعمل ABA على سرعة تكوين وتخليق إنزيمات البكتينيز ، السليوليز والبروتيز.

– كما وجد العديد من العلماء (Sankhila, 1967 ، Sakr, 1985) ، أن المعاملة بحمض ABA تسرع من فقد الكلورفيل في الأوراق النباتية.

– كما وجد أن أوراق الموالح والتي تم رشها بحمض ABA صيفاً قد تساقطت.