

فسيولوجي

النمو في النبات : يعرف علي انه التغير غير العكس في حجم الخلية او العضو او كل الكائن الحي نتيجة لنشاط الأنسجة المرستيمية

مراحل النمو

- 1) **مرحلة الانقسام :** تتكون في هذه المرحلة خلايا جديدة بسبب انقسام خلايا خاصه تعرف بالخلايا المرستيمية حيث تظل بعض الخلايا الجديدة إنشائية ويتحول الباقي الى خلايا بالغه
- 2) **مرحلة الكبر في الحجم او الاستطالة :** يزداد حجم الخلايا نتيجة امتصاص الماء الذي يسبب تمدد الخلية ويكون معدل تمدد جدار الخلية اسرع من معدل تكون البروتوبلازم
- 3) **مرحلة التميز او التشكل :** يحدث في الخلية حيث تغيرات في شكلها اثناء زيادتها في الحجم او بعد اتمام الزيادة بحيث يتلائم الشكل مع الوظيفة التي تقوم بها الخلية

طرق قياس النمو

- 1) **تركيز العقارة:** انه كلما زادت درجه عقاره المحلول دل ذلك على زياده النمو و تستعمل في قياس النمو في البكتيريا والخميرة
- 2) **عدد الخلايا:** يتم عد الخلايا الموجودة في قطره من محلول النبات لعدده مرات ثم حساب المتوسط ويتم حساب عدد الخلايا الموجودة في مساحه واحد سنتي مربع
- 3) **الزيادة في الطول:** ويتم ذلك بالعين المجردة او المسطرة وتستعمل هذه الطريقة في حاله قياس نمو الساق والجذر
- 4) **الزيادة في المساحة:** تستعمل بكثره في الاوراق حيث يتم تقدير الزياده في المساحة في زمن معين ليكون ذلك دليل على سرعه نمو الورقة
- 5) **الزيادة في القطر او المحيط :** وتستخدم ماده في قياس زياده سمك الساق والجذر وتتم بقياس طول خيط يلتف حول المحيط
- 6) **الزيادة في الحجم:** تستخدم في قياس حجم الثمار وذلك بغمر الثمار في كاس مدرج به ماء و حساب كميته الماء المازح
- 7) **الوزن الجاف:** وذلك من خلال تقدير الوزن الجاف للعضو والنبات بعد التجفيف في الفرن في درجه حراره عاليه اقل من 100 درجة وتعد ادق طريقه لتقدير النمو
- 8) **الوزن الغض :** تقدير الوزن الرطب للعضو النباتي على فترات مختلفه

منظمات النمو

هي مركبات طبيعيه تنتج بواسطه النباتات او غير طبيعيه تنتج صناعيا وعند توفرها بكميات صغيره يكون لها تأثير منظم على العمليات الكيمياء الحيوية في النبات

وتشمل:- منشطات النمو و مثبطات النمو

تنقسم الى:-

1)منظمات نمو هرمونية : طبيعية تنتج بواسطة النبات

2)منظمات نمو غير هرمونية: صناعية او تركيبية

الهرمونات النباتية:- هي منظمات النمو تنتج بواسطة النبات و تنتقل من اماكن تكوينها الى الاماكن التي يظهر فيها تأثيرها ومثال ذلك اندول حمض الخليك

اولا: السيتوكينينات

هي من الهرمونات المنشطة للنمو وتلعب دورا اساسي في تحفيز انقسام الخلايا و تؤثر في عملية الشيخوخة والازهار والاثمار (في مراحل الانقسام الفسيولوجي)
مسؤوله عن عملية انقسام الخلايا (في مراحل الانقسام العادية)

انواع السيتوكينينات

طبيعية: وهي التي تنتج بواسطة النبات **مثل** الزيتين
صناعية: وهي التي لا تتكون في النبات ولكن يتم تخليقها من شريط دي ان اي **مثل** الكيتين

كفاءه السيتوكينينات

من المعروف ان السيتوكينينات يتكون من مركب ادينين مرتبط بي سلسله جانبية تتكون من خمس ذرات كربون
ماذا يحدث اذا تم اضافته شيء الى سلسله الجانبيه؟

1)الزيادة في عدد ذرات الكربون الموجودة في سلسله جانبيه عن خمس ذرات وجد انه يقلل من نشاط السيتوكينين

اذا تم اضافته مجموعه اكسجين وجد انه يقلل من كفاءته ايضا

اذا تم اضافته حلقة بنزين بالسلسله الجانبيه وجد انه يزيد من كفاءته ونشاطه

اذا تم عمل رابطه مزدوجة في سلسله الجانبيه وجد انه يزيد من النشاط ايضا

اذا تم اضافته سكر الريبوز الى الزيتين وجد انه يقلل من النشاط

اذا تم اضافته مجموعه ميثيل او مجموعة امين الى المركب وجود انه يقلل من الكفاءة اما اذا تم اضافته مجموعه هيدروكسيل للمركب وجد انه **يمنع نشاطه تماما**

فكره عمل هرمون السيتوكينين في تحفيز الخلايا

- عند انبات نبات على بيئة. صناعيه لكي يتم تحفيز عمليه انقسام الخلايا يتم اضافته هرمون السيتوكينين
- ومن الطبيعي ان الخلايا في غياب الهرمون تأخذ وقت اطول عنما في وجوده
- اي ان هرمون السيتوكينين يقوم بتقليل الوقت اللازم لانقسام الخلايا
- عند اضافته ماده من التي تقال لكفاءته تأخذ وقت اطول من الوقت الطبيعي لان المادة المضافة لم تساعد الخلايا في الانقسام
- إذا تم ايقاف نشاطه تنقسم المادة في وقتها الطبيعي لان المادة المضافة نشاطها متوقف

الخلاصة

- في وجود الهرمون ← تأخذ وقت اقل
- في تقليل كفاءته ← تأخذ وقت اطول
- توقف نشاطه ← تأخذ الخلايا وقتها الطبيعي

اماكن وجود وتخليق السيتوكينين

- توجد ← في الحبوب والثمار صغيره السن والبذور الغير ناضجا
- تخلق ← في القمم النامية في الجذور

ملحوظة:-

هرمون السيتوكينين والاوزين لهم ارتباط ببعض لتحفيز انقسام الخلايا بواسطه السيتوكينين اي انه من غير وجود هرمون الاوزين لن يتم تحفيز انقسام الخلايا بواسطه السيتوكينين بمفرده ويكون الاثنان بنسب معينه

كيفية انتقال السيتوكينينات

- تتكون في القمم النامية في الجذور ولكنها غير قابله للحركة
- تتحرك مع العصارة والتي تنتقل بواسطه الخشب الى اجزاء النبات المختلفة

كيف تم اثبات هذا؟

قاموا بحقن جذور النبات بهرمون البنزيل ادينين المشاع وقاموا بالكشف عنه فوجدوا مجموعه منه في الورق ومجموعه اخرى في الساق

وهذا اثبات ان السيتوكينينات تنتقل فعلا مع العصارة وفي ظاهرة الادماء عند قطع جزء من الساق وقاموا بالكشف عن العصارة الخارجة في عملية الادماء وجدوا نسبة من السيتوكينين

كيفية تكوين السيتوكينات

الطريقة الاولى: طبيعية داخل النبات

وجدت ان هناك انزيمات لها القدرة على تخليق السيتوكينين ومن هذه الانزيمات (شكل 32 ص 104)

الطريقة الثانية: صناعية خارج النبات حيث يتم معاملة شريط

tRNA المحتوى على سيتوكينين بواسطة محلول البرمنجنات حيث يتم تكسير السلسلة الجانبية ل tRNA يستخرج منها مجموعه الادينين (وهي واحدة من اهم السيتوكينينات)

كيفية هدم او تثبيط السيتوكينينات

1) الأكسدة الضوئية: مثل مادة الادينين التي يحدث لها اكسده ضوئية بواسطة انزيم زائتين او اوكسيديز وتتحول الي حامض اليوريك ثم الي اليوريا

2) اكسده ذره الكربون رقم 8: ويتم تكوين حمض اميني الجلايسين الذي يتحول الى سيرين

3) ارتباط السيتوكينين ب t RNA وبالتالي يفقد نشاطه

التاثيرات المختلفة للسيتوكينينات على النبات

1) انقسام الخلايا : يعتبر هذا اهم تأثير للسيتوكينينات على النبات الا ان التجارب اوضحت انه لابد من وجود الاثنين معا لكي يحدث انقسام الخلايا وعنده اضافته الاوكسين منفردا يسبب كبر في الحجم الخلايا فقط دون انقسام وعند اضافته السيتوكينين منفردا لا يسبب انقسام الخلايا.

2) اسطاله الخلايا : يؤثر السيتوكاينين على الاستطالة العرضية للخلايا فقط اما الاستطالة الطولية يتحكم بها الاوكسين والجبرلين

- تسبب المعاملة بالسيتوكينين كبر في حجم الخلايا في اوراق النبات العادية وايضا الاوراق الخلفية ل بذور الفجل

- معاملة النبات العادي بالسيتوكينين تثبط النمو الطولي للجذر واتساق وزياده سمك هذه الاجزاء

3) تكوين البلاستيدات الخضراء :

ا- تتكون البلاستيدات **الغير مكتملة** في وجود الضوء ولا تتحول الى بلاستيدات عادية الا بعد اضافته السيتوكينين

ب- تتكون البلاستيدات **البداية** عند وجود السيتوكينين وغياب الضوء

مما سبق يتضح ان تكوين البلاستيدات الخضراء لا يتم الا بحدوث تفاعل بين السيتوكينات والضوء

4) الازهار وتحديد جنس الزهرة :

ا- لا يعتبر للسيتوكينين دور في تنشيط الاظهار ولكن توجد بعض الشواذ

ب- يمكن ان تؤثر في بعض الحالات على جنس الزهرة يمكن ان توجد ازهار وحيدة الجنس مذكره نتيجة معاملتها بالسيتوكينين تتكون مبايض وتصبح الظهر خنثى

(5) تكوين الثمار والبذور : تعمل السيتوكينينات علي استحثاث خلايا المبيض على الانقسام والاستطالة ولذلك نمو المبيض وتحوله الى ثمره يكون في المراحل الاولى على الاقل عائد الى السيتوكينينات خاصه وان أمكن اثبات ذلك :

ووجد ان الثمار اثناء تكوينها و خصوصا في المراحل الاولى تحتوي على تركيز عالي من السيتوكينين ومثال ذلك القطن و التفاح وايضا وجد ان انسجه الثمار الصخرية لا تنمو على البيئات الصناعية الا في وجود السيتوكينين

(6) فتح الثغور : يؤثر السيتوكينين بدرجة بسيطة على فتحت الثغور الفتحات الصغيرة الموجودة في بشره النبات والتي تخلصوا من الماء الزائد اين تتأثر بشكل كلي بهذا الهرمون (يعني يساعد على فتح الثغور)

ثانيا: الاوكسينات

الحالات التي يوجد عليها الاوكسينات

(1) الاوكسين الحر : هو عباره عن اوكسين قابل للانشطار ولا يوجد مرتبطا باي مركبات اخرى ولا ينتشر في جميع الاتجاهات هل ينتقل انتقال قطبي في اتجاه واحد فقط

(2) الاوكسين المقيد او المرتبط : وهو عباره عن وجود بعض الاوكسينات مرتبطة بمكونات الخلية ولذلك تكون غير قابله للانشطار ولا بد من سحق العضو النبات المراد استخلاص الاوكسين منه

انواع الاوكسينات

- **اوكسينات طبيعية :** وهي التي تتكون وتنتزع في النبات مثل اندول حمض الخليك
- **اوكسينات تركيبية :** وهي التي يتم انتاجها صناعيا ومنها

مشتقات الفينوكس - مشتقات الاندول - مشتقات حامض البنزوك - مشتقات حامض البيكولينك

اماكن تكوين وتخليق الاوكسينات

من المعروف ان الاوكسينات تتكون في القمم النامية في الأنسجة الميرستيمية ومناطق استطاله الخلايا على وجه الخصوص ومثال ذلك القمه النامية للساق والغمد الريشية والاوراق الصغيرة والبراعم الخضرية والزهرية

كيفية تخليق وتكوين اوكسين اندول حمض الخليك

تحتوي النباتات على احماض امينية كثيره منها تريبتوفان ويعتبر هذا الحامض المركب الاصل الذي يتكون منه اندول حمض الخليك IAA وذلك عن طريق تفاعلات انزيمية ينتج عنها مركبات وسطية ومنها يتكون IAA

يتحول التريبتوفان الي اندول بيرفيك اسيد وذلك بواسطة عملية اعطاء الاوكسين واخذ NH3

طرق تثبيط فاعلية الاوكسين "اندول حمض الخليك"

1) الأكسدة الضوئية : عند امتصاص جزيئات IAA الأشعة فوق بنفسجية يتحول IAA الي اندول حامض الكربوكسيليك ويتم ذلك عن طريق صبغات متخصصة منها صبغة الريبوفلافين لذلك فانه تعريض محلول IAA نقي وبه جزيئات صبغة الريبوفلافين التي تعمل كمستقبل للضوء مما يؤدي الي أكسدة الاوكسين

2) الأكسدة الانزيمية : يتم اكسدة الاوكسين بكفاءة عالية بواسطة انزيم اكسيديز اندول حمض الخليك حيث يعمل هذا الانزيم على استهلاك الاوكسين وتحويل اندول حمض الخليك الى عدة مركبات مختلفة ويحتاج هذا الانزيم الى ايون المنجنيز ومركب فينول احادي

كيفية انتقال اندول حمض الخليك

تنتقل الاوكسينات انتقالا قطبيا في اتجاه واحد فقط من اعلى الى اسفل و ذلك ليس له علاقه بالجاذبية الأرضية وانما يرجع ذلك الى عوامل فسيولوجية عديدة

الوظائف الفسيولوجية للاوكسينات

1) استطالة الخلايا : من المعروف ان الاوكسينات سبب استطالة الخلايا وكبارها في الحجم حيث يؤثر على الجدار الخلوي وجد ايضا ان لها تأثير على تكوين mRNA وبالتالي تأثيرها غير مباشر على تخليق البروتين

2) انقسام الخلايا : من المعروف ان الاوكسينات تأثيرها الرئيس وهو على استطالة الخلايا وقد يكون لها تأثير ايضا في انقسام الخلايا **ودليل ذلك:**

ا- انهم وجدوا عند غمر اورش العقل الساقية او الورقية بمحلول اندول حمض الخليك يؤدي الى تشجيع تكوين الجذور العرضية على العقل الساقية

ب - تنتقل الاوكسينات من البراعم والقمم النامية وتنتقل قطبيا الى اسفل في مكان الالتحام بين الاصل والطعم لا تساعد على تكوين وتشكيل خلايا الأنسجة الوعائية.

(3) السيادة القمية : تحدث في ذوات الفلقتين حيث تجد ان البراعم الطرفية يكون نشط ويمنع نمو البراعم الابطي الموجود اسفل المسافة ما وعند ازاله القمم النامية نجد ان البراعم القبطية الساكنة الموجودة اسفله تنمو في تتابع هرمي و تقوم بمعالجه الانولين بتنشيط نمو هذه البراعم كما كان يحدث اثناء وجود البرعم الطرفي

(4)سقوط الاوراق والازهار والثمار :

ا- تأخير سقوط الاوراق : من المعروف ان الاوراق الحديثة تحتوي على نسبة اوليه من الاوكسينات وتقل هذه النسبة بتقدم هذه الاوراق فى العمر حتى تصل الى مرحله الشيخوخة ويتأخر سقوط الاوراق عند رشها بالاوكسينات الصناعية

ب - تأخير الازهار : يلجأ المزارعون الي تأخير موسم الاظهار خوفا من تقلبات الجو وذلك من خلال رش النبات قبل ٣ أسابيع ببعض الاوكسينات الصناعية مثل نفتالين حامض الخليك :التزهير ب ٢

ج - منع سقوط الثمار : يلجأ مزارع الفاتحة الى استعمال الاذينات الصناعية مثل محلول D-2.4-نفتالين حمض الخليك وذلك للحد من تساقط الثمار الصغير غير كامله النضج

(5)الانتحاء الارضي

عند انبات البذور اين كان وضعها فنجد دائما ان الجذير الى اسفل "موجب الانتحاء الارض "

والساق تنمو تلقائيا الى اعلى " سالب الانتحاء الارضي "

هو سبب في ذلك نمو الهرمونات وعلى وجه الخصوص الاوكسينات

الإثيلين أو الهرمون الغازى

عبارة عن غاز هيدروكربوني بسيط غير مشبع (C_2H_4) خفيف نسبياً ووزنه الجزيئي 82 ، عديم اللون وذو رائحة تشبه رائحة الايثر ، سهل الاشتعال ويساعد على الاشتعال ، ويعد غاز الأثيلين من أبسط التراكيب الكيميائية من بين كل منظمات النمو النباتية ، وعلى الرغم من اكتشافه قبل فترة طويلة نسبياً إلا أن هذا الغاز قد أعد حديثاً كهرمون نباتي وهو المنظم الوحيد الذي يوجد في الحالة الغازية عند جميع درجات الحرارة والضغط في النبات .

نبذة عن اكتشاف غاز الأثيلين

في عام 1864 ، وقبل اكتشاف المصباح الكهربائي أستخدم غاز الأثيلين المنتج من تقطير الفحم الحجري والفحم الخشبي في انارة مصابيح الغاز داخل المدن والعواصم الكبرى في أوربا . وفي احدى المدن الألمانية حدث تسرب غاز الأثيلين المستخدم في الانارة بالقرب من بعض الأشجار المورقة ، وبعد عدة أيام تحولت الأوراق الياضعة إلى أوراق ذابلة مصفرة وفاقدة لحيويتها وظهر علامات الشيخوخة المبكرة وسقوطها دفعة واحدة قبل اكتمال أطوار النضج الفسيولوجي لها وأصبحت الأشجار عارية الأوراق تماماً .

أثناء الفترة بين 1876-1926 اكتشف العلماء الروس أن غاز الأثيلين يسبب أضراراً بالغة للنباتات المختلفة عندما تتعرض لأبخرته مسبباً تقزم سيقانها مع زيادة سمكها ومشجعاً نمو خلاياها أفقياً .

وفي عام 1934 أعلن العالم Gane عن وجود غاز الأثيلين في داخل الأنسجة النباتية خلال مراحل النمو للنباتات الراقية، وهذا الغاز تقع عليه المسؤولية في سرعة نضج الثمار وهي ما زالت متصلة بالأشجار قبل عملية القطف . وفي منتصف هذا القرن ، قامت بعض الدول الأوروبية بالعمل على تسليط غاز الأثيلين ودفعه إلى حبرات تخزين ثمار التين الأخضر غير الناضج مما يؤدي إلى سرعة النضج خلال أسبوع أو أكثر وتصبح صالحة للأكل والاستهلاك البشري

أثبت العالم Burg عام 1962 أن غاز الأثيلين يمثل مركباً عضوياً تنتجه جميع النباتات الراقية طبيعياً كما يعتبر أحد الهرمونات النباتية بالرغم من صورته الغازية وكميته الضئيلة جداً . كما أن هذا الغاز يتميز بالفعالية الحيوية والنشاط الفسيولوجي نتيجة تقزمه للساق وتنشيطه لتكوين الجذور العرضية وعدم تساقط الأزهار وسرعة نضج الثمار لجميع أشجار الفاكهة المختلفة.

المصادر الطبيعية

- يوجد الاثيلين فى كل من البكتريا والفطريات والنباتات الراقية
- يوجد بنسب عالية فى النبات تحديدا فى المناطق المرستيمية والعقد الساقية العلوية وبنسب منخفضة فى السلاميات
- تزداد انتاجية غاز الاثيلين فى كل من الاوراق والازهار عندما تصل الى مرحلة الشيخوخة وكذلك اثناء مراحل نضج وتسوية الثمار

العوامل التى تؤدى الى تنشيط انتاج غاز الاثيلين فى النبات

1- الجروح الميكانيكية

تنتج الجروح الميكانيكية نتيجة لكسر احد الافرع نتيجة العمليات الزراعية المختلفة مثل العزيق والخف وغيرها مما يؤدى الى سرعه فى تكوين وانتاج الايثلين فى منطقة الجرح

2- الاصابة الحيوية

جميع الاصابات الميكروبية الناتجة عن بكتريا أو فطريات ينتج عنها جروحاً فى النبات مما يؤدى إلى تكوين الإيثلين فى الأنسجة المصابة

3- الجفاف

جميع النباتات التى تنمو فى المناطق الجافة وشبة الجافة والمعرضة إلى خطر العطش تظهر نسباً عالية من هرمون الايثلين

4- الأراضى الثقيلة

تعرف التربة الثقيلة بانها التربة ذات الحبيبات المنضغطة ومتماسكة القوام طبيعيا . وجدا ان النباتات التى تنمو فى التربة الثقيلة تكون بادراتها صلبة ذات خطاف صلب وسميك وذلك نتيجة تكون هرمون الايثلين والذى يكسبها هذه الطبيعة حتى تستطيع اختراق التربة بسهولة.

5- سوء تخزين الثمار

اذا تم تخزين الثمار فى ظروف سيئة من التهوية ودرجة الحرارة وكذلك الرطوبة وخصوصا فى بعض الانواع مثل الموز والتفاح والكمثرى يتم انتاج هرمون الايثلين بكثرة فى انسجة هذه الثماؤ والذى يؤدى بدوره الى فساد هذه الثمار

6- المواد الكيميائية المضافة

تؤدى مبيدات الحشائش والمبيدات الحشرية وكبريتات النحاس $CuSO_4$ وغاز الازون الى ارتفاع نسبة هرمون الايثلين داخل النبات

7- درجة الحرارة

كل نبات لة درجة حرارة مثلى عندها يحقق اعلى انتاجية وكفاءة اذا انخفضت اوارتفعت هذه الدرجة يؤدى ذلك الى تحول الحمض الامينى ميثونين الى هرمون الايثلين

8- الضوء

ينشط تكوين هرمون الايثلين فى الظلام عن الضوء فا بالتالى عند نمو بعض النباتات فى الظلام فوجد انها تحتوى على نسبة عالية من هرمون الايثلين وعند تعريضها للضوء مرة اخرى فان هذه النسبة تنخفض

مضادات الايثلين

ثاني أوكسيد الكربون CO_2 يقلل من نشاط وفاعلية الايثلين ومن أفضل الأمثلة على ذلك هو تخزين الثمار في جو ثاني أوكسيد الكربون بنسبة مرتفعة نسبيا سبب حفظها طازجة أطول مدة ممكنة وعند ازالة ثاني أوكسيد الكربون في الجو بامتصاصه في محلول هيدروكسيد البوتاسيوم فانه يحدث نضج سريع للثمار نتيجة لزيادة

نشاط الأثيلين لذلك يمكن اعتبار غاز ثاني أكسيد الكربون مضاد للأثيلين. كما وجد أن رش المجموع الخضري بواسطة نترات الفضة يمنع حدوث الكثير من تأثيرات الأثيلين على النبات مثل تثبيط النمو والشيخوخة وتغيير الجنس وتأثيرها غير السام وميكانيكية عملها غير معروفة .

انتقال هرمون الإثيلين

لكون الأثيلين عبارة عن هرمون في حالة غازية وذو وزن جزيئي صغير فانه ينتقل داخل النبات بسهولة وحرية ومما يزيد سرعة انتقاله وتخلله لأنسجة النبات أنه قابل للذوبان بالماء علاوة على ذلك فانه قابل للذوبان بدرجة أكبر في الدهون ، كما وجد أن حركة الأثيلين تماثل حركة ثاني أكسيد الكربون في النبات. تكون حركة الأثيلين داخل أنسجة النبات عن طريق المسافات البينية ولقدرته الكبيرة على الذوبان بالماء فانه ينتقل بواسطة الماء المنتشر ، كما إن لقدرته العالية جداً في الذوبان بالدهون فيمكن أيضاً أن يتخلل الخلايا ويخترقها بسهولة لأنه يخترق الغشاء البلازمي للخلية بسهولة من خلال قابليته للذوبان في الدهن .

ميكانيكية عمل هرمون الإثيلين

تتخصص ميكانيكية عمل هرمون الإثيلين في ثلاث نظريات هي:

- 1- أن الإثيلين يهاجم بعض مواقع البروتين في الخلية وهذه المواقع يكون لها دور في العملية التنظيمية في الخلية.
- 2- يظهر نشاط الإثيلين من خلال مهاجمته لطبقات الأغشية في الخلية مؤثراً على نشاطها بالتغيرات أو بالإفساد.
- 3- أن للإثيلين دور في تنظيم العمليات الحيوية في الخلية من خلال تأثيره على RNA وبالتالي على نظام تخليق البروتين وبعض الإنزيمات.

النظرية الأولى (metal adsorption theory)

ترتكز هذه النظرية على:

- التغيير في النشاط الحيوي كما يحدث في حالة إدمصاص الغاز (الإثيلين) على أسطح المعادن الثقيلة مثل الفضة والنحاس والزنك الموجود في تركيب البروتين.
- مهاجمة الإثيلين للمعادن الثقيلة أمكن تثبيطه بواسطة غاز CO_2 حيث يتداخل فعل غاز CO_2 مع نشاط غاز الإثيلين.
- النقص في كمية O_2 يؤدي إلى تثبيط فعل الإثيلين لأن الأكسجين هام جداً وضروري لأكسدة المعادن المستقبلية للإثيلين، هي موقع المهاجمة للإثيلين وهي موجودة بالبروتين.

النظرية الثانية: نقص نفاذية الأغشية الخلوية

- الإثيلين 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 للإثيلين تأثير أقل من مواد أخرى كثيرة على درجة نفاذية الأغشية.

النظرية الثالثة: التأثير على جهاز تخليق البروتين فى الخلية:

- الإثيلين يؤثر على نشاط RNA وبالتالى على نوع البروتين المخلق وخاصة تكوين ونشاط أنواع معينة من الإنزيمات ولوحظ زيادة نشاط إنزيم البيروكسيديز. وبالتالى أمكن إثبات دور الإثيلين فى زيادة إنتاج انزيم البيروكسيديز

التأثيرات الفسيولوجية لهرمون الإثيلين

أثبتت الدراسات العلمية الحديثة أن غاز الإثيلين يلعب دوراً هرمونياً يقوم بتنظيم النمو وتميز الأنسجة النباتية مثل باقى الهرمونات الطبيعية مثل الأوكسينات والجبرلينات والسايوكينينات لذلك توجد بعض الوظائف الحيوية والفعالية الفسيولوجية لنشاط غاز الإثيلين والتي يمكن تلخيصها كالاتي:

- **سرعة إنبات البذور :** يلعب غاز الإثيلين دوراً تنشيطياً لنمو الأنسجة الجنينية وتكشفها إلى الأعضاء الرئيسية للبادرات مثل الجذير الذي يعطي المجموع الجذري والرويشة التي تعطي المجموع الخضري ، وثبت أن معاملة بذور الشعير بالإثيلين قد يؤدي إلى سرعة إنباتها.
- **كسر سكون البذور :** بذور التفاحيات متساقطة الأوراق مثل التفاح والكمثرى وبعض النباتات العشبية وخاصة الحشائش لا تنبت بذورها بعد حصادها مباشرة وإنما تحتاج إلى فترة طويلة لكي تنبت بعد زوال طور السكون بداخل أنسجتها الجنينية . ويمكن إنباتها بسرعة بعد انتشارها عندما تتعرض لغاز الإثيلين ويعزى ذلك إلى التغلب على فعالية المواد المانعة للإنبات بإزالتها أو فقد نشاطها بواسطة هذا الهرمون النباتي الغازي.
- **التزهير :** بعض النباتات يمكن زيادة سرعة تزهيرها وتشجيع تكوين براعمها الزهرية عندما تعامل خارجياً بـغاز الإثيلين ، وعند معاملة نباتات الأناناس بالأوكسينات تسبب الأزهار لأن الأوكسينات تشجع تكوين غاز الإثيلين والأخير يساعد على تكوين الأزهار.
- **ظاهرة سقوط الأوراق :** يلعب غاز الإثيلين دوراً حيوياً في سرعة سقوط الأوراق لجميع النباتات سواء كانت مستديمة الأوراق أو متساقطة الأوراق بينما معظم الأوكسينات مثل اندول حامض الخليك وبعض المواد الكيميائية غير الهرمونية مثل نترات الفضة قد تعمل على منع أو تأخير سقوط الأوراق.

تعتبر الجبرلينات من المواد المنشطة للنمو ويوجد أكثر من ٦٠ نوعاً من الجبرلينات وتختلف الأنواع فيما بينها من حيث عدد ذرات الكربون وكذلك وجود أو عدم وجود مجاميع (OH).

تم اكتشاف الجبرلين بواسطة العلماء اليابانيون حيث وجدوا أن الفطر *Gibberella Fujikuroi* وهو الطور اللاجنسي للفطر *Fusarium moniliform* المسبب المرضي للبادرة الحمقاء seeding Foolish في بادرات الأرز أو مايسمى (الرقاد) لان سيقان وأوراق النباتات المصابة بهذا المرض تنمو لدرجة كبيرة وشاذة فتبدو طويلة ونحيفة وأحياناً خالية من الثمار بسبب ماينتجه من إفرازات كانت غير معروفة إلى أن تم عزل الجبرلين وثبت أيضاً وجوده في النباتات الزهرية ويرمز لهذا الهرمون GA و الذي أعطى أرقاماً GA1,GA2,GA3... الخ ولكن أشهرها شيوغا هي GA3 ووجدوا أن سبب هذا المرض هو إفراز مادة الجبرلين. يتم تخليق الجبرلين في:

****الأوراق الصغيرة والحديثة للبراعم الطرفية**

****قمم الجذور والتي تعتبر مواقع لتخليق GA**

****البذور أثناء تكوينها .**

ينتقل الجبرلين في النبات ينتقل الجبرلين في اللحاء وبنفس ميكانيكية انتقال الماء وباقي المواد الناتجة من التحولات الغذائية كما ينتقل أيضاً في أوعية الخشب بسبب الحركة الجانبية بين النسيجين الوعائيين ، كما لوحظ أن الجبرلين لا ينتقل بطريقة قطبية كما يحدث في الأوكسين

بعض التأثيرات الفسيولوجية للجبرلينات:

1- تنشيط استطالة ونمو النباتات يؤدي GA تنشيط انقسام واستطالة الخلايا تحت القيمة مما يزيد من النمو الخضري خاصا النمو الطولي ولكن لمدة قصيرة يعقبها بطيء النمو ويستفاد منه في الحصول على قفزة سريعة في نمو حاصلات الخضر الورقية والعلف ونباتات الزينة المرباة في أصص.

2- تحلل الغذاء المدخر فى طبقة الأليرون أظهرت الدراسات أن معاملة طبقة الأليرون المفصولة بالجبريلين يسبب تخليق وزيادة فى نشاط انزيمات تحلل النشأ المخزون في الأندوسبيرم إلى مواد سكرية لازمة لنموه.

3- كسر طور السكون يؤدي GA إلى كسر طور السكون فى البذور وخاصة التى يرجع سبب سكونها إلى الاحتياج لدرجات الحرارة المنخفضة وبالتالي يمكن للجبريلين تعويض عملية التنضيد.

4- الأزهار والأثمار لوحظ أن GA يعوض النباتات ذات النهار الطويل والشتوية والتي تحتاج احتياجات ضوئية معينة والتعرض لدرجة حرارة منخفضة حتى تزهر. (تزهى نباتات النهار الطويل المعاملة به تحت ظروف النهار القصير أي انه يعوض تأثير النهار الطويل فقط).

5- الثمار اللابذرية فى بعض الحالات التى لا تستجيب للمعاملة بالأوكسينات للحصول على ثمار لا بذرية وخاصة الثمار التفاحية والحجرية فإن الجبريلين يعطى نتائج إيجابية جداً فى هذا الشأن.

تتشابه الفعاليات الفسيولوجية للجبريلينات مع تلك التى فى الاوكسينات فى بعض الحالات وتختلف عنها فى حالات أخرى فكل من الجبرلين والأوكسين يحفز استطالة الخلايا ونمو الثمار عذرياً وتحفيز الخلايا الكامبيومية على الإنقسام وبناء (RNA) والبروتين. ويعمل الجبرلين بصورة مضادة للأوكسين حيث أنه يثبط عملية تكوين الجذور على العقل بينما الأوكسين يحفز هذه العملية. وللجبريلينات تأثيرات وظيفية خاصة بها مثل تحفيز استطالة الساق للنبات الكامل وكسر سكون (كمون) البراعم والبذور .

التقرم الوراثي: Genetic Dwarfism:

إنّ التقرم الوراثي ينتج عادة عن طفرة فى أحد الجينات التى ربما تسبب إيقاف فى عملية بناء الجبرلين أو فى إظهار فعاليته. والنباتات المتقرمة وراثياً تنتج عند قصر السلامة وليس عند قلة عددها. فعند معاملة تلك النباتات بالجبرلين كما فى (الفاصوليا والبزالياوالباقلأ) تستطيل سلاميات هذه النباتات ويزداد عددها وتصبح مماثلة للنباتات الاعتيادية. أما تأثير الجبرلين على النباتات الاعتيادية فيكون ضعيفاً. يعتقد البعض بان التقرم الوراثي والذي يُزال بواسطة الجبرلين يرجع سببه إلى عدم وجود هورمون الجبرلين أو يتواجد بتركيز قليلة داخل تلك النباتات وهذا قد يعود إلى انعدام وجود أنزيم معين يؤثر على سلسلة التفاعلات المؤدية إلى بناء الجبرلين.

ويعتقد البعض بأنّ سبب التقزّم الوراثي في بعض النباتات يرجع إلى وجود زيادة في بعض مثبطات النمو وان الجبرلين يُضاد تأثيراتها عندما تعامل به تلك النباتات.

نمو الساق الزهري والتزهير: Bolting and Flowering:

يُلاحظ في بعض النباتات عدم توافق زمني بين نمو الأوراق واستطالة الساق فقد تنمو الأوراق بانتظام ولكن الساق يتأخر في النمو مكون ما يدعى بالشكل التوردي (Rosette). وإذا ما عُوملت مثل هذه الأنواع بالجبرلين وهي تحت ظروف غير ملائمة تبدأ السيقان بالإستطالة ومن ثم التزهير.

تثبيط الضوء لنمو الساق: Light inhibited stem Growth:

من الحقائق المعروفة أنّ النباتات النامية في الظلام تكون أطول من تلك النامية في الضوء لنفس النوع النباتي ويشير ذلك إلى أنّ الضوء يعمل على تثبيط إستطالة الساق. وعند معاملة تلك النباتات النامية في الضوء بالجبرلين لوحظ زيادة في استطالة سيقانها، والسبب قد يرجع إلى واحد أو أكثر من الآتي:

- 1- الضوء يخفض من تركيز أو نشاط الجبرلين الداخلي.
 - 2- إنّ الجبرلين يزيد من لدونة الجدران الخلوية وبالتالي إلى استطالة الخلايا. أما الضوء بصورة عامة والأحمر بصورة خاصة يثبط عملية تحول اللبنة الأولية للجبرلين -GA-Precursor.
 - 3- إنّ الضوء ربما يحفز تكوين مثبطات نمو تبطل عمل الجبرلين في استطالة الخلايا.
- وعلى العكس من ذلك فليس للضوء تأثير في بعض النباتات مثل الخروج حيث كان مستوى الجبرلين متساوياً في النباتات النامية في الضوء وكذلك تلك النامية في الظلام.

الجبرلين وإنبات البذور: Gibberellin and Germination:

وجد أنّ حامض الجبرلين يمكن أن يحفز أنزيم الاميليز في سويداء حبوب الشعير التي أزيل منها الجنين. وقد تبين بعد ذلك بأنّ طبقة الأليرون في السويداء عديمة الحساسية له. إنّ تحفيز الجبرلين للأميليز يشير إلى أنّ هذا الهرمون ربما يؤثر على بعض الجينات شأنه شأن الاوكسين، حيث يعتقد بأنّ الجينات المسؤولة عن بناء الأميليز تكون مثبّطة عند بدء عملية الإنبات وفي بداية

إنبات البذور فإنَّ هرمون الجبرلين الذي يتحرر من قبل الجنين وينتقل إلى خلايا طبقة الأليرون يزيل التثبيط عن الجينات المسؤولة عن عملية تكوين أنزيم الاميليز.

الفعل المتبادل بين الجبرلين والاكسين: Gibberellin and Auxin Interaction:

ينتشابه تأثير الجبرلين والاكسين في بعض الظواهر الفسيولوجية ومنها استطالة السلاسل والأغصان الورقية. عند وضع أجزاء من ساق لنبات معين حاوي على عدد من السلاسل في محلول أوكسيني وأجزاء أخرى في محلول جبرليني يلاحظ استطالة الأجزاء الموضوعة في المحلول الأوكسيني فقط. ولكن عند وضع بعض الأجزاء الساقية أو أجزاء غمدية في محلول يحوي كل من الاوكسين والجبرلين فإن استطالة تلك الأجزاء تكون كبيرة وأكبر مما لو كان المحلول حاوياً على الأوكسين فقط. يستدل من ذلك أنَّ تأثير الجبرلين يعتمد على وجود الأوكسين.

تشير بعض الأدلة بأنَّ الجبرلين يزيد في مستوى الأوكسين الداخلي بتأثيره أما على:

1. بناء الأوكسين

أو

2. عملية منع أكسدته. حيث يعتقد البعض بأنَّ حامض الجبرلين يؤثر على الأنزيم المؤكسد لل-IAA والمعروف بـ IAA-Oxidase وبالتالي إلى حماية ال-IAA من الأكسدة.

يلاحظ مما سبق بأنَّ الجبرلين والاكسين يؤثران بصورة مشتركة أو مستقلة اعتماداً على نوع النبات والظروف المحيطة التي ينمو بها النبات وكذلك على نوع الظاهرة الفسيولوجية.

((هرمون الجبرلين))

الجبرلين مجموعة من الهرمونات النباتية التي تنتجها الأوراق النباتية الحديثة والقمم النامية في الجذور والسوق. تتميز هذه الهرمونات باحتوائها على حمض الجبريليك الذي يحرض استطالة الخلايا النباتية وتكوين الثمار اللابذرية، وهو يتغلب على تقزم الساق الوراثي، ويزيد من إنتاج الأفرع الجانبية وخاصة الزهرية مما يزيد من عدد الأزهار والثمار فيزداد الإنتاج.

يصنع الجبرلين طبيعيا في النباتات الخضراء والفطر. ويمكن أيضا إنتاجه من النباتات الخضراء والفطر بوسائل معملية. اكتشف العلماء أكثر من 60 نوعا من الجبرلين، وأشهرها حمض الجبرلين.

ويمكن رش الجبرلين المجهز على أنواع معينة من النباتات لزيادة نموها. وعند وضع الجبرلين على نبات ماء، فإن الساق تنمو بشكل أسرع وأطول من المعدل الطبيعي. ويزيد الجبرلين أيضا من المعدل الذي يجعل النبات يزهر ويثمر. وله أيضا استخدامات تجارية، فمعالجة العنب بالجبرلين مثلا تنتج نوعا ضخما من العنب، ولذا يستخدمه المزارعون لزيادة إنتاجية العنب.

تطبيقاته الزراعية

كسر سكون البذرة الفسيولوجي دون الحاجة للتتضيد لتعويض الاحتياجات الضوئية مما يزيد من نسبة الإنبات وانتظامه واختصار مدته

تنشيط نمو البراعم الساكنة ويستفاد من ذلك في كسر سكون براعم درنات البطاطا حديثة النضج.

تنشيط انقسام واستطالة الخلايا مما يزيد من النمو الخضري (خاصة النمو الطولي) ولكن لمدة قصيرة يعقبها بطء في النمو ويستفاد منه في الحصول على قفزة سريعة في نمو محاصيل الخضر الورقية والعلف ونباتات الزينة المرباة في أصص

تزهّر نباتات النهار الطويل المعاملة به تحت ظروف النهار القصير أي أنه يعوض تأثير النهار الطويل فقط

تسرع المعاملة به من تقصير فترة الطفولة كما في الخرشوف والموز

يساعد على تكوين ثمار بكرية كما في الخوخ والمشمش والكمثرى والتفاح

يضاعف من حجم حبات العنب ويزيد طول حامل الحبات

يؤخر من اكتمال نمو ونضج الثمار وحدوث الشيخوخة مما يسمح بفترة تسويق طويلة في المشمش والخوخ والموز.

يزيد من نشأت خلايا النباتات مما يسرع في الحصاد. يزيد من نمو الساق كما يسرع من كبر حجم النباتات القصيرة .

يعمل علي تأخير شيخوخة النبات ويجعلها تحتفظ دائما بالأوراق، مما يجعلها باقية تنتج الثمار ويعود ذلك بفائدة علي الفلاح .

كما يحلل النشا الموجودة داخل النبات الي سكريات مما يجعل النبات يمتص السكريات بنسبه أكبر، مما تساعدنا ذلك علي النمو بصورة افضل واسرع .

وهو أيضا يعمل علي زيادة من الأسموزية الموجودة داخل الفجوة الخلوية، ويسبب ذلك الي انتقال الماء مما يجعل جدار الخلايا يقوي ويزيد الضعف.

أنواع الخضراوات والفواكه التي ترش بحمض الجبريليك:-

يستخدم في رش الكثير من أنواع الخضار حتي يسرع في النمو، مما يساعد في الريح الكثير ومنها. الخس والسبانخ والجرجير لتسريع من نموهم في الأرض. وأيضا يستخدم في رش الرز حتي يزيد من إنتاج المحصول وإنتاج فصائل جديدة من الرز الهجين. كما يستخدم لرش محصول البطاطا لتكبير حجم الحبة وسرعة الحصاد. كما يستخدم في رش حشيشة الدينار التي يصعب تميزها داخل الأرض. ويستخدم في رش الكرفس مما يجعل ساقية أطول ويعمل سرعة نموه. وهو أيضا من أفضل الهرمونات التي تستخدم لرش نباتات الزينة، فيساعدنا علي البقاء خضراء، كما يعمل علي كبر حجم الأوراق وسرعة نموها دون الحاجة الي عملية البناء الضوئي.يستخدم في رش العنب لتكبير حجم العنب لسرعة البيع. يستخدم في رش الليمون لإبقاء اللون الأخضر حتي لا يتحول الي الأصفر وبالتالي يجف. كما يستخدم في رش البرتقال لكبر حجمة وسرعة بيعه. يستخدم في رش الخوخ حتي يعطيه اللون الأحمر ويقومون ببيعه. وأيضا في رش اليوسفي و الموز لكبر الحجم وسرعة البيع. كما يستخدم لرش الفراولة لكبر حجمها وبقاءها أكثر وقت دون تلف.

أضرار حمض الجبريليك :-

الكثير من الأقاويل العلمية تقول، أن ذلك الهرمون يؤثر بالتسمم لكل من الأسماك والنحل، فإذا تم رش الهرمون علي نباتات مزهرة وقامت احدي النحلات باستنشاق الرحيق من تلك الأزهار، فإنها سوف تسمم وتموت في ذلك الوقت، كما حال الأسماك أيضا تتسمم منه من خلال رشه داخل المياه. وأكد الكثير من علماء الصحة بأن الإفراط في استخدامه يسبب الإصابة بمرض السرطان. كما حظر الكثير من علماء الطب ان الإكثار من استخدام المبيدات الحيوية والهرمونات يتسبب في الفشل الكلوي وأضرار جسيمة بالكلي. الكثير من المزارعين يستخدمون هرمون الجبريليك

حتى يستطيعون من تكبير حجم الثمار وتسريع نمو الخضراوات، حتى يستطيعوا بيع أكثر وربح أكثر مع أن الكثير منهم يعلم بأن ذلك يؤدي الي إصابة الإنسان بمرض الزهايمر.

الإرشادات التي يجب إتباعها للحفاظ علي اسرتك :-

يجب عليكم عدم شراء الفاكهة كبيرة الحجم ولا الخضراوات كبيرة الحجم،

عودوا انفسكم علي شراء الحجم المتوسط لأن ذلك الحجم لا يحتوي علي نسب هرمونات عالية .

ينبغي عليكم الحرص علي غسل الفاكهة والخضراوات جيدا بالماء قبل استخدامها.

احرصوا علي عدم شراء الفاكهة او الخضراوات زاهية اللون ولها لمعة.