وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تكريت
كلية الزراعة

منظمات النمو النباتية
(المورفاكتينات Morphactins)

مدرس المادة
ا.د. اديب جاسم عباس

المحاضرة الاولى

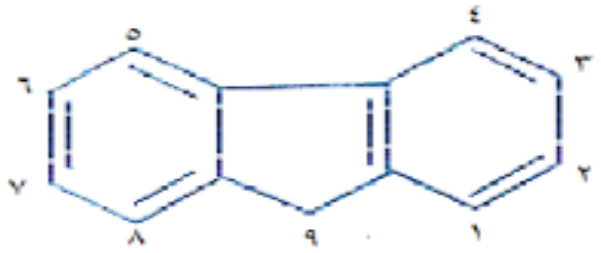
المقدمة

الاكتشاف:

تم اكتشاف هذه المجموعة من منظمات النمو النباتية من قبل (jonesواخرون,1954). حيث تمكنوا من استخلاص بعض مركباتها، ومعرفة تركيبها الكيمياوي وفي عام 1964م تمكن schneider من تخليقها، وبعض مشتقاتها في المعمل واستعمالها على مدى واسع ومعرفة آثارها الفسيولوجية. وافراد هذه المجموعة نشطة فسيولوجيا تسبب تركيزاتها المنخفضة الدقيقة تثبيط لنمو الساق مثل المعوقات ولكنها تسبب بالإضافة الى ذلك وعلى عكس ما تسببه المعوقات تغيرات (مورفولوجية وتركيبية شاذة في الاوراق والبراعم والازهار) والى تأثيراتها الشاذة سميت بالمصطلح مورفاكتينات.

ويعتبر العالم(1964) schneider اول الباحثين في اكتشاف الفعالية البيولوجية والتاثيرات الحيوية لمركبات المورفاكتينات والمتميزة بنشاطها المثبط للنمو حيث يؤدي استخدامها الى ضعف وتقزم سيقان النباتات المعاملة بها مصحوبا ببعض التغيرات والتحورات المورفولوجية و الكيميائية غير الطبيعية الشاذة سواء على الشكل الخارجي للأوراق او الازهار او الثمار وتنفرد مجموعة المورفاكتين عن باقي المثبطات الصناعية الاخرى في الظواهر السابقة لذلك اكتسبت تسميتها من المظهر المرئي للتحور المورفولوجي خارجيا والتغير الوراثي داخليا والذي يعرف بالتغير المورفولوجي الوراثي (Morphogenetically) كما تتميز مجموعة المورفاكتين بفاعليتها المانعة للالنبات ولتثبيط النمو وتقصير النباتات وكثرة التفرع الجانبي والغائها السيادة القمية لذلك تظهر التشوهات كونها تصيب المرستيم القمي وليس المرستيم تحت القمي كما تفعل المعوقات وتبدو على الاشجار والشجيرات المعاملة.

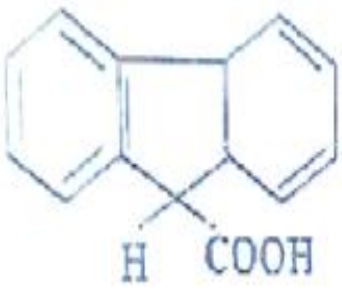
التركيب الكيمياوي



الفلورين

وعلاقته بدرجة النشاط :يمكن اعتبار المورفاكتينات Morphactins مشتقات الفلورين رغم ان الفلورين نفسه غير نشط فسيولوجيا يتركب من حلقتين سداسيتين يحصران بينهما حلقة خماسية كالاتي:

ويتحول الفلورين غير النشط فسيولوجيا الى مركب نشط فسيولوجيا إذا اضيف اليه أحد الشقوق الحامضية COOHاو استراتها على ذرة كاربون رقم 9. ويصبح أكثر وضوحا إذا اضيف مجموعة كحولية OH على ذرات الموضع وتعرف المركبات في هذه الحالة بالمورفاكتينات وهي نشطة فسيولوجيا .ويوضح ذلك التراكيب البنائية الاتية:



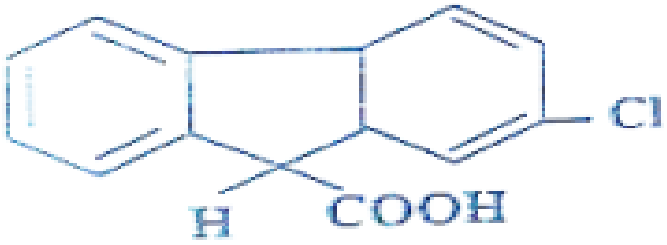
فلورين - 9 حامض الكربوكسليك

9 – hydroy florine – 9 – carboxylic acid

Fleurenol فلورينول

واهم مشتقات الفلورينول Fleurenol هو مركب

2-chloro-9 hydroxy florine-9- carboxylic acid وهوا كثر افراد هذه المجموعة نشاطا.



Chloro Fleurenol

ويمكن لمجموعة الكاربوكسيل في الجزيئ ان تتفاعل مع أحد الشقوق القاعدية او مع السكريات وفي هذه الحالة يتكون استرات الكلوروفلورينول وهي ايضا مركبات نشطة فسيولوجيا ويبدو في هذه الحالة عدم اهمية المجموعة الكاربوكسيلية كشرط اساسي من شروط اظهار النشاط .ففي عام 1960 تمكنت الشركة الالمانية Merck GERمن تخليق المركبات المختلفة من مجموعة المورفاكتين وهي كالاتي:

1/ المركب 9-فلورين كاربوكسيلك اسيد (Fluorene carboxylic-9-acid) وتأثيره البيولوجي ضعيف (FLUOREN).

2 / المركب 9-هايدروفلورين كاروبوكسيلك اسيد (9- hydrofluoren carboxylic acid) ويعتبر هذا المركب اكثر فعالية وحيوية عن السابق لاحتوائه على المجموعات الكيميائية النشطة التي تمثل الهيكل الاساسي للمورفاكتين ويطلق عليه مركب الفلورين (FLUORENOL).

3 / المركب 2-كلورو – 9-هيدروكسي الفلورين 9- مثيل الاستر كـــربوكسيلك اسيد ويطلق عليـــــــــــه مركـــــــب (2- chloro-9 -hydroxyfluorene-9- carboxylic methyl ester) الكلورفلورنيول(CHLORFLUORENOL) ورمزه (CFL) او (IT3456) واثبت العالم (Mohr

(1969, ان هذا المركب يتميز بالفعالية البيولوجية على النباتات احادية وثنائية الفلقات نتيجة استجابة نموها تجاه الجاذبية الارضية.

4 / المـركب 9-هيـدروكسي الفلوريـن-9-كـربوكسيـلك استر بيوتا يل

9 --hydroxyfluorene -9- carboxylic – ester butly واسمه التجاري **(ANITEN)** ويتميزعن المركبات السابقة بشدة فعاليته المانعة والمميتة للنمو لكثير من النباتات والحشائش البرية لذلك يستخدم على النطاق التجاري كمبيد حشائش.

الحركة والانتقال :

تتحرك المورفاكتينات بسهولة داخل النبات وتنتقل مع تيار النتح او مع العصارة في انسجة الخشب او اللحاء على الترتيب خلال الجذور والاعضاء الهوائية فاذا عومل النبات بها فأنها تدخل سريعا وبسهولة خلال الجذور او الأعضاء الهوائية المعاملة وتتحرك حركة استقطابية ونظامية خلال الخشب واللحاء على السواء وهي تميل الى التراكم والتجميع في الخلايا والأنسجة النشطة فسيولوجيا وخاصة مناطق الانقسام الخلوي ويبدو ان المورفاكتينات تتحلل بسهولة وتهدم داخل الأنسجة النباتية النشطة حيث تقاوم النباتات المعاملة مدى واسع من تركيز هذه المواد دون ظهور اي علامات للسمية وخاصة في النباتات العشبية وذوات الفلقتين واذا عوملت النباتات بهذه المواد عند حد السمية وهو تركيز مرتفع نسبيا مقارنة بمواد النمو النباتية الأخرى تأثرت الأعضاء الحديثة التكوين فقط وسرعان ما تستعيد النباتات قدرتها على النمو وبسرعة.

ويمكن التخلص من تأثير المورفاكتينات على النباتات كما يلي:

1 . اضافة الجبرلين GAs والذي يعمل على ازالة الفعالية المثبطة للإنزيمات بواسطة المورفاكتين.

2 . وجود السيتوكاينين CKs , حيث وجد ان بذور الخس والتي لا تنبت بوجود المورفاكتين يمكن ازالة تثبيطه الحيوي في وجود السيتوكاينين.

3.ان استعمال المورفاكتين تحت التركيزات المنخفضة جدا يؤدي الى تنشيط النمو واستطالة السيقان بعكس التركيزات مرتفعة المستوى من هذا المثبط الصناعي.

الدور الذي تلعبه المورفاكتينات في حيات النبات:

للمورفاكتينات تأثيرات متنوعة Miscellaneous على النبات نوجز اهمها فيما يلي :

أ. التأثير على الشكل الظاهري وتركيب النبات Effects structural and morphological

1/ الانبات ونمو البادرات Germination and seedling growth :

وجد ان مركبات المورفاكتينات تثبط من انبات بذور العديد من النباتات كما في الارابيدوبسس Arabidopsis نبات اذن الفار والخس كما تثبط من نمو وتطور جنين البذرة وتمييزها الى بادرة والتأثير التثبيطي أكثر وضوحا مع الجذير عنه في الريشة كما ووجد ان التأثير التثبيطي للمورفاكتينات يمكن الغاء تأثيره باستخدام الجبريلينات والالكينات في حالة الانبات كما يمكن تخفيفه جزئيا او كليا باستخدام الجبرلينات فقط في حالة البادرات وفي الحالة الاخيرة لم يكن للمعاملة بالاوكسينات او والالكينات اي أثر في هذا الشأن.

2/ نمو وتطور المجموع الخضري او الجذري: Growth shoot of and development and root system

تؤدي المعاملة بمركبات المورفاكتينات عند التركيزات المنخفضة جدا الى تنشيط نمو كل من المجموع الجذري والخضري كما في نبات الليف Luffa acutangula اما في التركيزات الاعلى بدءا من 1.0 جزء في المليون فهي تثبط من نموها وتطورها فتظهر الجذور والسوق في النباتات المتصلة قصيرة مع عدم تأثر عدد سلاميات الساق عكس اثر معوقات النمو ويظهر هذا التأثير بوضوح في النباتات ذات السيقان القرصية ويرجع هذا التأثير التثبيطي الى خفض معدل الانقسام الخلوي فتأثيرها يتركز في مناطق النمو والنشاط المرستيمية اي في المرستيم القمي وليس في المرستيم تحت القمي كمعوقات النمو والى ذلك ترجع التشوهات الظاهرة للمورفاكتينات, ومن الجدير بالذكر ان الاثر التثبيطي للمورفاكتينات يزول بعد فترة زمنية ويعود النمو الى طبيعته

لفقد فعالية المورفاكتينات مع الزمن كما يمكن الغاء تأثير المورفاكتينات او التغلب على تأثيرها جزئيا بإضافة الجبريلينات وليس بالاوكسين او باللكيني .ومركب المورفاكتين يثبط كليا او جزئيا من ظهور الجذور الجانبية في كثير من النباتات مثل البسلة وغيرها من ذوات الفلقتين وهو تأثير لا يمكن انعكاسه باستخدام اي من مواد النمو النباتية ولكن هذا الاثر يمكن ان يزول ايضا بعد فترة زمنية تختلف باختلاف النباتات وعمرها الفسيولوجي والظروف البيئية وقد يرجع الاثر التثبيطي لهذه المركبات الى التأثير على تنظيم انقسام الخلايا المرستيمية في منشأ الجذر فتأثيرها التثبيطي ينحصر على نشاط المرستيم التحت القمي.

3/ التغيرات المورفولوجية المتنوعة Morpholoical Miscellaneous: يتأثر الشكل الظاهري والتركيب التشريحي للنبات كثيرا عند المعاملة بالمورفاكتينات حيث تؤثر على منشآت المرستيم القمي فهو مركز تأثيرها عكس معوقات النمو التي تخلو تأثيراتها من الشذوذ المورفولوجية فتظهر المكونات الخضرية و الزهرية الحديثة التكوين بشكل ظاهري شاذ مقارنة بالشكل الطبيعي عند المعاملة بالمورفاكتينات ,ومن امثلة ذلك ظهور اوراق رقيقة ضعيفة مشوهة ملتفة انبوبية رفيعة منثنية الى الاعلى واذا كانت الاوراق محلاقية لايتكشف المحلاق بها كما في البسلة كما تنتفخ البراعم الجانبية وتتضخم بشكل مندمج فتبدو وكأنها ثمار قرنية.

وهذه الاعراض الشاذة تشبه الاعراض التي تسببها بعض مضادات الاوكسين اما الازهار فتلتصق فيها الاجزاء الزهرية بدرجات متعددة وقد تندمج الازهار معا كما يتغير الترتيب السواري للأجزاء الزهرية ولوحظ في النورات الهامة لعباد الشمس عدم تكوين الازهار الشعاعية flowers Ray واندماج كثير من الازهار القرصية flowers Diskوتتحول الشماريخ الزهرية الى تراكيب غضة رطبة تشبه ثمار الفاكهة الكاذبة .

ومن الناحية التشريحية وجد ان المورفاكتينات تثبط من عملية انقسام خلايا المرستيم القمي مع اختلال قطبتيها واستقطابها كما لوحظ تغير نمط وتوزيع خيوط المغزل فتنقسم الخلايا عشوائيا دون نظام ورغم ان الية ذلك غير معروفة بالضبط الا انه تبدو وهي السبب في تغيير شكل الاوراق والاجزاء الزهرية المتكونة من البراعم بصورة شاذة وغير كاملة التمييز وعدم تأثر الاوراق الكاملة النمو او البالغة المسنة المتكونة من قبل المعاملة ومن

الملاحظ ان النمو الشاذ الذي تسببه المورفاكتينات في الاوراق والاعضاء الزهرية لا يمكن انعكاسه باي نوع من مواد النمو النباتية.

ب. التأثيرات الفسيولوجية:

1/ تكوين الجذور العرضية Adventitious root formation

يتشابه تأثير المورفاكتينات على تكوين الجذور العرضية على العقل الساقية والورقية مع تكوين الجذور الثانوية الجانبية على الجذر الاصلي تحت تأثيرها فهي تحد كثيرا من تكوينها او ظهورها حتى عند التركيزات المنخفضة كاملة وان هذا التأثير التثبيطي لا يمكن انعكاسه بو اسطة الاوكسينات وقد يعارض ذلك مع اثرها التحفيزي على الانقسام الخلوي الا ان هذا التأثير الأخير يكون مقترنا باختلال استقطاب وتوزيع خيوط المغزل مما يتسبب عنه تشوه المشتقات الخلوية الناتجة عن الانقسام وعدم انتظامها في النمو حتى اذا ما تم تحفيز تكوين منشئ الجذر على العقلة فشل نموه الطبيعي وظهوره خارج العقلة المستخدمة وقد لوحظ هذه الظاهرة في كثير من العقل الساقية عند معاملتها بالمورفاكتينات مثل الكاليوس او السجاد حيث اظهر التركيب التشريحي نشأة مبادئ الجذر وفشل نموها خارج العقل.

2/ تأخير الشيخوخة واسراع التساقط: بالرغم من ان المعاملة بالمور فاكتين تحفظ الاوراق خضراء لمدة طويلة وتخليها تماما من اعراض الشيخوخة (Nooden,1985).الا انها تسرع من تساقطها حتى وان كانت تبدو نشطة فسيولوجيا كما تسرع ايضا من تساقط الازهار والثمار بالتراكيز المرتفعة.

3 / السيادة القمية Apical dominant : يتشابه تأثير المورفاكتينات مع الجبريلينات من حيث تأثيرهما المضاد للسيادة القمية وقد وجد ان المعاملة بالمور فاكتين تلغي اثر السيادة القمية نظرا لما يسببه من

تشوه وتلف المشتقات الخلوية الناتجة عن انقسام البرعم الطرفي وتثبيط نشاطها وهو مركز تخليق الاوكسين فينخفض تخليق الاخر مما يترتب عليه ظهور التفريع الجانبي على الساق ويظهر النبات بشكل متورد لتقارب العقد وقصر السلاميات تحت تأثير المورفاكتين ويمكن انعكاس اثر المورفاكتينات باستخدام الاوكسينات عند استخدامهما معا وكل منهما يضار تأثير الاخر على العكس من ذلك وان استخدام المورفاكتينات مع الجبريلينات معا يظهرا اثرا تراكميا على نمو الساق وسيادته القمية.

4 / الانتحاءات Tropism :

وجد ان معاملة البادرات بالمورفاكتينات تلغى تماما اثر الجاذبية الارضية او الضوئية فعند وضع البادرات المعاملة بالوضع الافقي او تعرضها للضوء من جانب واحد لوحظ فقد هذه البادر ات لحساسيتها لعامل الجاذبية او الضوء واستمرارها بالنمو الافقي دون استجابة للجاذبية او في النمو الراسي دون استجابة لأثر الضوء وهذا التأثير غير عكسي بمعنى انه لايمكن انعكاسه باي نوع من مواد النمو النباتية المعروفة وعلى العموم فانه يعتقد ان المورفاكتينات تلغي هذا الاثر في غالبية النباتات كنتيجة غير مباشرة من خلال تأثيرها على تثبيط حركة وانتقال الاوكسينات جانبيا فيضل تركيز الاوكسينات منتظما في جميع الخلايا.

5/ التزهير Flowering : تأخر المورفاكتينات من التزهير في عدد كبير من النباتات العشبية والشجيرية وهو يشبه في ذلك تأثير المعاملة بالجبريلينات فكلاهما مثبط للتزهير وقد وجد ان استخدامهما معا يظهرا تأثيرا تراكميا Accumulative في هذا الشأن ويختلف تأثير المورفاكتينات على النسبة الجنسية باختلاف النبات فقد وجد ان المعاملة به ادت الى زيادة عدد الازهار المذكرة على حساب عدد الازهار المؤنثة في الكوسا والعكس صحيح مع الخيار حيث زاد عدد الازهار المؤنثة عند استعمال نفس التركيز لذات المركب المستخدم وفي النباتات التي تحمل ازهارا خنثى كما في الفلفل وجد ان المعاملة بالمور فاكتين تشجع تكوين الأعضاء المؤنثة على حساب الأعضاء المذكرة حيث ثبط من تكوين الأعضاء المذكرة وفي الكتان انتجت الازهار مبايض مزدوجة.

آلية وميكانيكية التأثير:

وتشير الظواهر المورفولوجية والفسيولوجية المتنوعة التي يؤثر عليها المورفاكتينات على ان آلية عملها تتم من خلال ميكانيكيات متشابكة معقدة ذات علاقة بالجبرلينات او الاوكسينات او كلاهما معا سواء كان ذلك تخليقا او نشاطا او انتقال ، فتثبيط النمو الملاحظ في غالبية النباتات تحت تأثير المورفاكتينات يمكن انعكاسه جزئيا او كليا عن طريق اضافة الجبريلينات فكلاهما ينافس تأثير الاخر ولو ان ذلك يختلف باختلاف النباتات

ويوحى هذا التأثير التنافسي باحتمالية ان تتم الية التأثير عن طريق تأثير وجود المورفاكتينات على معدل التخليق ونشاط الجبرلينات في مثل هذه النباتات خاصة.

وجاء الاعتراض على هذه الاحتمالية من ناحيتين:

الأولى هي التأثير التنافسي والثانية هي الشكل التركيبي فمن ناحية التأثير التنافسي وجد ان المعاملة بالمورفاكتينات لا تأثر على معدل تخليق ونشاط الجبرلينات في الفيوزاريوم وان التثبيط التنافسي بين الجبرلين والمور فاكتين على النمو يختفي في بعض النباتات ويوجد في بعض الاخر بل واكثر من هذا فقد وجد ان اضافة اي منهما قد يسبب تنشيطا وزيادة في نمو الساق كما في نبات الليف **acutangula Luffa** ولا يضاد تأثير اي منهما لتأثير الاخر وكان تأثيرهما معا تأثيرا تراكميا كما كان تأثيرهما على النسبة الجنسية متشابها ايضا فهما يثبطان تكوين الازهار في الارابيدوبسيس ,وان الجبرلين له أدوار مزدوجة متضادة في بعض الأحيان (Yamaguchi واخرون 2014), وينشطان التعبيرات الجنسية الذكرية وتأثيرهما المشترك هو تأثير تراكمي ايضا ، ومن ناحية التركيب البنائي لوحظ ان هذا التشابه الظاهر ليس حقيقيا فقد دل الفحص الثلاثي الابعاد ان جزئ الجبرلين بيضي او كروي الشكل بينما يأخذ الشكل القرصي في المورفاكتين.

ومن ناحية اخرى قد تأخذ الية تأثير المورفاكتين منحنى اخر تؤيده بعض التأثيرات الفسيولوجية للمورفاكتينات وعلاقته بالاوكسين فقد وجد ان هناك تشابها كبيرا بين تأثير المورفاكتين والجبرلين في تقليل السيادة القمية وفقد

حساسية البادرات للضوء والجاذبية وخفض تكوين الجذور العرضية كما وجد اختلافا كبيرا بين تأثيراتهما على ظواهر متنوعة أخرى.

فالمورفاكتينات فشلت في تحليل المواد المدخرة في اندوسبيرم الشعير عند اضافتها لنصف حبة خالية من الجنين على عكس الجبرلين الذي حفز من تخليق ونشاط انزيم amylase α وتحليل النشأ الى سكر مختزل كما وجد ان معاملة نباتات البسلة (بالكلوروفلورينول) ادى الى زيادة نشاط انزيم oxidases IAA وانخفاض محتوى الاوكسين في الجذور دونما تأثير معنوي على مستوى الجبريلينات كما امكن انعكاس تأثير المركب المورفاكتيني بإضافة الاوكسين في بعض الحالات.

ولما كانت الانتحاءات مرجعها الاساسي هو اختلاف تركيز الاوكسين على جانبي العضو النباتي المستجيب لأثر الضوء او الجاذبية الارضية وان المورفاكتين هو المسبب لعدم نشاط الاوكسين اضافة الى تثبيط انتقاله جانبيا في منطقة الانحناء فان كل هذه الملاحظات دعت الى الاعتقاد بان الية عمل المورفاكتين في مثل هذه الحالات لابد وان تتم من خلال التأثير على الاوكسينات تخليقا او تنشيطا او انتقال.

المصادر

هلالي، د. نصر الدين مسعد (2015). وظائف اعضاء النبات منظمات الحيوية النباتية. دار نشر كلية الزراعة جامعة المنصورة مصر.

Noodén, Larry D., and S. M. Nooden. "Effects of morphactin and other auxin transport inhibitors on soybean senescence and pod development." *Plant Physiology* 78.2 (1985): 263-266.

Yamaguchi, Nobutoshi, et al. "Gibberellin acts positively then negatively to control onset of flower formation in Arabidopsis." *Science* 344.6184 (2014): 638-641.